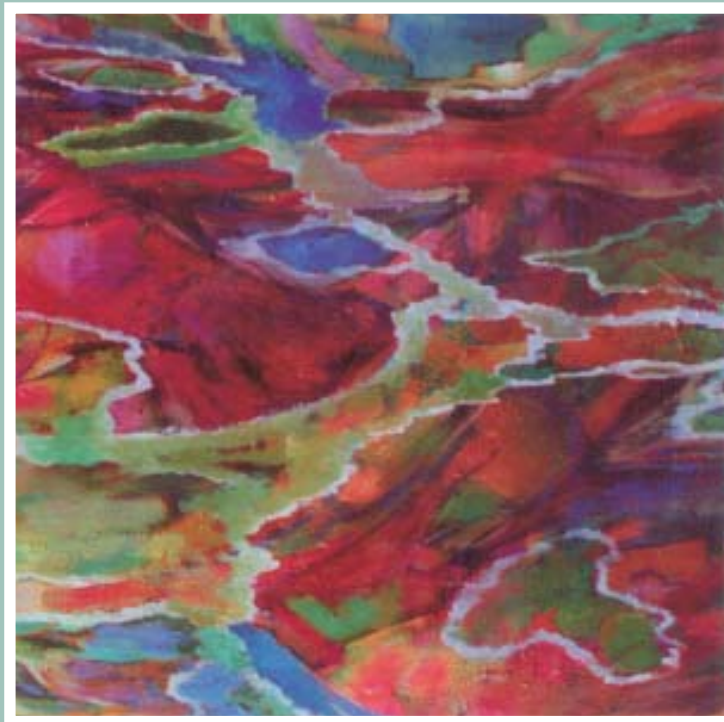


Estudio Previo de Terrenos

Itinerario Badajoz - Sevilla
Tramo: Barcarrota - Aracena



**NOTAS PREVIAS A LA LECTURA DE LOS
“ESTUDIOS PREVIOS DE TERRENO”
DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS, EN FORMATO DIGITAL**

La publicación que está consultando corresponde a la colección de *Estudios Previos de Terreno* (EPT) de la Dirección General de Carreteras, editados entre 1965 y 1998.

Los documentos que la integran presentan formatos diferentes pero una idea común: servir de base preliminar a los estudios y proyectos de esta Dirección General. En ese sentido y para una información más detallada se recomienda la lectura del documento *“Estudios previos de terreno de la Dirección General de Carreteras”* (Jesús Martín Contreras, et al, 2000)

Buena parte de los volúmenes que integran esta colección se encuentran agotados o resultan difícilmente disponibles, presentándose ahora por primera vez en soporte informático. El criterio seguido ha sido el de presentar las publicaciones tal y cómo fueron editadas, respetando su formato original, sin adiciones o enmiendas.

En consecuencia y a la vista, tanto del tiempo transcurrido como de los cambios de formato que ha sido necesario acometer, deben efectuarse las siguientes observaciones:

- La escala de los planos, cortes, croquis, etc., puede haberse alterado ligeramente respecto del original, por lo que únicamente resulta fiable cuando ésta se presenta de forma gráfica, junto a los mismos.
- La cartografía y nomenclatura corresponde obviamente a la fecha de edición de cada volumen, por lo que puede haberse visto modificada en los últimos años (nuevas infraestructuras, crecimiento de núcleos de población ...)
- El apartado relativo a sismicidad, cuando existe, se encuentra formalmente derogado por las sucesivas disposiciones sobre el particular. El resto de contenidos relativos a este aspecto pudiera, en consecuencia, haber sufrido importantes modificaciones.
- La bibliografía y cartografía geológica oficial (fundamentalmente del IGME) ha sido en numerosas ocasiones actualizada o completada desde la fecha de edición del correspondiente EPT.
- La información sobre yacimientos y canteras puede haber sufrido importantes modificaciones, derivadas del normal transcurso del tiempo en las mencionadas explotaciones. Pese a ello se ha optado por seguir manteniéndola, pues puede servir como orientación o guía.
- Por último, el documento entero debe entenderse e interpretarse a la luz del estado de la normativa, bibliografía, cartografía..., disponible en su momento. Sólo en este contexto puede resultar de utilidad y con ese fin se ofrece.

serie monografías

Estudio Previo de Terrenos

Itinerario Badajoz - Sevilla
Tramo: Barcarrota - Arcena



Ministerio de Obras Públicas, Transportes
y Medio Ambiente

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

1994

INDICE

1. INTRODUCCION.....	5
2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL TRAMO.....	9
2.1. CLIMATOLOGIA.....	9
2.2. TOPOGRAFIA.....	10
2.3. ESTRATIGRAFIA.....	14
2.4. TECTONICA.....	23
2.5. GEOMORFOLOGIA.....	24
2.6. SISMICIDAD.....	26
3. ESTUDIO DE ZONAS.....	29
3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO.....	29
3.1. ZONA 1: SECTOR CENTRO-NORTE.....	29
3.1.1. Geomorfología.....	29
3.1.2. Tectónica.....	32
3.1.3. Columna estratigráfica.....	32
3.1.4. Grupos litológicos.....	32
3.1.5. Grupos geotécnicos.....	86
3.1.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.....	94
3.2. ZONA 2: SECTOR SUR.....	95
3.2.1. Geomorfología.....	95
3.2.2. Tectónica.....	96
3.2.3. Columna estratigráfica.....	99
3.2.4. Grupos litológicos.....	100
3.2.5. Grupos geotécnicos.....	116
3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona.....	120

4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO	123
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS.....	123
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS.....	123
4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS.....	124
4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS.....	125
5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS	129
5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO.....	129
5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS.....	129
5.3. YACIMIENTOS GRANULARES.....	130
5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES.....	132
5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE.....	133
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	135
7. ANEJOS	137
7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS.....	139
7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS.....	141

1. INTRODUCCION

El objeto del presente Estudio Previo de Terrenos es determinar las características litológicas, estructurales y geotécnicas más sobresalientes, que de alguna manera pueden influir en una obra de tipo lineal como es una carretera.

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

El Tramo Barcarrota–Aracena está ubicado entre las provincias de Badajoz y Huelva (véase su situación en la Figura 1), comprendiendo las siguientes hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1 : 50.000:

Nº	HOJA	CUADRANTE
853	BURGUILLOS DEL CERRO	2 y 3
875	JEREZ DE LOS CABALLEROS	1, 2, 3 y 4
896	HIGUERA LA REAL	1, 2, 3 y 4
917	ARACENA	1

El Estudio consta de dos documentos: Memoria y Planos.

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

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

El tercero de los capítulos se inicia con una división del Tramo en Zonas, según criterios geomorfológicos. A continuación, para cada una de las Zonas, se estudian sus caracteres geomorfológicos y tectónicos, así como se definen los grupos litológicos y geotécnicos que las integran.

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



Figura 1.- Esquema de situación del Tramo.

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

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

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



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

D. Jesús Martín Contreras
Ldo. en Ciencias Geológicas.

y por parte de GEMAT, S.L. :

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

D. Carlos León Buendía
Ingeniero de Minas.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRAMO

2.1. CLIMATOLOGIA

El clima del Tramo Barcarrota–Aracena, situado mayoritariamente en la región extremeña, dentro de la “zona templada”, en el Suroeste de la Península Ibérica, se ve afectado por factores dinámicos y modulares de carácter general y regional. Los primeros se relacionan con los desplazamientos estacionales, en latitud, de la circulación del frente polar y los centros de presiones subtropicales, hacia el Norte en el verano y hacia el Sur en el invierno. Los segundos se refieren a la posición del Tramo dentro de la Península y a su relieve, y modulan la acción superficial de los factores generales, a escala regional.

Los datos climáticos utilizados en este apartado proceden de los obtenidos por la estación de Badajoz entre los años 1930 y 1960, por ser la más próxima al Tramo de estudio.

Temperaturas

En el periodo de tiempo aludido y en el observatorio de Badajoz, la temperatura media anual es 15'4°C, y las medias anuales extremas alcanzan de 10°C a 11°C en el caso de las mínimas, y 21°C a 22°C en el de las máximas. En el Tramo de estudio la temperatura disminuye ligeramente de Sur a Norte.

El mes más frío del año se encuentra compartido por el conjunto Diciembre–Enero con media de 6'9°C. Las mínimas absolutas se registran en Enero, con valores extremos de -5°C. El mes más cálido es Julio con una media de 25'7°C, y unos valores máximos extremos de 44°C a 45°C. Por tanto, la amplitud térmica de la media mensual a lo largo del año es de 18'8 °C y pasa por ser de las más altas de la Península.

En otoño el descenso térmico es mucho más brusco que el aumento del paso de la primavera al verano. El mayor descenso de la temperatura no se produce entre los meses de Septiembre y Octubre, ya que los 5'5°C de diferencia entre las temperaturas medias mensuales se ven superados por los 5'7°C de Octubre a Noviembre. Este rápido descenso se mantiene en grandes líneas hasta el mes de Enero, aumentando en las áreas interiores. La temperatura empieza a elevarse en Febrero. El aumento de la temperatu-

ra continúa en Marzo, y al finalizar éste se inicia el segundo semestre del año climático, cuya característica fundamental es el predominio de la ETP (evapotranspiración potencial) sobre las precipitaciones.

El valor medio anual de horas de insolación es de 2.900 aproximadamente. Corresponde el número máximo al mes de Julio, seguido por Agosto y Junio, con valores de 393, 361 y 347, respectivamente. El mínimo pertenece a los meses de Diciembre y Enero, con 144 y 147 horas. (Datos tomados del período comprendido entre los años 1930 y 1960).

Precipitaciones

Las cantidades anuales de lluvia poseen una sutil desigualdad en su distribución estacional y geográfica, aumentando hacia el Sur. La precipitación media anual es muy variable, y oscila entre 400 mm (para un año de sequía) y 800 mm (para un año lluvioso).

Diciembre pasa por ser el mes más lluvioso. La menor precipitación se recoge en Julio. Noviembre y Marzo consiguen igual porcentaje medio de contribución, 12'32%. También dos meses de un mismo período estacional, Enero y Febrero, obtienen igual porcentaje, el 12'13%, y ocupan el cuarto lugar en sentido descendente.

La sequía estival alcanza en Julio su máximo. Agosto y Junio completan el período seco (en cada mes la lluvia es inferior a 30 mm), pero Junio es mucho menos seco por su proximidad a la primavera y una mayor irregularidad interanual. El resto de los meses del semestre estival superan el 5% del total anual, y así Abril, Mayo y Septiembre contribuyen con el 8'72%, 7'70% y 5'30%, respectivamente.

Véase el Cuadro Climático del observatorio de Badajoz, que está próximo al Tramo y es representativo del mismo, en la Figura 2. Sus valores corresponden al período comprendido entre los años 1930 y 1960. En la Figura 3 se representan la precipitación mensual media y la temperatura media mensual, correspondientes al observatorio y períodos mencionados.

2.2. TOPOGRAFIA

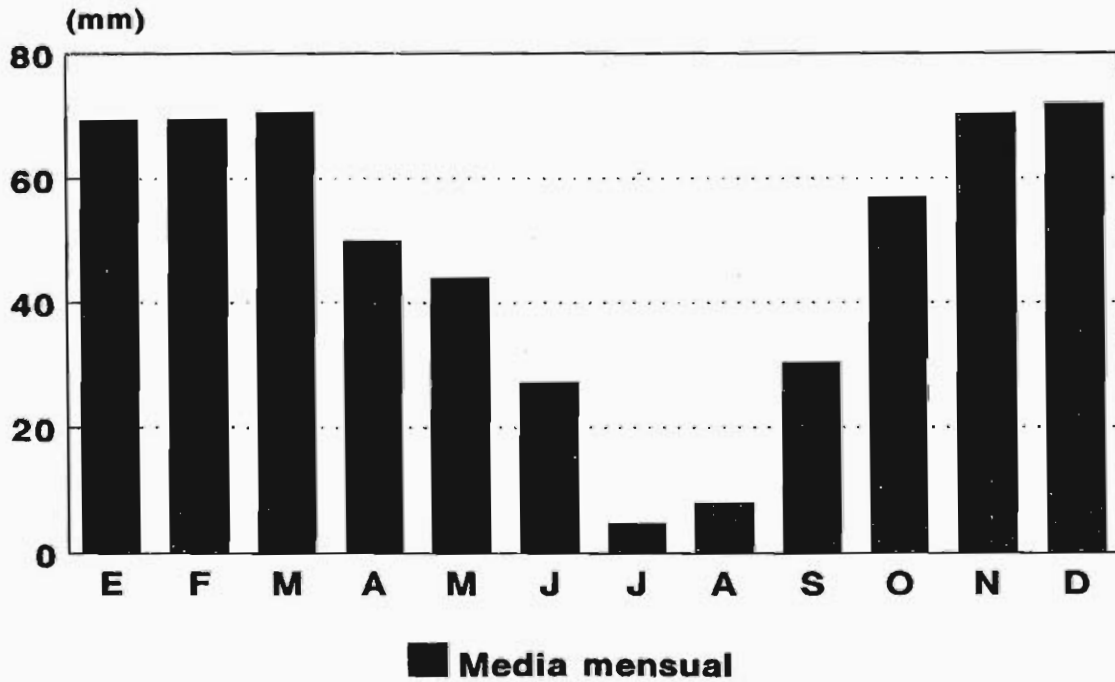
El presente Tramo está situado entre las comunidades autónomas de Extremadura y Andalucía, abarcando parte de las provincias de Badajoz y Huelva.

Geográficamente se enmarca dentro de las estribaciones occidentales de Sierra Morena. La sierra de Salvatierra delimita al Tramo por el Norte, y las sierras de Aracena (sierra de la Virgen, sierra de la Cruz y sierra de los Castellanos) definen el límite más meridional del mismo.

PERIODO 1930-1960	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura máxima absoluta (° C)	21,3	28,6	28,4	33,9	39,2	41,4	45,0	43,2	40,0	35,8	26,8	20,5
Temperatura mínima absoluta (° C)	-5,2	-4,8	-1,0	2,6	5,0	7,1	11,4	11,6	7,7	2,8	-2,7	-4,8
Oscilación térmica absoluta (° C)	26,5	33,4	29,4	31,3	34,2	34,3	33,6	31,6	32,3	33,0	29,5	25,3
Temperatura máxima media (° C)	13,8	15,0	17,8	21,1	24,3	30,0	33,6	33,3	29,2	23,3	17,4	13,3
Temperatura mínima media (° C)	4,3	4,8	7,5	9,3	11,8	15,6	17,7	17,8	16,1	12,2	7,9	4,8
Temperatura media mensual (° C)	6,9	8,1	10,7	13,5	17,6	21,8	25,7	25,3	21,8	16,3	10,6	6,9
Media mensual de horas de insolación	147	177	191	253	294	347	393	361	258	211	164	144
Media mensual de la precipitación (mm)	69,4	69,5	70,5	49,9	44,0	27,3	4,7	7,0	30,3	56,9	70,4	71,9
Días de lluvia	8	6	11	8	7	3	1	1	4	7	9	10
Precipitación máxima en 24 horas (mm)	46,8	73,4	49,8	34,2	66,6	62,8	12,6	24,9	48,6	47,6	113,1	76,5
Días de helada	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Días de nieve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 2.- Cuadro climático de la estación meteorológica de Badajoz. Datos recogidos entre los años 1930 y 1960.

PRECIPITACIONES



TEMPERATURAS

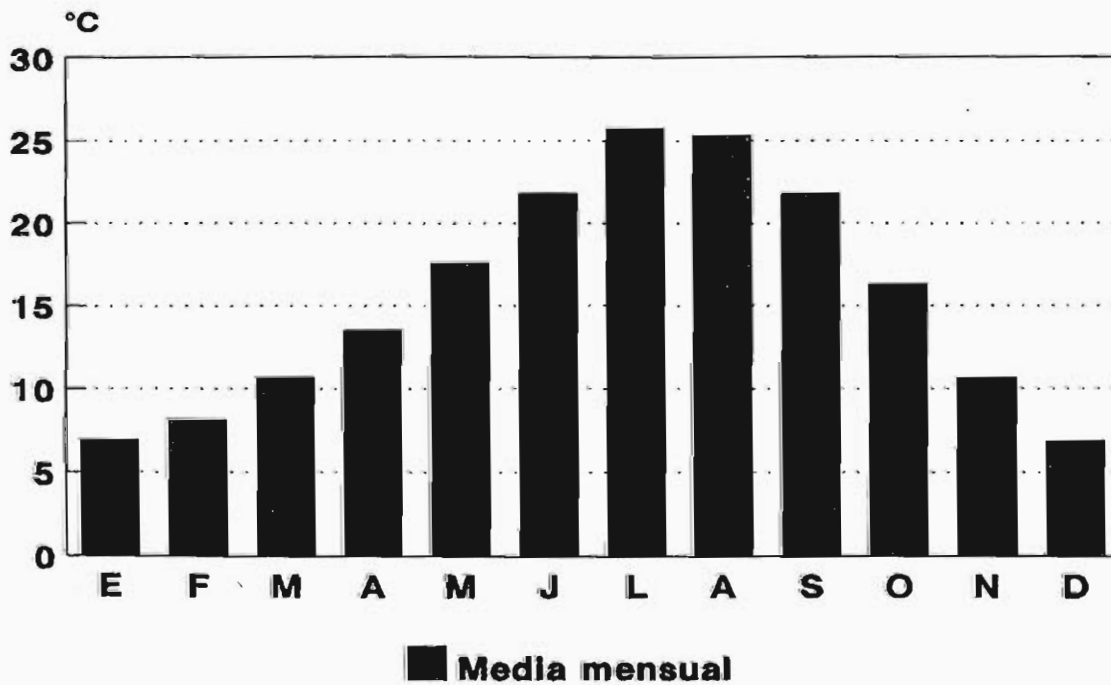


Figura 3.- Diagramas de precipitaciones y temperaturas mensuales medias correspondientes al observatorio meteorológico de Badajoz. Datos recogidos entre los años 1930 y 1960.

El límite oeste está marcado "grosso modo" por la frontera portuguesa. Concretamente el cerro Castaño (673 m, Hoja 896-3) y sierra Payo (Hoja 853-4) corresponden a este límite.

Por último, el límite Este vendría definido por una línea imaginaria que uniera las poblaciones de Cañaverál de León (Hoja 896-2) y Valverde de Burguillos (Hoja 875-1).

Desde el punto de vista morfológico, el Tramo se caracteriza por ser un terreno montañoso, en el que multitud de pequeñas y medianas sierras se alzan a lo largo y ancho de él, quedando separadas, a falta de grandes cursos fluviales, por valles serranos surcados por arroyos y riveras. Estos cauces están secos la mayor parte del año y configuran una red hidrográfica de carácter dendrítico, en general bastante encajada, dando lugar a una morfología bastante irregular, que si bien no da lugar a la existencia de grandes montañas, sí origina laderas de fuertes pendientes.

Los cursos fluviales más importantes que atraviesan el Tramo de estudio son: el modesto río Ardila, que lo cruza de Este a Oeste, en el área norte; el arroyo del Sillo, que lo hace en este mismo sentido, en el área centro-sur; el igualmente modesto río Múrtiga, que se localiza en el extremo sureste de la Hoja de Higuera la Real, al Sur del Tramo; y las riveras de Hinojales y Huelva, que efectúan su recorrido en el extremo sureste. Con excepción de los dos últimos cursos fluviales, que pertenecen a la cuenca del Guadalquivir, el resto aportan sus aguas a la del Guadiana.

Desde el punto de vista orográfico, se pueden diferenciar en el Tramo dos mitades, una norte y otra sur, con características algo distintas. El límite vendría definido a grandes rasgos por el arroyo del Sillo, que a su vez define en gran medida la separación entre las provincias de Badajoz y Huelva dentro del Tramo.

El área situada al Norte del arroyo del Sillo consiste en un relieve alomado, salpicado por numerosas sierras dispersas, cuyas alturas superan con dificultad los 700 m. La cota más alta de este área (751 m) se localiza en la sierra de Cañijal. Los valores medios vienen a oscilar entre los 500 m y 600 m. Asimismo se encuentra en este área la cota más baja de todo el Tramo (220 m aproximadamente), cerca de donde el cauce del río Ardila corta y sale del Tramo por su límite oeste.

El área situada al Sur del arroyo del Sillo posee una topografía más abrupta que la norte. Se trata de un terreno ocupado enteramente por sierras sensiblemente paralelas, de dirección ESE-ONO y separadas por valles estrechos y encajados. La cota máxima de este área, que es a su vez la del Tramo (874 m), se adquiere en la sierra del Viento, al Sur de la población de Cumbres Mayores. El resto de las sierras mantiene alturas comprendidas entre los 600 m y 800 m.

Las poblaciones más importantes dentro del Tramo son: Burguillos del Cerro, Jerez de los Caballeros, Fregenal de la Sierra, que es la población con mayor extensión en el Tramo, e Higuera la Real, todas ellas al Norte del arroyo del Sillo. Al Sur del mismo, se encuentran poblaciones dispersas, como Cumbres Mayores, Fuentes de León y Cortelazor.

2.3. ESTRATIGRAFIA

Para el estudio estratigráfico de los materiales del presente Estudio Previo de Terrenos, se ha hecho necesario agrupar estos materiales dentro de seis unidades estructurales, las cuales a su vez presentan problemas estratigráficos, sedimentológicos, tectónicos y petrológicos, muy diferentes entre sí.

Estas unidades son: (Ver Figura 4).

- Unidad Valverde-Cumbres.
- Unidad metamórfica de Valuengo.
- Unidad de Terena.
- Unidad de Barrancos-Hinojales.
- Unidad del Cubito.
- Unidad Sur.

1) Unidad Valverde-Cumbres

La edad de los materiales de esta unidad estructural abarca desde el Precámbrico hasta el Devónico Inferior. (Figura 5).

El Precámbrico está constituido por la "serie negra". Esta serie está integrada, en el área norte, por materiales de metamorfismo medio-bajo, tales como esquistos, grauvacas, pizarras e intercalaciones de cuarcitas negras. Los afloramientos más meridionales de la serie negra poseen un grado más alto de metamorfismo que los afloramientos septentrionales, y están representados por gneises, esquistos biotíticos y migmatitas.

Por otro lado, en las proximidades de Burguillos del Cerro existen facies de metamorfismo de contacto, dentro de la "serie negra", debido a las intrusiones graníticas del área.

El nivel superior del Precámbrico está constituido por esquistos grauvácicos y pizarras (metacineritas ácidas), con intercalaciones de porfiroides cuarzofeldespáticos (piroclastitas y metatobas cristalinas, ácidas, y riolitas), lilitas, calizas marmóreas y calcoesquistos.

La base del Cámbrico Inferior, en la gran totalidad de la unidad estructural, está constituida por calizas, dolomías, mármoles y oficalcitas con intercalaciones de cuarcitas ferruginosas. En el área norte, en las proximidades

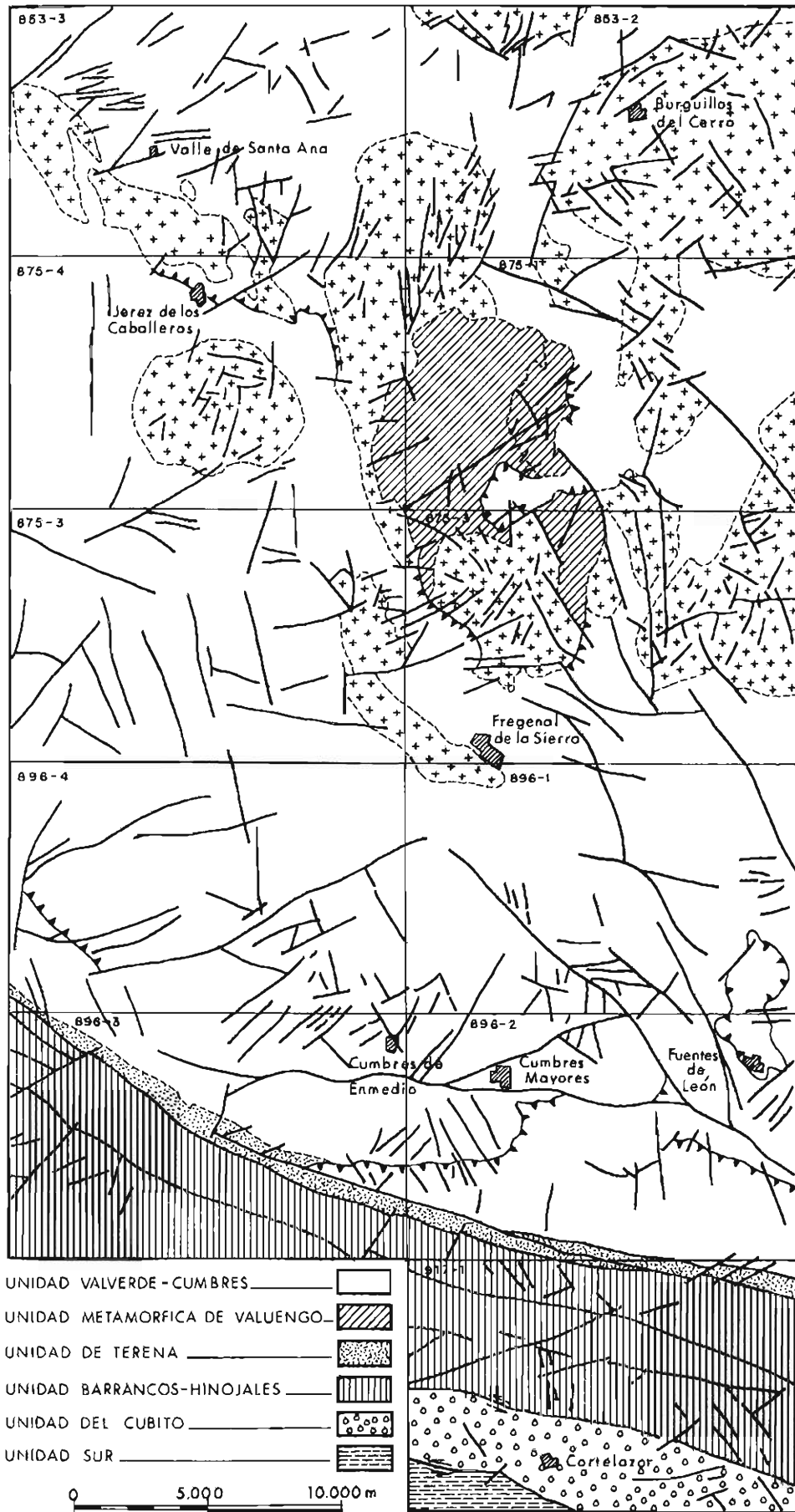


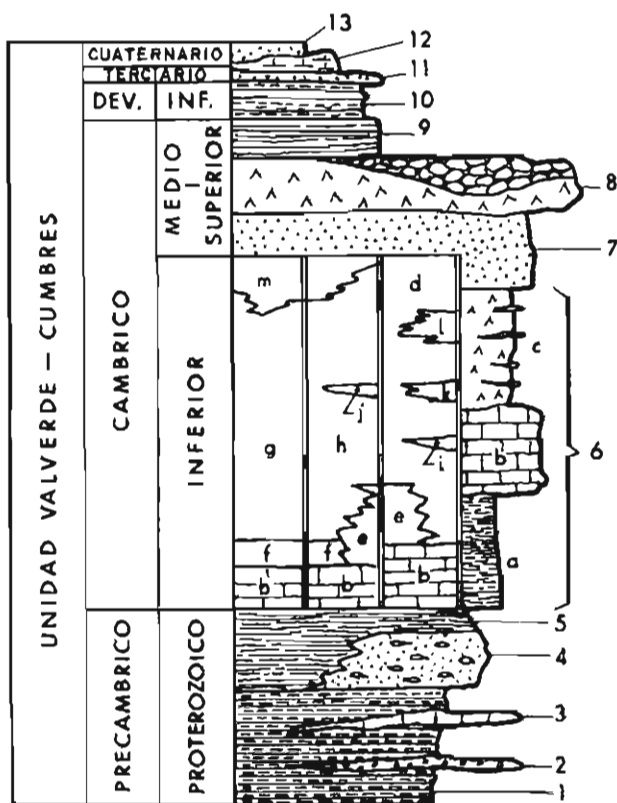
Figura 4.- Esquema estructural del Tramo en el que se diferencian cada una de las unidades estructurales.

de la población de Valle de Matamoros, el contacto con el Precámbrico se realiza por medio de grauvacas y pizarras de tonos grises, parduscos y violáceos, sobre las que se apoya el citado nivel carbonatado.

Sobre este nivel carbonatado reposa una alternancia de pizarras y areniscas, muy potente, que incluye vulcanitas básicas, una serie vulcano-sedimentaria muy potente e intensamente mineralizada, e intercalaciones de grauvacas y arcosas. Por otro lado, esta alternancia de pizarras y areniscas tiene importantes variaciones laterales a pizarras violáceas, en el extremo sureste de la unidad estructural.

El techo del Cámbrico Inferior está constituido por un nivel de pizarras verdes y violáceas, intensamente bioturbadas.

El Cámbrico Medio-Superior comienza con un nivel muy duro de areniscas blanquecinas. Este nivel, en las proximidades de la población de Fuentes de León posee un aspecto más masivo. La serie continúa con espilitas y basaltos, y termina con un nivel de pizarras, areniscas y niveles microconglomeráticos.



UNIDAD VALVERDE-CUMBRES			
Nº	DESCRIPCION	G.L.	G.G.
13	Aluvial	A.a	G-16
12	Travertinos	Q	G-14
11	Calizas y conglomerados con cemento carbonatado	32i	G-14
10	Pizarras con lechos grauvácicos finos	141a	G-13
9	Pizarras, areniscas y niveles microconglomeráticos	113	G-13
8	Basaltos y espilitas	112b	G-10
7	Areniscas blanquecinas	112a	G-12
6	<ul style="list-style-type: none"> m. - Basaltos k. - Aglomerado volcánico j. - Pizarras verdes i. - Alternancias de pizarras y cuarcitas h. - Pizarras violáceas g. - Pizarras con nódulos carbonatados f. - Vulcanitas básicas e. - Arcosas y grauvacas d. - Esquistos grauvácicos c. - Complejo vulcano-sedimentario b, l. - Calizas, dolomías y mármoles a. - Pizarras grises violáceas 	<ul style="list-style-type: none"> 112b 111f1 111f 111f 111f 111f 111e 111d1 111d 111c 111b1 111a 	<ul style="list-style-type: none"> G-10 G-11 G-11 G-11 G-11 G-11 G-10 G-11 G-11 G-9 G-8 G-2
5	Pizarras y esquistos grauvácicos	010f	G-10
4	Porfiroides cuarzo-feldespáticos	010f1	G-3
3	Calizas negras	010c	G-3
2	Cuarcitas negras	010e	G-3
1	Grauvacas, pizarras, esquistos y gneises	010a	G-2

G.L. = Grupo litológico
G.G. = Grupo geotécnico

Figura 5.- Columna estratigráfica de la unidad Valverde-Cumbres.

El techo del Paleozoico de la unidad Valverde-Cumbres está representado por el Devónico Inferior. Lo constituyen pizarras con lechos grauváquicos finos y calcoesquistos.

Mediante un contacto discordante se apoya el Terciario. Tiene muy poca representación cartográfica y está constituido por calizas, calizas travertínicas y conglomerados con cemento carbonatado.

El Cuaternario está representado por aluviales y travertinos de poca potencia.

2) Unidad metamórfica de Valuengo

La Unidad o complejo metamórfico de Valuengo está ubicada en el área central de la Hoja nº 875 de Jerez de los Caballeros. Esta Unidad está separada de la Unidad Valverde-Cumbres por un contacto cabalgante, en el que la Unidad metamórfica de Valuengo es la unidad autóctona. (Figura 6).

Los materiales de la Unidad metamórfica de Valuengo abarcan desde el Precámbrico al Cámbrico, y tienen un grado de metamorfismo mayor que el de los materiales de la Unidad Valverde-Cumbres.

La base del Precámbrico pertenece al Proterozoico Inferior y está constituida por micaesquistos, gneises silimaníticos y migmatitas.

El Proterozoico Superior está constituido por un potente paquete de gneises biotíticos que abarcan hasta el Cámbrico Inferior.

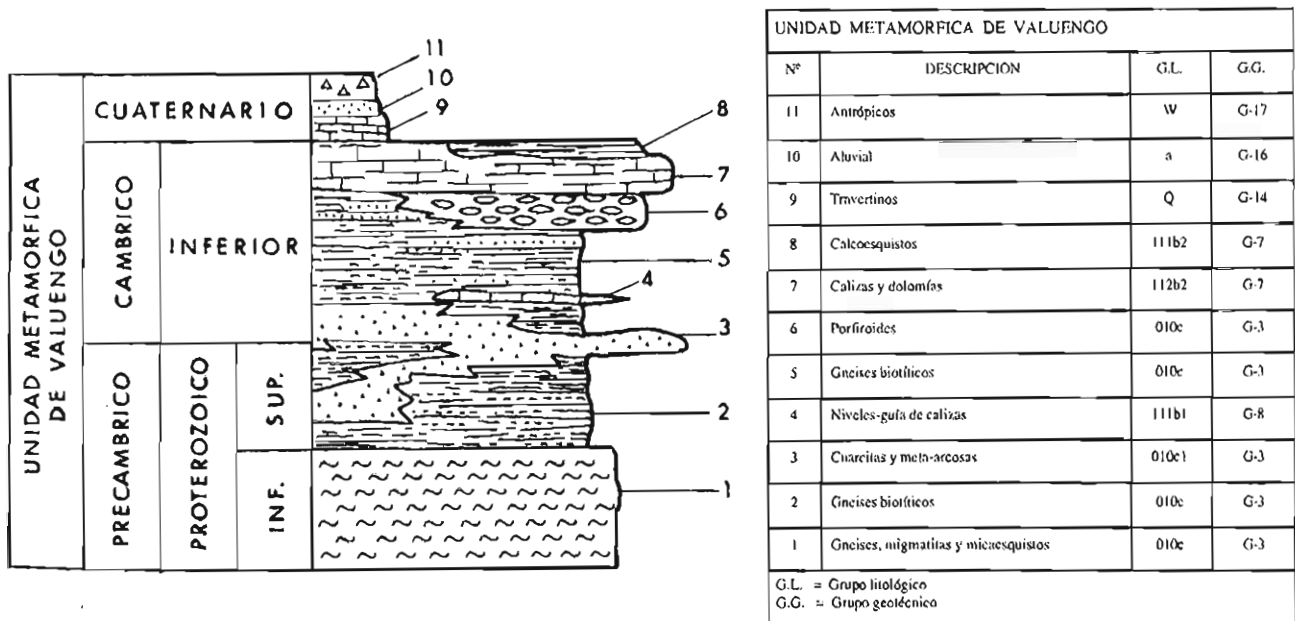


Figura 6.- Columna estratigráfica de la unidad metamórfica de Valuengo.

Dentro de los gneises biotíticos se intercalan niveles-guía de calizas, porfiroides, cuarcitas y meta-arcosas, que poseen una edad que abarca desde el Proterozoico Superior al Cámbrico Superior.

El techo del Cámbrico Inferior lo forma un paquete de calizas y dolomías, que en sus últimos pisos cambia a una ritmita calcosilicatada.

El Cuaternario, con muy pequeña representación, está constituido por aluviales, travertinos y depósitos antrópicos procedentes de la actividad minera de la zona.

3) Unidad de Terena

Esta unidad estructural está ubicada en una estrecha franja de terreno, de dirección NO-SE, que incluiría sierra Pelada, sierra Alamo y sierra La Moraleja. Los materiales de esta unidad descansan en discordancia angular y erosiva sobre la Unidad Valverde-Cumbres. El límite sur lo constituye una gran fractura de dirección N-100°-120°E.

La edad de los materiales abarca desde el Cámbrico Medio al Carbonífero Inferior. (Figura 7).

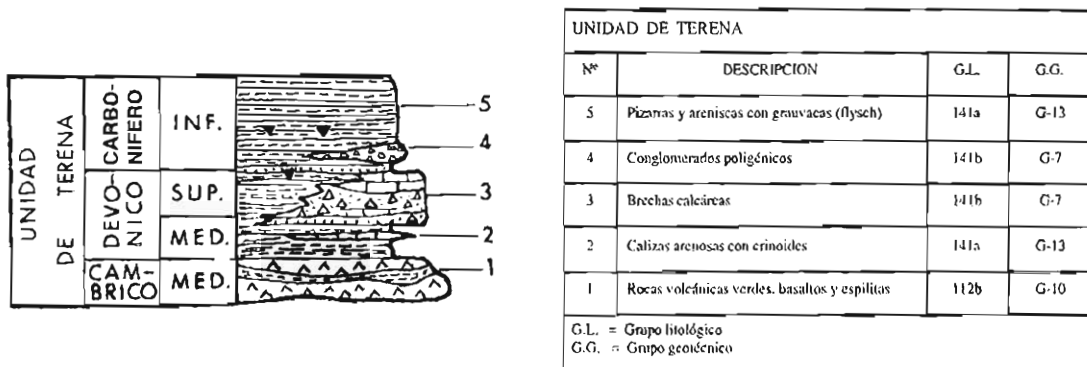


Figura 7.- Columna estratigráfica de la unidad de Terena.

La unidad está representada por un paquete muy potente de pizarras, pizarras arenosas, meta-areniscas y grauvacas, que constituyen el flysch de Terena. Es muy frecuente encontrar niveles de conglomerados poligénicos, brechas calcáreas (facies de talud), rocas volcánicas verdes, basaltos, espilitas, y más esporádicamente, niveles de calizas con crinoides.

4) Unidad de Barrancos-Hinojales

Esta unidad estructural aflora al Sur de una gran fractura de dirección

N-100°-120°E. Se trata de una serie de materiales eminentemente pizarrosos con una edad que abarca desde el Ordovícico Inferior al Carbonífero Inferior. (Figura 8).

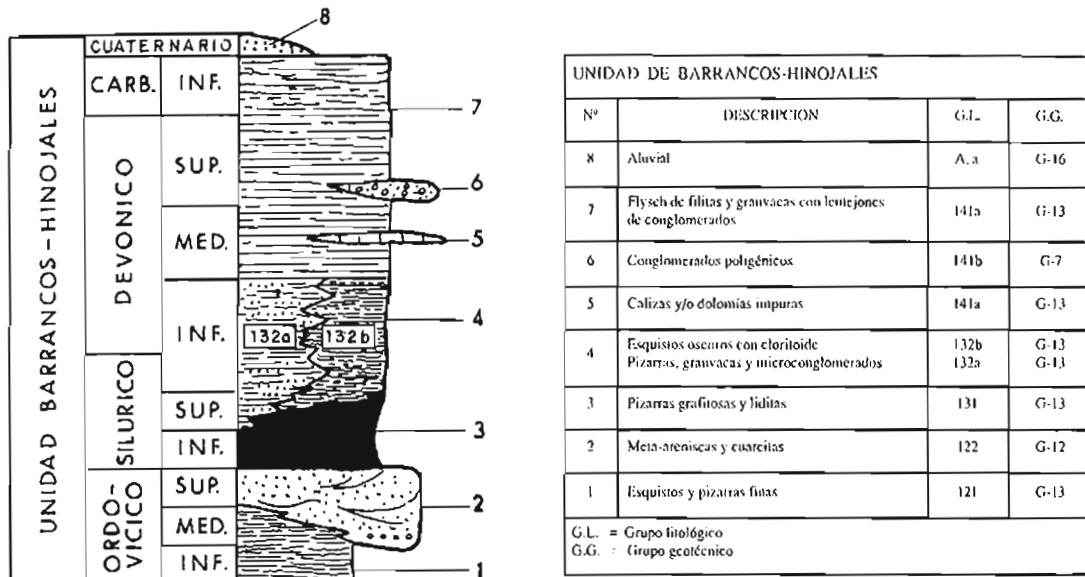


Figura 8.- Columna estratigráfica de la unidad de Barrancos-Hinojales.

La base de la unidad estructural está datada en el Ordovícico Inferior y Medio, y está constituida por esquistos y pizarras finas. Sobre este nivel se apoya otro de meta-areniscas y cuarcitas, de edad correspondiente al Ordovícico Medio-Superior.

El Silúrico Inferior yace sobre el Ordovícico Superior mediante un contacto discordante. Está representado, el Silúrico Inferior, por pizarras grafitosas y liditas, que pueden llegar a introducirse hasta el Silúrico Superior.

Sobre este nivel de pizarras grafitosas y liditas descansan dos niveles: uno de esquistos oscuros con cloritoide, y otro constituido por una alternancia de pizarras, grauvacas y microconglomerados. El techo de estos dos niveles se sitúa en el límite Devónico Inferior-Devónico Medio.

En la base del Devónico Medio reposa un potente paquete, que constituye un flysch de filitas y grauvacas con lentejones de conglomerados. Es muy frecuente encontrar niveles intercalados de calizas dolomíticas y calizas brechoides, y niveles de conglomerados poligénicos. El techo de este potente paquete se sitúa en el Carbonífero Inferior.

El Cuaternario, muy poco representado, está constituido por los aluviales actuales de los ríos y arroyos.

5) Unidad del Cubito

Esta unidad estructural está constituida geográficamente por una estrecha franja con una edad que abarca desde el Precámbrico al Silúrico. Se trata de una unidad mecánicamente especial, en la que se mezclan materiales de edad distinta. Funciona como límite entre la Unidad de Barrancos-Hinojales y la Unidad Sur. Esta unidad está representada por filitas y cuarzofilitas sericitico-cloríticas, en las que se intercalan niveles de metabasitas. (Figura 9).

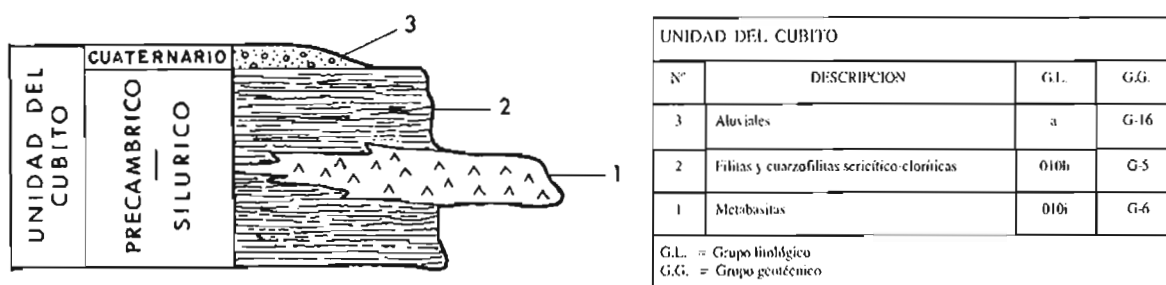


Figura 9.- Columna estratigráfica de la unidad del Cubito.

6) Unidad Sur

Esta unidad estructural está constituida únicamente por materiales del Precámbrico Superior. Está representada íntegramente por pizarras grises y metavulcanitas con intercalaciones de calizas marmóreas parcialmente dolomitizadas, e intercalaciones de metabasitas, diabasas, lavas y tobas andesíticas. (Figura 10).

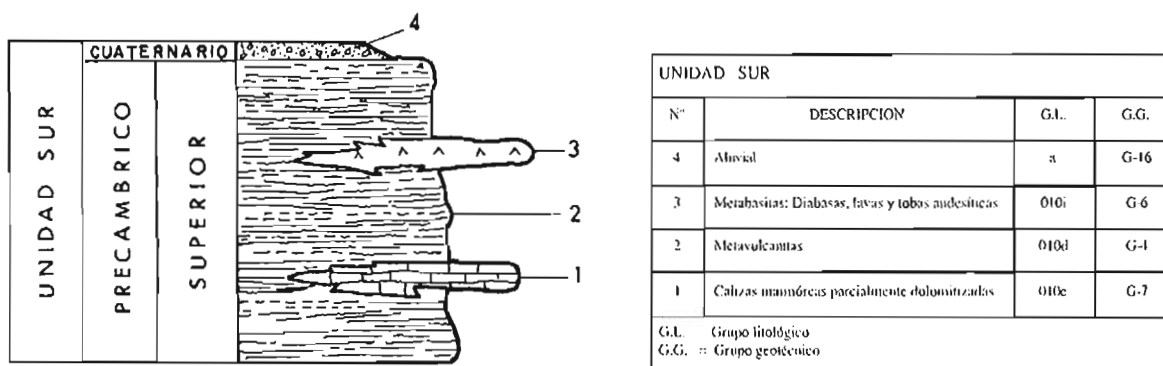

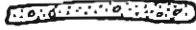



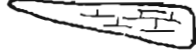
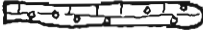
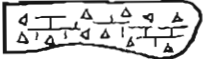
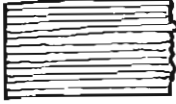


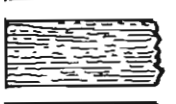

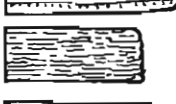


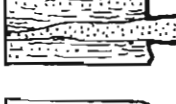
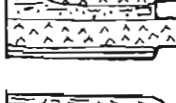
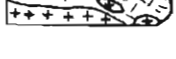







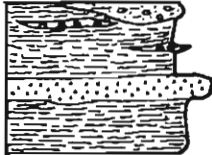
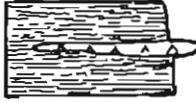



Figura 10.- Columna estratigráfica de la unidad Sur.

El Cuaternario está constituido por los aluviales de los arroyos actuales.

En la Figura 11 se resumen las características cronológicas y litológicas de cada grupo litológico del Tramo de estudio.

COLUMNA LITOLÓGICA	GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO	LITOLÓGIA	EDAD
	W	G-17	Depósitos antrópicos.	CUATERNARIO
	A.a	G-16	Aluviales.	CUATERNARIO
	V	G-15	Eluviales.	CUATERNARIO
	ca	G-15	Coluvio-aluviales.	CUATERNARIO
	c	G-15	Coluviales.	CUATERNARIO
	Q	G-14	Travertinos.	CUATERNARIO
	321	G-14	Calizas y conglomerados con cemento carbonatado.	TERCIARIO
	141b	G-7	Brechas y conglomerados poligénicos.	DEVONICO
	141a	G-13	Pizarras, areniscas, grauvacas e intercalaciones de lentejones de conglomerados.	DEVONICO
	132b	G-13	Esquistos oscuros con cloritoide.	SILURICO
	132a	G-13	Pizarras, grauvacas y microconglomerados.	SILURICO
	131	G-13	Liditas, filitas grafitosas (ampelitas) y pizarras sericíticas.	SILURICO
	122	G-12	Grauvacas y cuarcitas.	ORDOVICICO
	121	G-13	Pizarras, esquistos y filitas.	ORDOVICICO
	113	G-13	Pizarras, areniscas y niveles microconglomeráticos.	CAMBRICO
	112b	G-10	Rocas volcánicas verdes, basaltos y espilitas.	CAMBRICO
	112a	G-12	Areniscas blanquecinas y cuarcitas blancas.	CAMBRICO
	111g	G-11	Pizarras violáceas y verdes.	CAMBRICO
	111f	G-11	Alternancia de pizarras y areniscas.	CAMBRICO
	111f1	G-11	Aglomerados volcánicos.	CAMBRICO
	111e	G-10	Esquistos grauváquicos y vulcanitas básicas.	CAMBRICO
	111d	G-11	Esquistos grauváquicos.	CAMBRICO
	111d1	G-11	Intercalaciones de areniscas.	CAMBRICO
	111c	G-9	Complejo vulcano-sedimentario.	CAMBRICO
	111b3	G-7	Intercalaciones de cuarcitas.	CAMBRICO
	111b1	G-8	Rocas de silicatos cálcicos, calcoesquistos y rocas carbonatadas.	CAMBRICO

COLUMNA LITOLÓGICA	GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO	LITOLÓGIA	EDAD
	111b2	G-7	Calizas, mármoles, calizas marmóreas, dolomías, calizas dolomíticas y calcoesquistos.	CAMBRICO
	111a	G-2	Pizarras y grauvacas silíceas.	CAMBRICO
	010h 010i	G-5 G-6	Filitas y cuarzo-filitas. Metabasitas.	PRECAMBRICO PRECAMBRICO
	010g	G-3	Esquistos biotíticos, gneises, micacitas, cuarcitas y vulcanitas.	PRECAMBRICO
	010f1 010f	G-3 G-11	Porfiroides cuarzo-feldspáticos. Pizarras y esquistos grauváquicos.	PRECAMBRICO PRECAMBRICO
	010e	G-7	Calizas, dolomías y calizas marmóreas.	PRECAMBRICO
	010c 010c1	G-3 G-3	Gneises migmatíticos, gneises biotíticos y porfiroides. Meta-arcosas y cuarcitas.	PRECAMBRICO PRECAMBRICO
	010i 010d	G-6 G-4	Metabasitas. Metavulcanitas.	PRECAMBRICO PRECAMBRICO
	010b 010a	G-2, G-3 G-2	Cuarcitas negras y liditas. Pizarras negras y esquistos grauváquicos.	PRECAMBRICO PRECAMBRICO


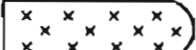
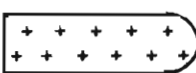
COLUMNA LITOLÓGICA	GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO	LITOLÓGIA
	002	G-1	Sills, diques de cuarzo y diques graníticos.
	001a	G-1	Rocas graníticas.
	001b	G-1	Gabros, noritas y dioritas.

Figura 11.- Columna estratigráfica del Tramo del Estudio.

2.4. TECTONICA

En el Tramo Barcarrota–Aracena, los materiales de edad precámbrica y paleozoica son los únicos que han sido afectados tectónicamente. Las edades de estas deformaciones son ante–hercínicas y hercínicas.

1. Tectónica antehercínica

Únicamente se tiene constancia de esta deformación antehercínica en los gneises migmatíticos con silimanita, constituyentes del grupo litológico (010c) en la Unidad metamórfica de Valuengo.

Esta deformación se pone de manifiesto por un crecimiento de fibrolita que desarrolla una esquistosidad anterior a la esquistosidad S_1 que da la biotita.

A escala mesoscópica se observa que los pliegues de edad hercínica afectan a las esquistosidades anteriores ($N20^{\circ}E$ – $N20^{\circ}W$), subparalelas al bandado migmatítico.

2. Tectónica hercínica

La tectónica hercínica ha sido la más importante en actividad, y es la responsable de la actual geometría del plegamiento en el Tramo. Se pueden distinguir cuatro fases de deformación, que se describen a continuación:

2.a) Primera fase de deformación

Esta es la fase más importante y es la responsable de la generación de pliegues tumbados, con gran desarrollo de sus flancos invertidos, y vergencia SW. Se genera una esquistosidad de flujo sinmetamórfica S_1 , de plano axial. Los pliegues generados en esta fase poseen una geometría isoclinal con engrosamiento en las charnelas.

También en esta fase de deformación se generan cabalgamientos, posteriores a la S_1 , de gran desplazamiento y con un importante desarrollo de milonitas y cataclastitas. Estos cabalgamientos dan lugar a grandes escamas alóctonas.

2.b) Segunda fase de deformación

Esta fase de deformación únicamente está desarrollada en la Unidad Sur y genera pliegues muy similares a los de la primera fase (volcados y tumbados), pero con una dirección axial de $N20^{\circ}E$ a $N50^{\circ}E$, una vergencia W–NW y acompañados de una esquistosidad de fractura S_2 .

2.c) Tercera fase de deformación

Esta fase de deformación se manifiesta de una forma general en todo el Tramo de estudio. Genera pliegues de plano axial vertical, tipo "flexural-slip", con engrosamiento de las charnelas, y direcciones E-W y NW-SE. Lleva asociada una esquistosidad de crenulación S_3 . En la Unidad Sur esta esquistosidad se encuentra más espaciada.

La Unidad de Terena exclusivamente está afectada por la tercera fase de deformación, por lo que la primera deformación importante es la ocasionada por esta fase.

En la Unidad Barrancos-Hinojales, Unidad Sur, Unidad del Cubito y el límite sur de la Unidad Valverde-Cumbres, existe un juego de fallas muy importante, de dirección $N110^{\circ}-120^{\circ}E$ y movimiento sinistral, que separa muchas veces las Unidades de Valverde-Cumbres y de Barrancos-Hinojales, y que corta a las estructuras de plegamiento de las fases 1 y 2, y a los cabalgamientos de la fase 1. También se han encontrado pliegues de arrastre asociados a estas fallas. Asociado a la dirección $N110^{\circ}-120^{\circ}E$ existe un sistema de fallas $N60^{\circ}E$ que se comportan como desgarres sinistral con cierta componente en la vertical.

2.d) Fases de deformación tardías

Con posterioridad a las tres fases de deformación anteriores se desarrollan, de una forma muy general en todo el Tramo, grandes pliegues, suaves, de geometría cupuliforme, posiblemente ligados a intrusiones plutónicas (estructura cómica de la Unidad metamórfica de Valuengo).

También se desarrolla una importante tectónica de fractura. En la Unidad de Valverde-Cumbres y en la Unidad metamórfica de Valuengo aparece un importante juego de fracturas, de componente normal y direcciones $N70^{\circ}-80^{\circ}E$, $N20^{\circ}E$ y $N175^{\circ}E$, fracturas de componente dextral y dirección $N110^{\circ}-130^{\circ}E$, y fracturas de componente sinistral y dirección $N50^{\circ}-70^{\circ}E$.

2.5. GEOMORFOLOGIA

Los rasgos morfológicos y morfodinámicos observables en el Tramo Barcarrota-Aracena trascienden a amplias zonas del Macizo Hespérico, y vienen condicionados por factores litológicos, estructurales y climáticos.

Desde el punto de vista litológico, el área que comprende el Tramo se sitúa en la parte meridional del Macizo Hespérico, concretamente en las estribaciones occidentales de Sierra Morena. Se trata por tanto de un territorio ocupado por formaciones adscritas al Precámbrico y Paleozoico, en las

cuales dominan los materiales pizarreños o esquistosados, sobre los de naturaleza volcánica o intrusiva (granitos, dioritas, gabros, basaltos, etc), que por otra parte son bastante abundantes en el área.

Debido a los numerosos ciclos erosivos y a la profunda alteración sufrida por la mayor parte de los materiales, los cambios litológicos, que afectan a la competencia de las formaciones, y que normalmente condicionan la existencia de relieves positivos y negativos, no son en este caso factor altamente determinante de las formas, aunque lógicamente lo son en buena medida. En general puede decirse que los materiales plutónicos y las formaciones detríticas de naturaleza arenoso-cuarcítica, así como las formaciones calizas, ocupan en mayor medida los relieves positivos del área.

La estructura tectónica general es un factor altamente determinante de la morfología del área. Las directrices estructurales que introduce la Orogenia Hercínica determinan la orientación de las sierras y, por ende, la configuración más importante de la red fluvial.

El clima asociado a los distintos ciclos erosivos que se han venido sucediendo en este antiquísimo país, emergido desde el Paleozoico Medio, dio lugar a una penillanura instalada sobre la cota 600 m, en la cual destacaban importantes sierras o áreas montañosas, como relieves residuales de una morfología anterior. En un ciclo erosivo posterior a la creación de esta penillanura, el encajamiento de una red fluvial controlada por la litología y la estructura hercínica, crea un paisaje rejuvenecido, que si bien no llega a dar grandes áreas montañosas, sí crea un área agreste, con valles encajados y laderas con fuertes pendientes.

El rejuvenecimiento del paisaje ha dejado al descubierto las estructuras hercínicas, de tal forma que donde tales estructuras se caracterizan por una complejidad debida a la existencia de rocas intrusivas, que rompen los pliegues hercínicos, la morfología del paisaje se complica, haciéndose más irregular. Cuando esto no ocurre, las formas del relieve se acomodan fácilmente a las directrices de los mencionados pliegues, dando como resultado que las sierras (tipo de paisaje que mayoritariamente configura el Tramo) adquieran direcciones claramente hercínicas (ONO-ESE).

El clima actual no es propio de grandes cambios morfológicos. Los procesos actuales de transformación del paisaje se reducen, por una parte, a los que crean unas precipitaciones concentradas estacionalmente, como consecuencia de unas condiciones climáticas áridas y extremas. Suelen producirse efectos erosivos importantes a consecuencia de las fuertes escorrentías superficiales, dado el carácter a menudo torrencial de las precipitaciones, las grandes pendientes existentes y la naturaleza impermeable de gran parte de los materiales que integran estos territorios. Por otra parte, los procesos de inestabilidad de pendientes, provocados por movimientos gravitacionales, son fenómenos que en la actualidad quedan relegados a deslizamientos de los horizontes más superficiales del terreno, en especial de aquéllos más pizarre-

ños, donde es frecuente el cabeceo o vuelco de los estratos, y a deslizamientos que se producen en áreas donde la alteración profunda de los materiales, ligada a la existencia de un substrato impermeable y a la presencia de una fuerte pendiente, condiciona que cuando la humedad del terreno es óptima, los suelos resulten afectados por procesos de deslizamiento.

La existencia de algunas áreas con importantes estructuras de deslizamientos fósiles indica que estos fenómenos contribuyeron en mayor medida, en otros tiempos, a la modificación del paisaje.

2.6. SISMICIDAD

Según la Norma Sísmorresistente P.D.S.-1(1974), el Tramo Barcarrota-Aracena queda comprendido dentro de la "zona sísmica segunda" o de sismicidad media. Como puede verse en el esquema adjunto (Figura 12), todo el Tramo queda comprendido entre las isosistas VI y VII.

Según la citada Norma, en dicha "zona", para obras del grupo 2º, y para el grado VI de la escala macrosísmica internacional (M.S.K.), se considerará la acción sísmica en estructuras del tipo B, y no es preceptiva su consideración en estructuras del tipo C. Para el grado VII de la escala, ocurre lo mismo con las estructuras del tipo B, y será precisa la comprobación de elementos singulares de las estructuras del tipo C. Asimismo se señala que para el tipo C no es preceptivo, pero sí aconsejable, la consideración de la acción sísmica en el cálculo de la estructura.

Para las obras del grupo 3º, la Norma no es definitivamente clara. Dice que no se utilizarán estructuras de los tipos A y B. Y para estructuras del tipo C se prescribe la consideración de la acción sísmica para realizar su cálculo.

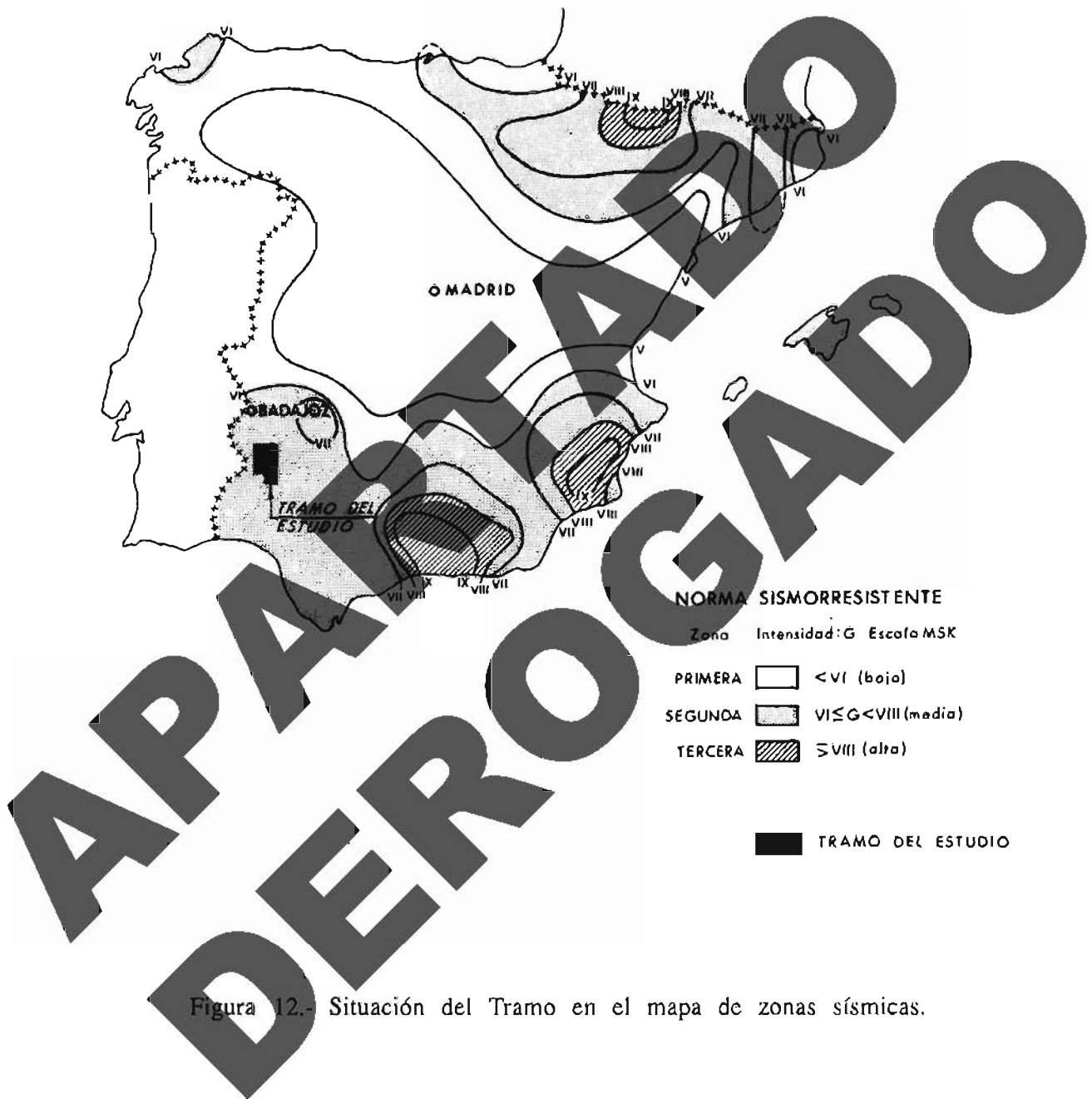


Figura 12.- Situación del Tramo en el mapa de zonas sísmicas.

3. ESTUDIO DE ZONAS

3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

El Tramo Barcarrota–Aracena se ha dividido en dos Zonas atendiendo a sus características geomorfológicas. (Ver Figura 13). La Zona 1 se ha denominado "sector centro–norte". Está conformada por relieves de suaves colinas, asociados unas veces con las formaciones pizarrosas más uniformes y extensas, y otras con afloramientos de materiales plutónicos. La Zona 2 se ha denominado "sector sur". Ocupa una franja al Sur del Tramo, y está representada por grandes alineaciones de sierras de dirección NO–SE.

3.1. ZONA 1: SECTOR CENTRO–NORTE

3.1.1. Geomorfología.

La Zona 1 ocupa aproximadamente 4/5 partes del Tramo de estudio, abarcando los sectores norte y centro del mismo. Se trata en parte de un territorio irregular, con un relieve formado por suaves colinas. Especialmente está asociada unas veces con las formaciones pizarrosas más uniformes y extensas, y otras con afloramientos de materiales plutónicos.

El paisaje agreste de sierras y valles más o menos encajados abunda tanto o más que el de suaves colinas. Estas áreas de relieve más acusado y quebrado vienen a estar ocupadas por series esquistosas en las que alternan materiales de distinta composición: esquistos, grauvacas, areniscas, vulcanitas, etc.

La ausencia de un paisaje con una clara estructuración morfológica de tipo hercínico, es decir, la falta de valles y sierras alineados en dirección ONO–ESE, es una de las diferencias esenciales, aparte de las puramente geológicas, de esta Zona 1 respecto de la Zona 2.

La irregular distribución de las formas positivas y negativas del paisaje se debe fundamentalmente a que en esta Zona 1 los ejes de los pliegues hercínicos fueron afectados por la intrusión de masas plutónicas, que rompieron la continuidad de los mismos, a la vez que modificaban sus orientaciones.

En un análisis pormenorizado del relieve, se podrían diferenciar los siguientes elementos:

- a) Vertientes
- b) Valles
- c) Sierras

a) Vertientes

Las pendientes de las laderas de la Zona 1 varían ampliamente entre valores bajos o moderados y moderadamente fuertes, y muy circunstancialmente muy fuertes. Estos mismos suelen darse en sierras muy agrestes del área, o bien en tramos cortos de algunos valles o barrancos estrechos y encajados.

Los relieves más suaves suelen darse en las áreas centrales del Tramo, y están muchas veces asociados con los materiales más antiguos y homogéneos, de edad precámbrica, y muy especialmente con los batolitos graníticos y granodioríticos.

La inestabilidad natural de las vertientes no es un fenómeno frecuente en exceso. Se trata en general de movimientos fósiles, de moderada y a veces gran envergadura, que se han detectado en la mayoría de los grupos litológicos diferenciados. Estos procesos se desarrollan en áreas de contactos mecanizados, entre formaciones de permeabilidad diferente, y en sectores muy tectonizados, dentro de una misma formación y a favor normalmente de superficies estructurales. En la actualidad la inestabilidad de laderas es un fenómeno bastante moderado, que afecta a los niveles del terreno más superficiales. En las formaciones pizarrosas son normales los fenómenos de cabeceo o vuelco de estratos. Esporádicamente también tienen lugar desprendimientos asociados con materiales de naturaleza masiva, como pueden ser los de origen volcánico o plutónico, así como los calcáreos.

Los fenómenos erosivos son frecuentes y se deben al tipo de precipitaciones y a la fuerte escorrentía superficial, que está condicionada por unos terrenos bastante impermeables por lo general, la ausencia de suelos potentes, y las fuertes pendientes existentes en la Zona. El incremento de la energía hidrodinámica que experimenta la red fluvial en épocas de crecida es realmente importante. Una muestra de ello puede verse en las viejas estructuras viales que cruzan el río Ardila, en las cuales queda patente un pasado bastante catastrófico a este respecto.

b) Valles

El perfil de los valles, de los numerosos existentes, recorridos en general por arroyos y riveras de corto curso, es en "V".

Existen pocos valles importantes. El del río Ardila, un cauce modesto de tipo artesa, es el que mayor desarrollo adquiere, y el único en donde los depósitos de terraza aluvial adquieren cierta dimensión.

El arroyo del Sillo tiene escasos depósitos de fondo de valle, y tiende a ser un valle en "V".

Los cursos de los ríos y arroyos suelen ser bastante encajados y su morfología es, por lo que respecta a los ríos y arroyos más importantes como el Ardila y Sillo, meandriforme.

El sistema de arroyos y barrancos está muy evolucionado, y constituye una red dendrítica en la que se observa un control estructural, especialmente en los cursos más desarrollados.

c) Sierras

Existen numerosas sierras cuya forma y distribución es heterogénea e irregular.

Uno de los paisajes característicos de esta Zona 1 es el proporcionado por los enclaves plutónicos de materiales graníticos y, en cierta medida, de los grandes afloramientos basálticos. Se trata del típico modelado en bolos: unas veces como masas más o menos aisladas dentro de un terreno alterado a jabre, y otras formando construcciones de aspecto ruiforme en terrenos mayormente denudados.

Es frecuente encontrar pequeñas alineaciones de cumbres, de escasa continuidad lateral (2 km en el caso más favorable), que están íntimamente relacionadas con las intercalaciones de cuarcitas en los materiales precámbricos. La sierra del Guijo, en el área centro-oeste de la Hoja de Jerez de los Caballeros, es un buen ejemplo.

Al Norte del Tramo existen sierras del tipo "cuerdas", de aspecto difuso, y constituidas por materiales carbonatados. La sierra del Cordel, al Oeste de Burguillos del Cerro, sería la más definitoria de este tipo de sierras. También se pueden englobar dentro de este tipo de sierras algunas alineaciones de cumbres, más difusas que las anteriores, existentes al Norte de Jerez de los Caballeros.

En el área sur de la Zona 1, las "cuerdas", que comienzan a adquirir direcciones hercínicas, suelen estar constituidas por materiales metamórficos y volcánicos (calizas, areniscas, grauvacas y basaltos), cuya competencia en proporción muy importante es alta o muy alta. El paisaje se hace a veces bastante abrupto. En este sector está la cota más alta de la Zona 1 y del Tramo, que es de 874 m. Corresponde a un punto de la sierra del Viento, equidistante de Cumbres Mayores e Hinojales.

3.1.2. Tectónica.

En el apartado 2.4. se hace una amplia descripción de las características tectónicas del Tramo, que son válidas para la totalidad de la Zona 1 y Zona 2, y a él hay que remitirse para un conocimiento más sistemático y generalizado. En este apartado se va a incidir en aquellas características propias que diferencian la Zona 1 de la Zona 2, y las cuales han servido, entre otros factores, para la división zonal. Las características más notables son las siguientes:

- En la Zona 1 la fase 1 de deformación es muy intensa, y los grandes mantos de cabalgamiento de la Zona 1 se producen en esta fase. (Ver Figura 16).

- Los materiales de la Zona 1 han sufrido un grado de metamorfismo mayor que los de la Zona 2 (Unidad metamórfica de Valuengo).

- La segunda fase no tiene representación en la Zona 1.

- La tercera fase genera pliegues verticales tipo “flexural–slip”.

- No existe una orientación persistente de los pliegues y de la esquistosidad S_1 , debido a las distorsiones que provoca sobre estas estructuras el emplazamiento de los numerosos macizos intrusivos.

- Los macizos intrusivos ligados a la primera fase de deformación sufren una cataclasis importante en la tercera fase de plegamiento.

- Como consecuencia de la existencia de rocas intrusivas, existen halos de metamorfismo alrededor de estos materiales plutónicos. (Ver Figuras 14 y 15).

- Relacionado con fases tardías (posteriores a las fases 1, 2 y 3), se desarrollan grandes pliegues suaves, de geometría cupuliforme, posiblemente ligados a intrusiones postfase. El granito de Bazona, existente al Sur de Jerez de los Caballeros, y los gabros de dicho pueblo han provocado estos tipos de estructuras. Asimismo la estructura gneísico–migmatítica de Valuengo presenta una estructura en domo, alargada, de Norte a Sur.

3.1.3. Columna estratigráfica

La columna estratigráfica de esta Zona 1 aparece en la Figura 17.

3.1.4. Grupos litológicos

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

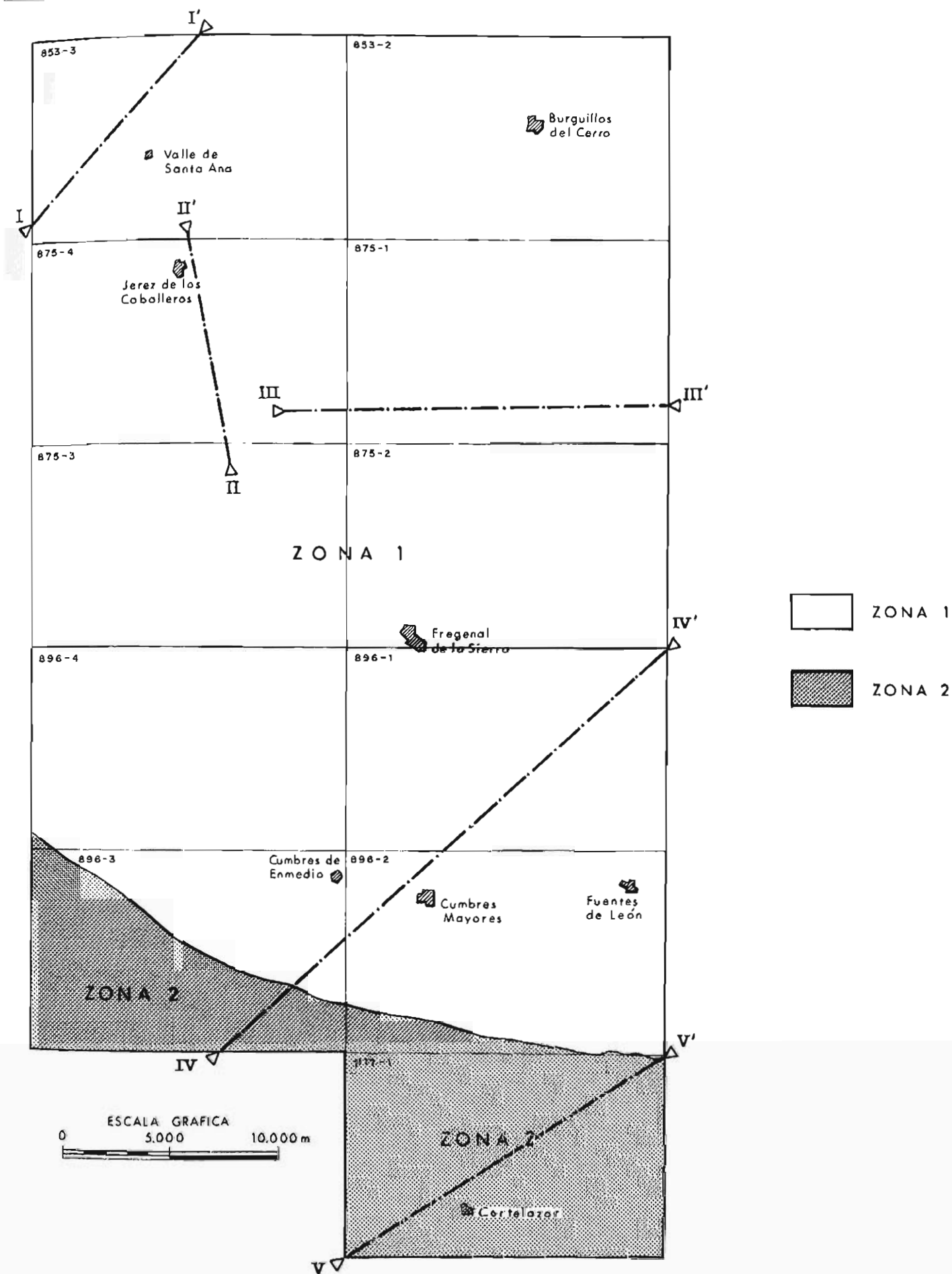
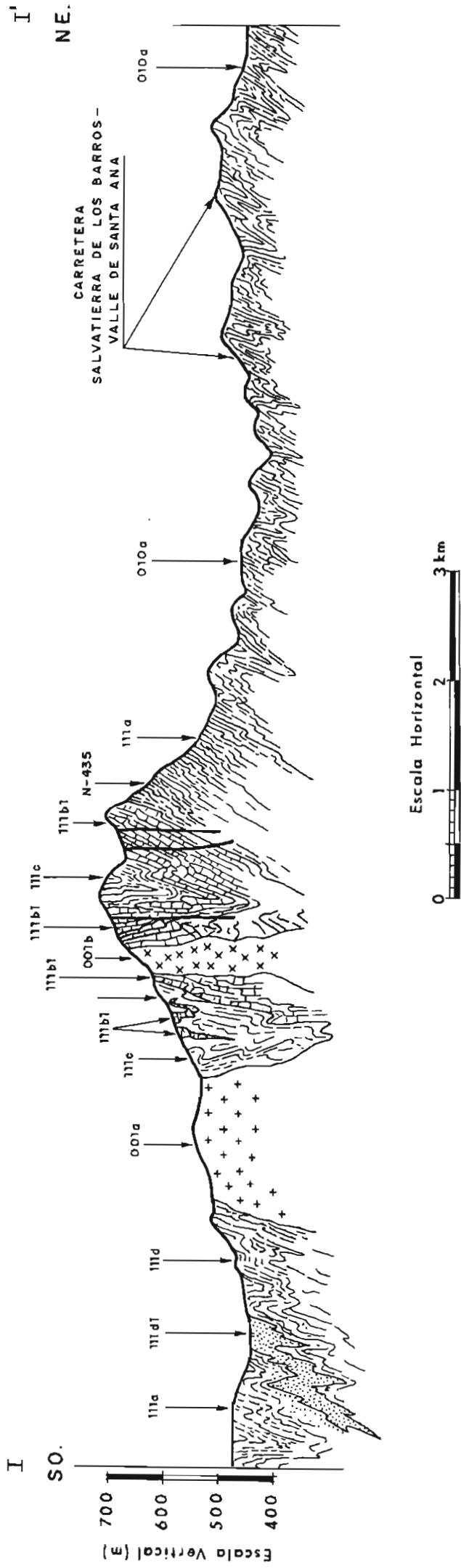


Figura 13.- Esquema donde se muestra la distribución en Zonas del Tramo del Estudio y la traza de los cortes geológicos realizados.

CORTE GEOLOGICO I - I'

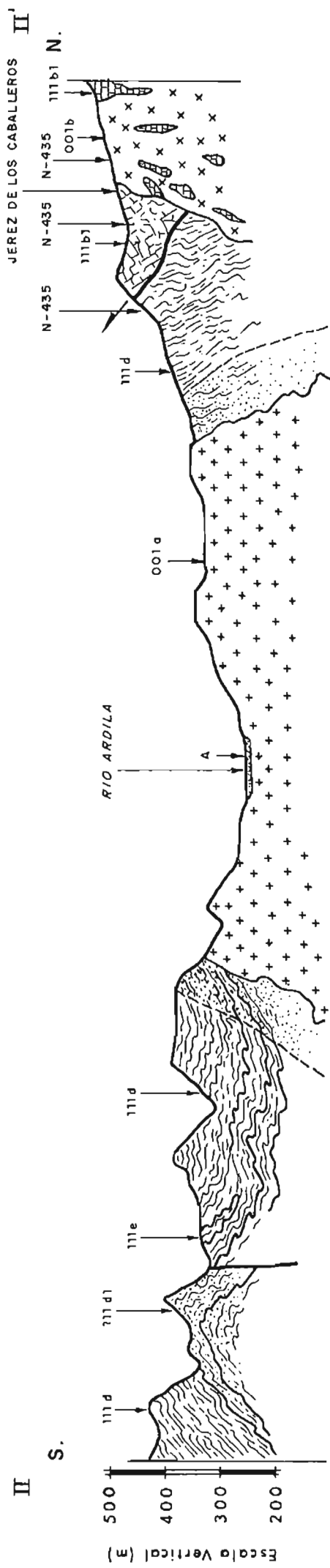


CORTE I-I'

- 111d.- Esquistos grauwáquicos.
- 111d1.- Intercalaciones de areniscas.
- 111c.- Complejo vulcano-sedimentario.
- 111b1.- Rocas de silicatos cálcicos, calcosquistos y rocas carbonatadas.
- 111a.- Pizarras y grauwacas silíceas.
- 010a.- Pizarras negras y esquistos grauwáquicos.
- 001b.- Gabros, noritas y dioritas.
- 001a.- Rocas graníticas.

Figura 14.- Corte geológico I-I', correspondiente a la Zona 1.

CORTE GEOLOGICO II - II'

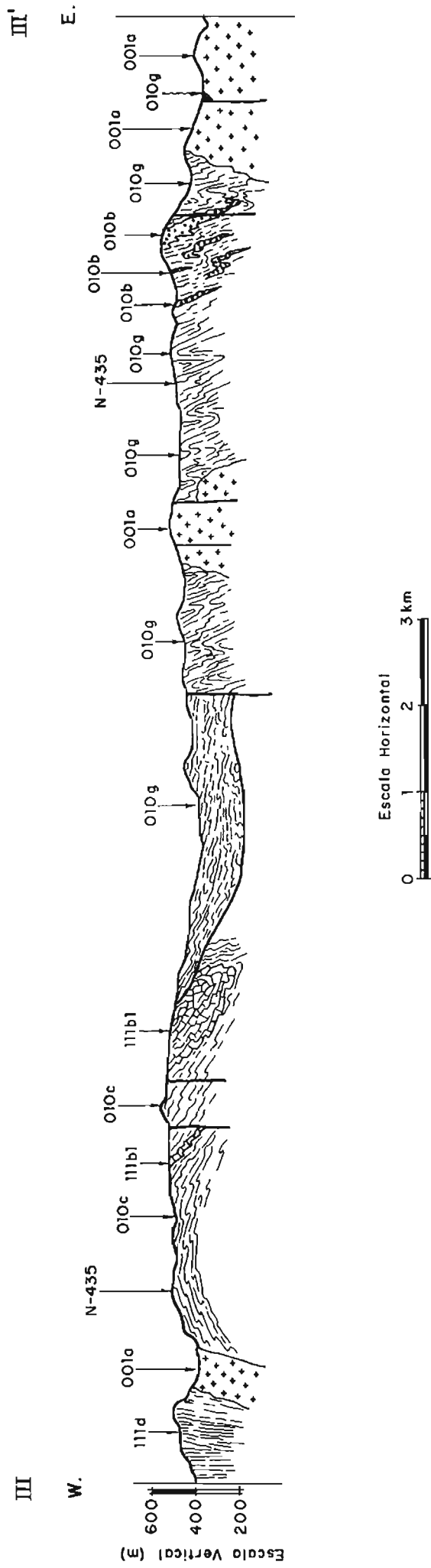


CORTE II-II'

- A.- Aluvial.
- 111d.- Esquistos grauwáquicos.
- 111d1.- Intercalaciones de areniscas.
- 111e.- Esquistos grauwáquicos y vulcanitas básicas.
- 111b1.- Rocas de silicatos cálcicos, calcoesquistos y rocas carbonatadas.
- 001b.- Gabros, noritas y dioritas
- 001a.- Rocas graníticas.

Figura 15.- Corte geológico II-II', correspondiente a la Zona I.


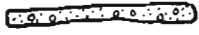

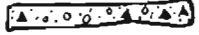


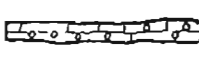


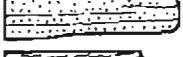
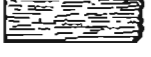



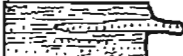
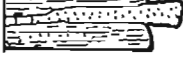

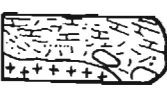


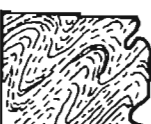
CORTE GEOLOGICO III - III'



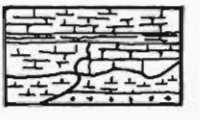



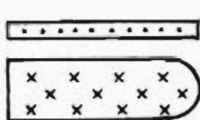
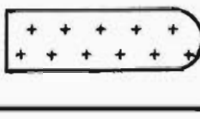


CORTE III-III'

- 111d.- Esquistos grauwáquicos.
- 111b1.- Rocas de silicatos cálcicos, calcoesquistos y rocas carbonatadas.
- 010g.- Esquistos biotíticos, gneíses, micacitas, cuarcitas y vulcanitas.
- 010c.- Complejo vulcano-sedimentario.
- 010b.- Cuarcitas negras y liditas.
- 001a.- Rocas graníticas.

Figura 16.- Corte geológico III-III', correspondiente a la Zona I.

COLUMNA LITOLÓGICA	GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO	LITOLOGIA	EDAD
	W	G-17	Depósitos antrópicos.	CUATERNARIO
	A, a	G-16	Aluviales.	CUATERNARIO
	V	G-15	Fluviales.	CUATERNARIO
	ca	G-15	Coluvio-aluviales.	CUATERNARIO
	c	G-15	Coluviales.	CUATERNARIO
	Q	G-14	Travertinos.	CUATERNARIO
	321	G-14	Calizas y conglomerados con cemento carbonatado.	TERCIARIO
	113	G-13	Pizarras, areniscas y niveles microconglomeráticos.	CAMBRICO
	112b	G-10	Rocas volcánicas verdes, basaltos y espilitas.	CAMBRICO
	112a	G-12	Areniscas blanquecinas y cuarcitas blancas.	CAMBRICO
	111g	G-11	Pizarras violáceas y verdosas.	CAMBRICO
	111f	G-11	Alternancia de pizarras y areniscas.	CAMBRICO
	111fi	G-11	Aglomerados volcánicos.	CAMBRICO
	111e	G-10	Esquistos grauwáquicos y vulcanitas básicas.	CAMBRICO
	111d	G-11	Esquistos grauwáquicos.	CAMBRICO
	111d1	G-11	Intercalaciones de areniscas.	CAMBRICO
	111c	G-9	Complejo vulcano-sedimentario.	CAMBRICO
	111b1	G-8	Rocas de silicatos cálcicos, calcoesquistos y rocas carbonatadas.	CAMBRICO
	111b3	G-7	Intercalaciones de cuarcitas.	CAMBRICO
	111b2	G-7	Calizas, mármoles, calizas marmóreas, dolomías, calizas dolomíticas y calcoesquistos.	CAMBRICO
	111a	G-2	Pizarras y grauwacas silíceas.	CAMBRICO

COLUMNA LITOLOGICA	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO	LITOLOGIA	EDAD
	010g	G-3	Esquistos biotíticos, gneises, micacitas, cuarcitas y vulcanitas.	PRECAMBRICO
	010f1	G-3	Porfiroides cuarzofeldespáticos.	PRECAMBRICO
	010f	G-11	Pizarras y esquistos grauwáquicos.	PRECAMBRICO
	010c	G-7	Calizas, dolomías y calizas marmóreas.	PRECAMBRICO
	010c	G-3	Gneises migmatíticos, gneises biotíticos y porfiroides.	PRECAMBRICO
	010c1	G-3	Meta-arcosas y cuarcitas.	PRECAMBRICO
	010b	G-2,G-3	Cuarcitas negras y liditas.	PRECAMBRICO
	010a	G-2	Pizarras negras y esquistos grauwáquicos.	PRECAMBRICO


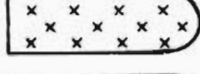
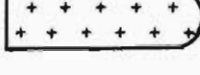
COLUMNA LITOLOGICA	GRUPO LITOLOGICO	GRUPO GEOTECNICO	LITOLOGIA
	002	G-1	Sills, diques de cuarzo y diques graníticos.
	001a	G-1	Rocas graníticas.
	001b	G-1	Gabros, noritas y dioritas.

Figura 17.- Columna estratigráfica de la Zona 1.

DEPOSITOS ANTROPICOS, (W).

Litología.— Este grupo litológico está constituido por las escombreras de las minas más importantes de la zona, tales como las de Colmenar y Santa Justa, entre otras. Litológicamente está constituido por bloques y fragmentos polimícticos, poligénicos y muy angulosos. Son materiales sueltos con una ausencia total de cementación. (Foto 1).

Estructura.— Los materiales de este grupo presentan una estructura masiva. La potencia oscila de 0,5 m a 15 m.

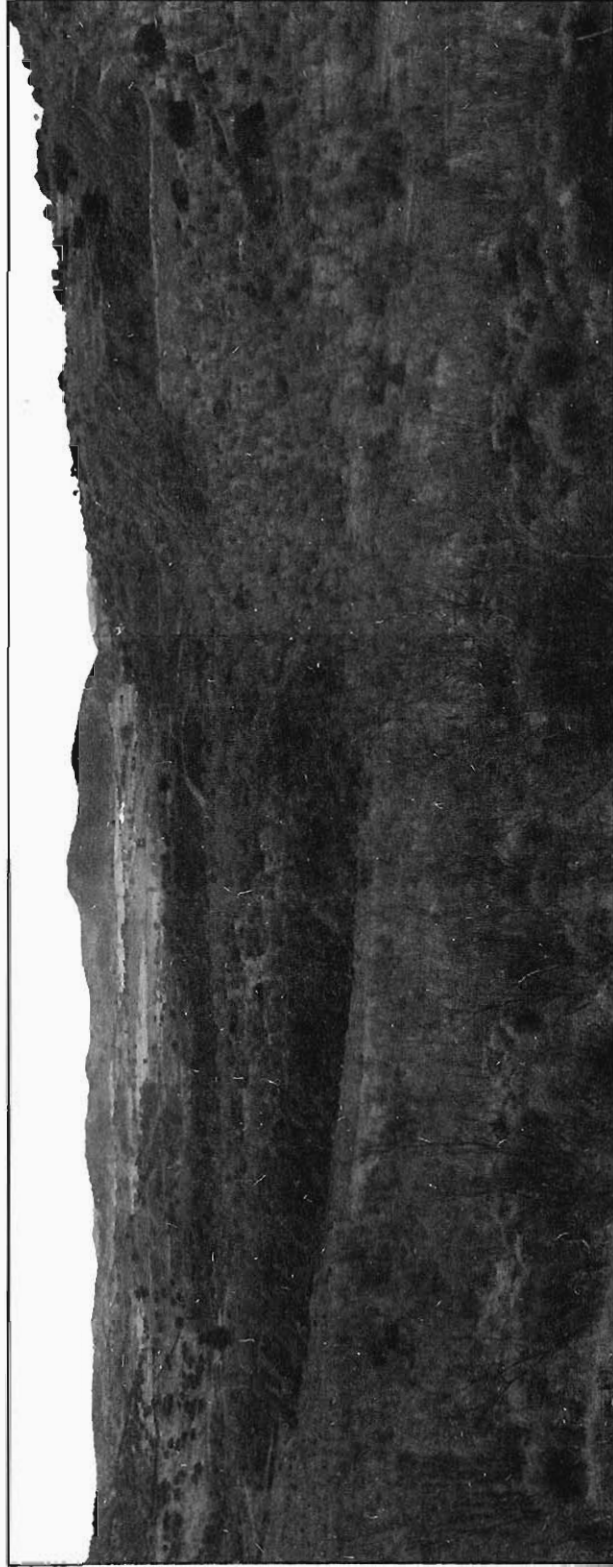


Foto 1.- Depósitos antrópicos constituidos por las escombreras de la mina de San Guillermo.

Geotecnia.-

-Permeabilidad: Muy buena, por infiltración.

-Problemas geomorfológicos: No se han observado.

-Taludes artificiales observados: Menores de 5 m.

Pendientes: Cercanas al 1H:1V.

Problemas: No se han detectado.

-Capacidad portante: Se estima en principio baja.

-Ripabilidad: Estos materiales se consideran ripables por medios mecánicos normales.

ALUVIALES, (A,a).

Litología.- Los aluviales cartografiados en el Tramo de estudio pertenecen a los ríos Ardila y Múrtiga, y a los diversos arroyos del Tramo, entre los que destacan el arroyo del Sillo, arroyo de Moriano y rivera de Hinojales.

Este grupo litológico está constituido por arenas, gravas y bolos poligénicos, angulosos, poco o nada redondeados y de 7 cm a 25 cm de diámetro. Existen intercalaciones de pequeños lentejones areno-limosos. En las áreas aterrazadas suele existir un pequeño recubrimiento limoso. (Foto 2).

Estructura.- Este grupo está situado en los cursos actuales de los ríos, arroyos y riveras. Posee una estructura canalizada y netamente discordante con los grupos litológicos infrayacentes. Su potencia está comprendida entre los 0,5 m y 2 m (aluvial "a"), y los 2 m y 5 m (aluvial "A").

Geotecnia.-

-Permeabilidad: Por infiltración.

-Problemas geomorfológicos: Los procedentes de la dinámica fluvial.

-Taludes artificiales observados: Ninguno.

-Taludes recomendados: No parece que vayan a dar taludes, debido a su disposición en el fondo de los valles.



Foto 2.- Aluvial actual del arroyo de Rubiales en las proximidades de la localidad de Valle de Santa Ana, constituido por niveles de arenas y gravas.

-Capacidad portante: Se estima en general baja, aunque dada la escasa potencia que normalmente tienen estos sedimentos, cualquier requerimiento algo importante de esfuerzo de una estructura habrá de ser remitido siempre al substrato.

-Ripabilidad: Materiales ripables.

ELUVIALES, (v).

Litología.- Este grupo litológico está representado por un potente suelo de color rojizo que procede de la meteorización de rocas básicas y carbonatadas. Se trata de un suelo cohesivo, muy arcilloso, con detritos de tamaños arena y limo. Posee una compacidad y dureza muy bajas.

Estructura.- Este grupo litológico presenta una estructura de montera sobre los materiales de los que procede. Interiormente presenta una estructura masiva. La potencia de alteración es irregular y oscila de 0 m a 1,5 m.

Geotecnia.-

-Permeabilidad: media, por fisuración, y baja, por infiltración.

-Problemas geomorfológicos: No se han detectado.

-Taludes artificiales observados: Inferiores a 2 m de altura.

Pendientes: entre 60° y 70°.

Problemas: pequeños

COLUVIO-ALUVIALES, (ca).

Litología.– Este grupo está constituido por materiales limo-arenosos y arcillosos, junto con gravas poligénicas y angulosas.

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

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

COLUVIALES, (c).

Litología.– La composición de este grupo litológico varía en función de la composición de su área fuente. En áreas de rocas metamórficas de naturaleza silíceas, está constituido por limos arcillosos y arcillas, con cantos dispersos de rocas metamórficas. En áreas predominantemente calcáreas, este grupo suele estar formado por arcillas rojas de decalcificación, muy plásticas ("terra rossa"). En áreas graníticas está constituido por arenas limoso-arcillosas, y limos arenosos.

Estructura.– Este grupo se dispone al pie de las elevaciones topográficas y en zonas de vaguada. Interiormente posee una estructura masiva. Su potencia es muy irregular, pero oscila entre 0 m y 2,5 m.

Geotecnia.–

-Permeabilidad: Por infiltración, en general baja. En zonas graníticas varía de moderada a alta.

-Problemas geomorfológicos: Son frecuentes los suelos, tanto en formaciones esquistosas como en plutónicas, que presentan signos de reptación. En áreas metamórficas es frecuente ver roturas superficiales por vuelcos de capas pizarrosas, que engrosan el manto de recubrimientos existente sobre estos materiales y que normalmente no es cartografiable.

-Taludes artificiales observados: Constituyen una somera montera en los taludes excavados en el substrato.

Problemas: suele ser bastante inestable.

-Taludes recomendados: Se deben dar pendientes muy tendidas.

-Capacidad portante: Baja o muy baja.

-Ripabilidad: Materiales ripables.

TRAVERTINOS, (Q).

Litología.— Este grupo litológico está constituido por una caliza tobácea muy oquerosa y con numerosas huellas vegetales. Se presenta de forma general con tonos claros y color crema-rosado.

Estructura.— Depósitos locales acuñados lateralmente en disposición horizontal y debidos en gran medida a precipitación de CO_3Ca sobre materia vegetal. Interiormente presenta una textura oquerosa y una porosidad muy alta. La potencia máxima estimada de este grupo litológico es de 3 a 4 m.

Geotecnia.—

-Permeabilidad: Media – alta.

-Problemas geomorfológicos: No se han observado.

-Taludes artificiales observados: Menores de 5 m.

Pendientes: Subverticales.

Problemas: No se han observado.

-Taludes recomendados: Subverticales.

-Capacidad portante: Media.

-Ripabilidad: Se considera un grupo que posee una ripabilidad marginal.

CALIZAS Y CONGLOMERADOS CON CEMENTO CARBONATADO, (321).

Litología.– Este grupo litológico está constituido por conglomerados poligénicos de grano medio, cementados por carbonatos. Hacia techo pierden su carácter conglomerático y pasan a calizas micríticas blancas. Estas calizas suelen ser bastante oquerosas y poseen una compacidad y dureza altas. Las tonalidades en roca fresca son blanco–rosáceas. El grado de alteración de los niveles carbonatados es alto, dando suelos arcillosos de color rojo vinoso.

Estructura.– Este grupo litológico presenta una estructura tabular. Se dispone subhorizontalmente sobre los materiales metamórficos. Presenta una textura conglomerática. La dureza es alta. Como norma general los conglomerados están fuertemente cementados por carbonatos, y muestran por ello una compacidad muy alta. Su grado de fracturación es moderado. La potencia total estimada varía de 3 m a 6 m.

Geotecnia.–

–Permeabilidad: Por karstificación.

–Problemas geomorfológicos: No se han observado.

–Taludes artificiales observados: Inferiores a 2 m de altura.

Pendientes: Subverticales.

Problemas: No se han observado.

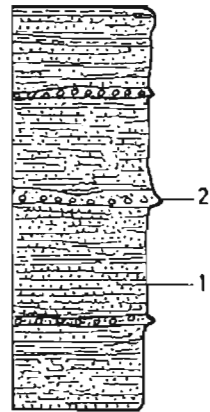
–Taludes recomendados: Subverticales.

–Capacidad portante: Se estima moderada.

–Ripabilidad: Se consideran materiales no ripables.

PIZARRAS, ARENISCAS Y NIVELES MICROCONGLOMERATICOS, (113).

Litología.– Este grupo litológico está compuesto por pizarras, areniscas e intercalaciones de microconglomerados. Se trata de una sucesión que presenta un aumento de la granulometría hacia techo. Los tramos inferiores están constituidos por unas pizarras areníticas bandeadas, en donde se distinguen lechos milimétricos de diferente granulometría, entre limo fino y grueso o arena muy fina. Al subir en la serie va aumentando el número de niveles areniscosos, a la vez que aumenta la potencia de los mismos. Las intercalaciones microconglomeráticas son abundantes a techo. (Figura 18).



GRUPO 113

- 1.- Pizarras y areniscas.
- 2.- Intercalaciones de microconglomerados.

Figura 18.- Esquema litológico del grupo 113.

Estructura.– Este grupo litológico presenta en su estructura una marcada pizarrosidad, y está afectado por un metamorfismo de grado muy bajo. El grado de alteración es alto. Prácticamente todo el grupo aparece intensamente bioturbado y es frecuente observar laminaciones cruzadas y granoclasificaciones en las areniscas. En las areniscas es frecuente encontrar estructuras “herring-bone”. La potencia aproximada de este grupo litológico se estima en 350 metros.

Geotecnia.–

–Permeabilidad: Esencialmente por fisuración.

–Problemas geomorfológicos: Se ha detectado un corrimiento fósil importante y algunos movimientos superficiales de menor importancia.

–Taludes artificiales observados: De alturas medias, menores de 15 m.

Pendientes: Entre 55° y 65°.

Problemas: Desprendimientos y corrimientos, moderados, de cuñas.

–Taludes recomendados: En razón de la dirección y buzamiento (normalmente fuertes) de los estratos de pizarra y areniscas con respecto al talud, y el grado de tectonicidad, las pendientes aconsejables deben oscilar entre 1H:1,5V y 1H:2V. La posibilidad de realizar excavaciones con este último valor será sin duda alta en taludes de alturas medias. De forma local, las condiciones geomorfológicas de inestabilidad de vertiente determinarán que el valor de la pendiente de la excavación sea bastante reducido.

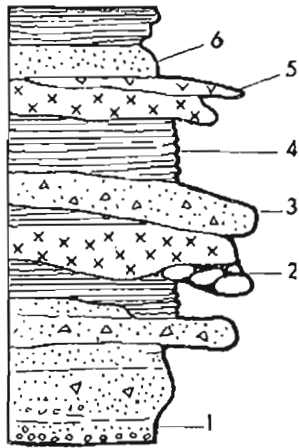
–Capacidad portante: En apoyos superficiales o poco profundos a media ladera, la capacidad resistente de estos terrenos se estima en principio entre

moderada y moderadamente alta. Circunstantialmente el valor podrá ser bajo debido a condiciones geomorfológicas adversas. En requerimientos a profundidad el terreno debe presentar, salvo contadas excepciones, valores altos de resistencia.

-Ripabilidad: Materiales ripables en general.

ROCAS VOLCANICAS VERDES, BASALTOS Y ESPILITAS, (112b).

Litología.— Este grupo litológico está constituido por una alternancia vulcano-sedimentaria formada por basaltos, tobas y brechas volcánicas, cineritas, diabasas, areniscas y pizarras, que forman un conjunto de tonalidad verdosa (rocas volcánicas verdes), muy meteorizable. (Figura 19).



GRUPOS (112a) y (112b)

- 1.- Areniscas blancuecinas y cuarcitas blancas, (112a).
- 2.- Basaltos y lavas almohadilladas, (112b).
- 3.- Brechas y tobas, (112b).
- 4.- Intercalaciones de areniscas y pizarras, (112b).
- 5.- Diabasas, (112b).
- 6.- Cineritas. (112b).

Figura 19.- Esquema litológico de los grupos (112a) y (112b).

Las rocas efusivas están representadas por tobas, brechas y lavas de composición basáltica. Las tobas y brechas tienen un color gris en roca fresca, que pasa a colores oscuros y rojizos violáceos por alteración.

Las brechas volcánicas están formadas por cantos poligénicos de pizarras, areniscas y rocas volcánicas, muy heterométricos, englobados en una matriz volcánica de grano fino en la que se pueden apreciar fenocristales de feldespato. Alcanzan potencias de varios metros y su extensión lateral es considerable.

Los paquetes de basalto poseen colores verdosos, grises y violáceos, siempre en tonos oscuros. Es muy frecuente encontrar niveles de pillow-lavas, con criterios muy claros de polaridad. (Foto 3).

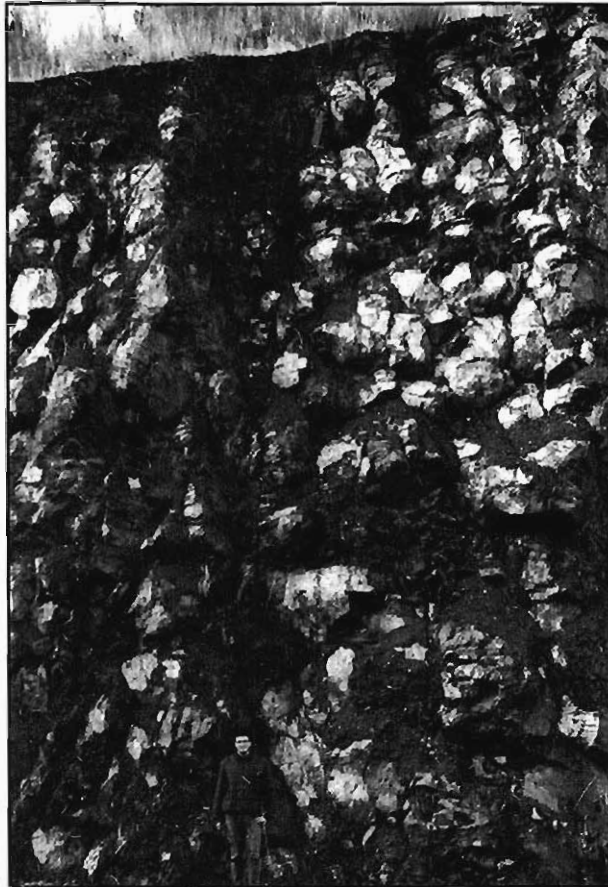


Foto 3.- Basaltos pertenecientes al grupo litológico (112b). En esta foto se puede observar la morfología típica de pillow-lavas. Talud en la variante en construcción de la carretera N-435, en las proximidades del P.K. 118,5 de la actual.

Los basaltos presentan textura porfídica holocristalina o hipocristalina, y están formados por plagioclasa y óxidos de hierro como minerales principales, opacos y rutilo como accesorios, y clorita, minerales sericíticos-arcillosos, carbonatos, epidota, cuarzo, esfena y leucoxeno, como secundarios. Todo está cementado por una matriz microcristalina, rica en clorita y opacos. Es muy frecuente encontrar los basaltos con textura vacuolar, estando las vacuolas rellenas de calcita y clorita.

Es muy frecuente encontrar jaspes asociados a los basaltos. Suelen tener colores rojos y decímetros de potencia. Están constituidos por sílice esferoidal con zonas de cristales mayores de cuarzo.

También son muy comunes las intercalaciones de pizarras y areniscas entre los episodios volcánicos. Son pizarras laminadas, versicolores, con

abundante fajeado milimétrico. En éste los niveles más claros se corresponden con una composición cuarzo-feldespática, y permiten distinguir superficies de estratificación. Las areniscas presentan colores que van desde el blanco al rojo violáceo, y del verde al negro. Son de grano muy fino y se muestran muy compactas, por lo que es muy difícil diferenciarlas de "visu" con las rocas volcánicas. Su composición es fundamentalmente de cuarzo y pequeños fragmentos de rocas volcánicas.

Estructura.— Este grupo presenta una estructura muy variable, debido a su origen y composición.

Las tobas y rocas efusivas tienen una estructura brechoide. Su potencia suele ser de varios metros.

Los paquetes de basalto se presentan generalmente con una textura masiva. Es muy frecuente encontrar en los basaltos niveles en los que se observa una estructura en "pillow". Interiormente presentan textura porfídica holocristalina o hipocristalina. Los niveles basálticos pueden alcanzar los 20 m de potencia.

Los sills de naturaleza diabásica poseen una potencia muy variable, y se encuentran intercalados en la serie. Se diferencian de "visu" de los basaltos por la textura diabásica, la ausencia de vacuolas y por no presentar disyunción en bolos.

Las intercalaciones pizarrosas poseen una forma lenticular y una estructura laminada con un fajeado milimétrico. Las intercalaciones de areniscas suelen ser muy compactas, de grano muy fino y textura masiva.

La potencia aproximada de este grupo litológico es de 200 m.

Geotecnia.—

—Permeabilidad: Moderada, por fisuración.

—Problemas geomorfológicos: Se han detectado numerosos sectores con deslizamientos y corrimientos fósiles superficiales y profundos, algunos bastante importantes dimensionalmente. En todo caso se requerirán estudios detallados de la estructura y geomorfología del área.

—Taludes artificiales observados:

Altura: La mayoría son taludes menores de 10 m. Aunque existen algunos de nueva construcción que pueden superar los 15 m.

Pendientes: En general se han intentado excavar con valores de 1H:2V.

Problemas: Las paredes del talud quedan muy irregulares, con abundantes sectores potencialmente peligrosos por fenómenos de desprendimientos y corrimientos de cuñas, en general de pequeño o moderado tamaño. Existen sectores de profunda alteración, coincidentes normalmente con niveles tobáceos y pizarreños. Lo mismo ocurre en las áreas de contacto de estos materiales con otras formaciones, en las que se acusa preferentemente la inestabilidad.

-Taludes recomendados: En general valores superiores a los 55° darán muchos problemas de inestabilidad. Estos tendrán dimensiones importantes cuando se incida sobre un área afectada por inestabilidad natural fósil. En estos casos los taludes no deberán superar los 45°. Se considera muy importante la construcción de una amplia cuneta al pie del talud.

-Capacidad portante: Podría variar en una amplia gama de valores, en razón de la estructura local y de la alteración de la roca. En condiciones normales el valor será alto y muy alto, pero en ciertas circunstancias, relativamente frecuentes, (profunda alteración, áreas de inestabilidad natural, alta tectonicidad, etc), la capacidad portante descenderá a valores medios e incluso, circunstancialmente, a bajos.

-Ripabilidad: Ripable en baja proporción, en razón de la áreas muy alteradas y fuertemente fracturadas.

ARENISCAS BLANQUECINAS Y CUARCITAS BLANCAS, (112a).

Litología.— Este grupo litológico está constituido por cuarcitas de colores claros. Son cuarcitas y ortocuarzitas formadas fundamentalmente por cuarzo, plagioclasa, sericita, moscovita, circón, turmalina y opacos. (Figura 19).

En el área centro-oriental del Tramo de estudio, al NE de la localidad de Fuentes de León, los niveles de areniscas se encuentran enriquecidos con niveles vulcanoclásticos de naturaleza cuarzo-queratofídica y tobas retrabajadas.

Estructura.— Este grupo litológico está estructurado en bancos de carácter masivo, que poseen una textura granuda constituida por un mosaico de granos de cuarzo. Es difícil observar en él superficies de estratificación. La dureza y compacidad son muy altas. Este grupo litológico posee una potencia aproximada de 100 m.

Geotecnia.—

-Permeabilidad: Por fisuración.

–Problemas geomorfológicos: Su afloramiento constituye el área de cumbre de una cuerda montañosa.

–Taludes artificiales observados: menores de 15 m de altura.

Pendientes: Muy fuertes.

Problemas: Pequeños desprendimientos.

–Taludes recomendados: Entre 60° y 70°, según el grado de tectonicidad del área.

–Capacidad portante: Se estima de alta a muy alta.

–Ripabilidad: Materiales no ripables.

PIZARRAS VIOLACEAS Y VERDOSAS, (111g).

Litología.– Este grupo litológico está constituido por pizarras limolíticas de color rojo violáceo a verdoso, que presentan intercalaciones de niveles areníticos finos de espesor milimétrico a centimétrico. Son frecuentes las laminaciones paralelas y raramente se observan granoclasificaciones. (Figura 20).

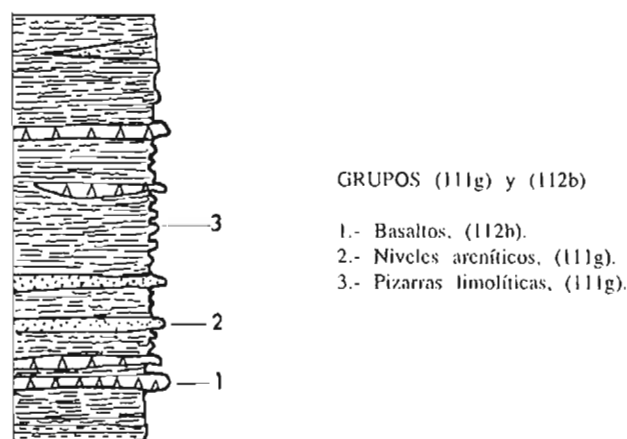


Figura 20.- Esquema litológico de los grupos (111g) y (112b).

En el área central del Tramo, dentro del grupo litológico, aparecen pizarras y grauvacas con bioturbaciones, registrando la serie una intensa actividad orgánica.

Estructura.— Este grupo litológico presenta una estructura tabular en la que se observa una esquistosidad de plano axial y otra de fractura, más espaciada. Son frecuentes las laminaciones paralelas. Este grupo se puede considerar un cambio lateral de facies del grupo (111f). Está afectado por un metamorfismo de grado muy bajo. Los grados de alteración y fracturación son altos. La potencia de esta formación se estima entre 350 m y 500 m.

Geotecnia.—

—Permeabilidad: Por fisuración

—Problemas geomorfológicos: Se han detectado numerosos casos de inestabilidad de ladera. En general se trata de movimientos fósiles poco profundos o superficiales, aunque también los hay profundos. El relieve normalmente es acusado.

—Taludes artificiales observados: Inferiores a 15 m de altura.

Pendientes: En general no superan los 55°.

Problemas: Corrimientos a favor de las superficies de sedimentación. Carácter flyschoides de la serie. Se presentan áreas con una fuerte tectonicidad y muy alteradas.

—Taludes recomendados: En razón de las distintas estructuras sedimentarias, los cambios litológicos que pueden darse en la formación (niveles masivos y duros en alternancia con otros más blandos y pizarrosos, los claramente flyschoides en capas centimétricas y decimétricas o los profundamente tectonizados), y la disposición geométrica de las distintas discontinuidades de la roca respecto a la carretera, los taludes podrán tener valores comprendidos entre 1H:1V y 1H:2V. Pendientes mayores solo podrán darse circunstancialmente.

—Capacidad portante: Por las mismas circunstancias apuntadas anteriormente, los valores resistentes del terreno podrán fluctuar ampliamente. En apoyos superficiales y poco profundos a media ladera, las condiciones pueden ser muy desfavorables.

—Ripabilidad: Son materiales ripables en alta proporción.

ALTERNANCIA DE PIZARRAS Y ARENISCAS, (111f), Y AGLOMERADOS VOLCANICOS, (11f1).

Litología.— El grupo litológico (111f) está constituido por una alternancia de pizarras y areniscas. La base del grupo está representada por unos nive-

les de escasos metros de potencia, de calizas con nódulos pizarrosos, que en seguida pasan a pizarras con nódulos carbonatados. Finalmente el grupo se va empobreciendo en carbonatos, hasta dar lugar a la alternancia de pizarras y areniscas, constitutiva del grupo litológico (111f). (Figura 21).

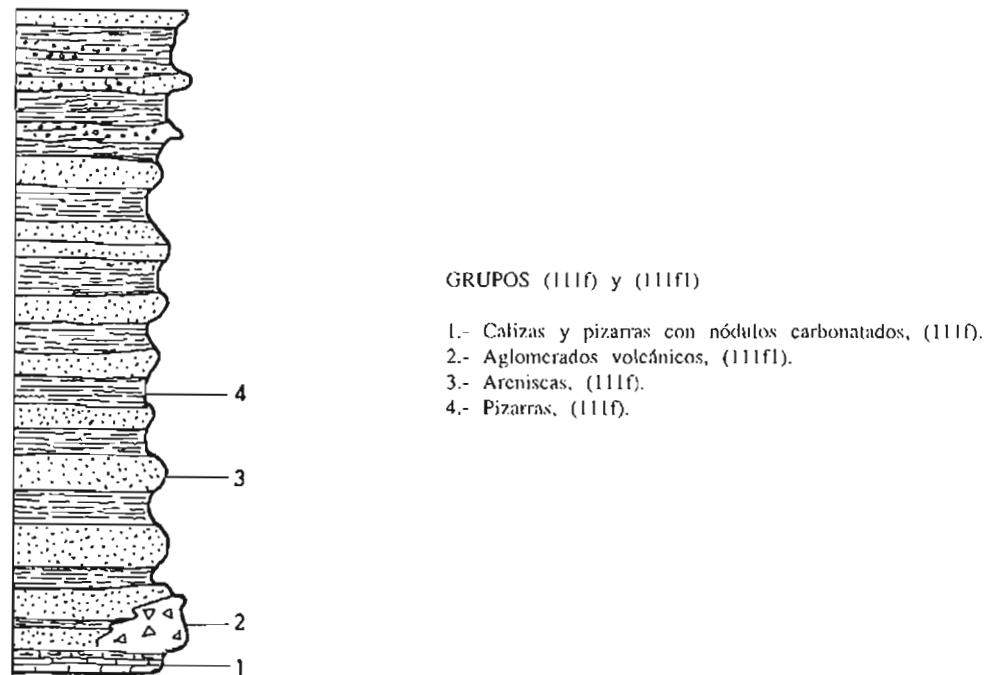


Figura 21.- Esquema litológico de los grupos (111f) y (111f1).

En la base del grupo litológico (111f) aflora, por otra parte, un conjunto de rocas volcánicas (fundamentalmente aglomerados volcánicos), que se definen como el subgrupo litológico (111f1). Debido al potente espesor de suelos existente en la zona aflorante, existen pocos sitios donde aflore claramente. Se trata de rocas de color grisáceo, que varían su coloración en función del contenido en opacos (magnetita) diseminados y en clorita.

Dentro del grupo (111f), la potencia de cada banco puede oscilar entre 10 cm y varios metros, siendo la más común de 0,5 metros, tanto para los niveles de areniscas como para las pizarras limo-argilíticas.

Los episodios de areniscas del grupo (111f) presentan tonalidades verdes y cremas claros. Tienen un tamaño de grano de medio a fino en la mayoría de los casos, aunque ocasionalmente pueden presentarse como areniscas de grano grueso e incluso como conglomerados de grano fino. (Foto 4).

Los términos pizarrosos que constituyen esta alternancia poseen colores rojos y violáceos, aunque también los hay blancos, verdes y ocras, que son



Foto 4.- Alternancia de pizarras y areniscas constitutivas del grupo litológico (111f). Talud excavado en el P.K. 120,5 de la carretera N-435.

debidos a la alteración superficial. Están constituidos por minerales arcillosos (entre los que predomina la argilita), cuarzo, plagioclasa, moscovita y opacos.

Estructura.– El grupo litológico (111f) posee una estructura alternante de bancos detríticos y pizarrosos. Dentro de los paquetes detríticos se han distinguido estructuras tipo “load-cast”, “ripple-mark”, “cross-bedding”, “graded-bedding” y “acanaladuras”. Las pizarras presentan una textura pelítica con estructuras intersticiales y una rotura pseudoconcoide. La estructura del grupo (111f) es lentejonar y se acuña lateralmente.

Estas formaciones están afectadas por un metamorfismo de grado muy bajo. La dureza y compacidad son altas. Los grados de alteración y fracturación son altos. La potencia aproximada de estos grupos litológicos oscila entre 1.800 m y 650 m.

Geotecnia.–

–Permeabilidad: Moderada a baja, esencialmente por fisuración.

–Problemas geomorfológicos: Las vertientes son estables en general, aunque se dan pequeños problemas puntuales de inestabilidad superficial y, más raramente, de rotura gravitacional profunda.

–Taludes artificiales observados:

Alturas: en general menores de 7 m. Circunstancialmente pueden superar los 10 m ó 15 m. No se han observado en el grupo (111f1).

Pendientes: En general fuertes, superiores a los 60° (grupo 111f).

Problemas: Desprendimientos y corrimientos de grandes cuñas que configuran finalmente unos taludes muy irregulares, con alto riesgo de inestabilidades futuras, especialmente en taludes medios–altos. Alternancia de estratos competentes e incompetentes impermeables, fuertemente diaclasados y con frecuentes sectores con fallas importantes.

–Taludes recomendados: La dirección y potencia de las distintas capas alternantes y la tectonicidad local deben decidir en última instancia el valor de la pendiente del talud, que para desmontes medios y altos no deberá superar normalmente los 55°.

Se considera muy necesaria la creación de una amplia cuneta al pie del talud. Las condiciones para el grupo (111f1) no han podido ser establecidas por ausencia de cortes claros en el terreno, aunque se suponen peores que para el (111f).

–Capacidad portante: Salvo en apoyos relativamente superficiales a media ladera, en los que la condición resistente del terreno puede quedar rebajada por la estructura local, la capacidad soporte de los materiales del grupo (111f) se considera alta normalmente, e incluso muy alta en los estratos masivos areniscosos. Para el grupo (111f1) los valores oscilarán entre medios y altos.

–Ripabilidad: Los grupos (111f) y (111f1) poseen una ripabilidad marginal.

ESQUISTOS GRAUVAQUICOS Y VULCANITAS BASICAS, (111e).

Litología.– Este grupo litológico se encuentra intercalado dentro del grupo litológico (111d). Está constituido por materiales de naturaleza esquisto–grauváquica en los que se pueden observar rocas volcánicas de carácter espilítico y de color negro y verde muy oscuro. (Figura 22). Predominan en este grupo las coladas lávicas sobre las manifestaciones piroclásticas, que aparecen como intercalaciones dentro de aquéllas. (Foto 5). Las vulcanitas básicas son rocas ricas en plagioclasa albitica, carbonatos, clorita, anfíbol, opacos y epidota.

Estructura.— Este grupo litológico presenta una estructura alternante, ya que en la serie esquistoso-grauváquica se intercalan coladas de vulcanitas básicas de estructura lentejonar. Interiormente las vulcanitas básicas poseen una textura masiva, mientras que los esquistos grauváquicos poseen abundantes planos de pizarrosidad. La dureza y compacidad es muy alta en las vulcanitas básicas. Este grupo se encuentra fuertemente plegado y tectonizado, con un grado de metamorfismo bajo. El grado de fracturación es alto-moderado, y el grado de alteración es moderado. La potencia estimada de esta formación es de 350 m.

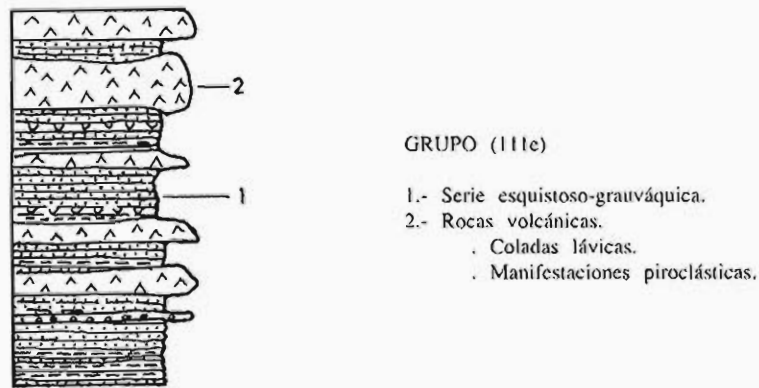


Figura 22.- Esquema litológico del grupo (111e).

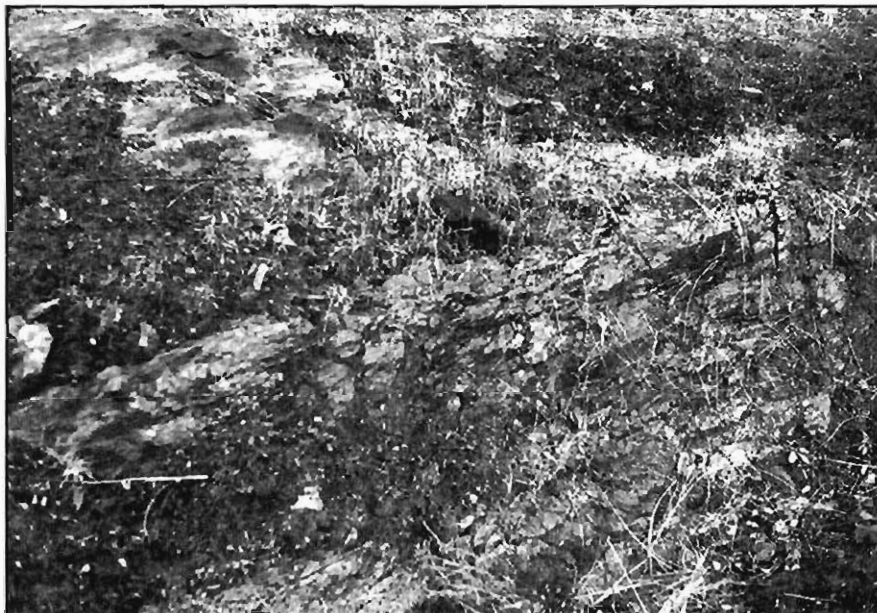


Foto 5.- Niveles oscuros, muy duros, de rocas volcánicas de carácter espilitico, intercalados dentro de una serie de materiales esquistoso-grauváquicos de naturaleza metapiroclástica. Proximidades del Cortijo de la Torre (Cuadrante 4 de la Hoja 875).

Geotecnia.–

–Permeabilidad: Baja, por fisuración.

–Problemas geomorfológicos: Relieve acusado en el que se han detectado algunos puntos con estructuras proclives a los desprendimientos y corrimientos de roca.

–Taludes artificiales observados: En general muy pequeños, casi inexistentes.

–Taludes recomendados: Dada la naturaleza mezclada de la mayoría de los terrenos (rocas volcánicas frescas y alteradas, y esquistos muy fisibles, diaclasados, y con alto grado de alteración), se considera que taludes con pendientes superiores a 55° crearán normalmente abundantes problemas de inestabilidad de cuñas. También se considera que la existencia de rocas masivas volcánicas poco alteradas propiciará la posibilidad de construir taludes o parte de los mismos con valores superiores (entre los 60° y los 65°). Así mismo y en base a las condiciones geomorfológicas observadas en algunos puntos, existe la certeza de que existen áreas en donde la estabilidad de los desmontes está muy por debajo de los 55°.

–Capacidad portante: Se estima que ésta podrá variar de alta a moderada, aunque para apoyos superficiales o poco profundos realizados a media ladera, la capacidad resistente del terreno debe considerarse moderada, y en aquellas áreas en donde han sido detectadas estructuras proclives a la rotura gravitacional, baja.

–Ripabilidad: Ripabilidad marginal.

ESQUISTOS GRAUVAQUICOS, (111d), E INTERCALACIONES DE ARENISCAS, (111d1).

Litología.– El grupo litológico (111d) está constituido por una serie monótona de esquistos grauváquicos (Figura 23), de tonos grisáceos, que adquieren una coloración verdosa y brillo satinado cuando se enriquecen en clorita, debido a aportes volcánicos. (Foto 6).

Al microscopio, los esquistos grauváquicos presentan una textura detrítica esquistosada, con clastos de cuarzo, moscovita, plagioclasa, clorita, biotita y fragmentos de rocas volcánicas y metamórficas, inmersos en una matriz de tamaño limo medio–grosso. La matriz suele ser superior al 40%.

Ocasionalmente aparecen bancos de meta–areniscas de tonos claros y colores crema, que se acuñan lateralmente. Estos niveles se han separado como subgrupo litológico (111d1). (Foto 7). Al microscopio presentan fragmen-

tos de roca de liditas, cuarcitas y rocas volcánicas criptocristalinas, cementadas por una matriz de grano muy fino.

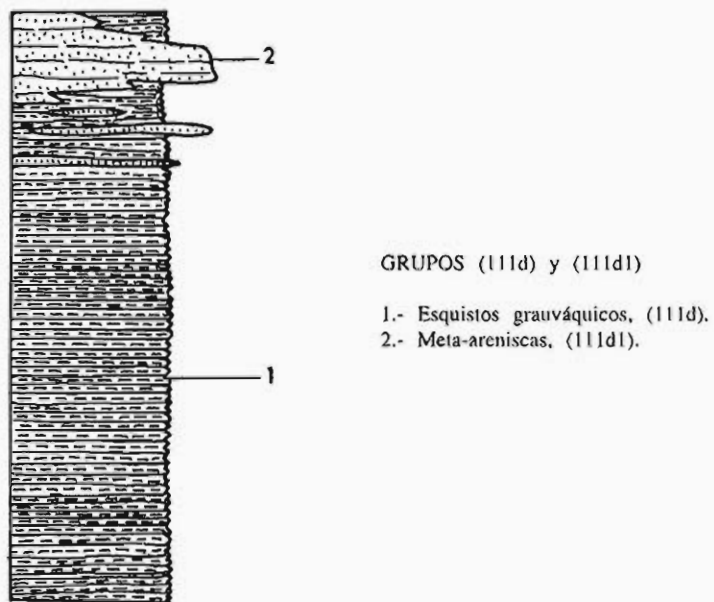


Figura 23.- Esquema litológico de los grupos (111d) y (111d1).



Foto 6.- Esquistos grauváquicos pertenecientes al grupo litológico (111d). En esta foto se puede observar el carácter esquistoso y oscuro, así como el gran número de planos de diaclasado que caracteriza al grupo. Talud excavado en el P.K. 31 de la carretera C-4311.



Foto 7.- Intercalaciones de meta-areniscas, de tonos blanquecinos, pertenecientes al grupo litológico (I11d1). Talud excavado en la ladera del Cerro de las Monjas (Sierra Cabello, cuadrante 3 de la Hoja 875), al lado del arroyo del Solís, cerca del límite de las provincias de Badajoz y Huelva.

También aparecen niveles de claro origen volcánico, generalmente finos, de aspecto vítreo y coloración verdosa. Puntualmente también se han observado bancos de brechas espilíticas.

Estructura.— Las rocas de estos grupos litológicos están afectadas por un metamorfismo regional de grado muy bajo. Aparecen de forma general dos esquistosidades. La primera es continua, con formación de clorita y sericita. Y la segunda es de crenulación, con reorientación de los minerales anteriores y, en algunos casos, neoformación de zeolita. La dureza y compacidad de estos grupos litológicos se consideran de moderadas a altas, e incluso muy altas. El grado de fracturación es alto, mientras que el de alteración es moderado, aunque se muestra de forma muy irregular. La potencia total estimada para este grupo litológico oscila entre los 800 y 1.000 metros.

Geotecnia.—

—Permeabilidad: Por fisuración.

—Problemas geomorfológicos: Relieve acusado en general y algunos fenómenos localizados de roturas fósiles de ladera, de proporciones moderadas.

—Taludes artificiales observados: En general de antigua construcción.

Alturas: Medias y bajas.

Pendientes: Normalmente se ha pretendido dar a los taludes pendientes en torno al 1H:2V.

Problemas: Condicionados por los planos de discontinuidad estructural (estratificación, esquistosidad, diaclasado y fractura), se han provocado de forma sistemática grandes corrimientos de cuñas, que configuran paredes de talud muy irregulares, con perfil longitudinal escalonado o en dientes de sierra.

-Taludes recomendados: No deben diseñarse en principio desmontes con pendientes superiores a los 55°, en tanto que un estudio de detalle demuestre la posibilidad de realizarlos con cierta garantía de estabilidad. La disposición espacial de las capas (con frecuencia, potentes), junto con el diaclasado, condicionarán totalmente el perfil definitivo del talud. Los valores oscilarán entre el 1H:1V y el 1H:2V.

-Capacidad portante: En términos generales se puede considerar de alta a muy alta. Circunstancialmente en apoyos superficiales o poco profundos a media ladera, las condiciones resistentes pueden rebajarse a moderadas, e incluso a moderadamente bajas o bajas si el área está inmersa en algún proceso de rotura gravitacional fósil, como los detectados en el área.

-Ripabilidad: Ripabilidad marginal.

COMPLEJO VULCANO-SEDIMENTARIO, (111c).

Litología.- Este grupo litológico está constituido por sericito-esquistos y filitas, tobas sericíticas, porfídicas y ácidas, niveles piroclásticos ferruginosos y ortoanfibolitas. (Figura 24).

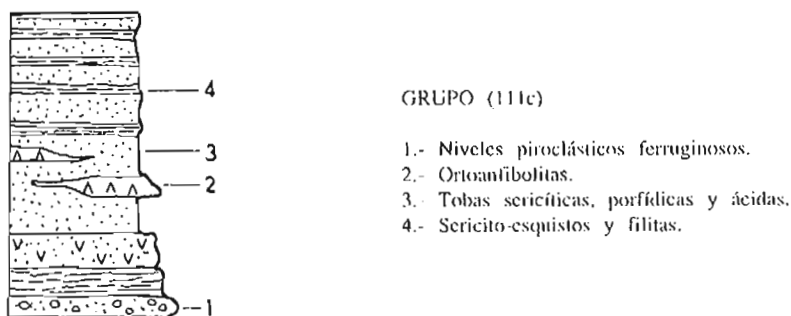


Figura 24.- Esquema litológico del grupo (111c).

Los sericito-esquistos y filitas poseen tonos cremas y grises claros. Las tobas y los niveles piroclásticos presentan colores claros y cremas. Las orto-anfibolitas muestran una textura granuda y tonos verdes oscuros. En horizontes alterados, estas rocas se suelen presentar con tonos más claros. (Foto 8).



Foto 8.- En esta foto se puede observar la estructura compleja y la variedad litológica del grupo (111c). Foto obtenida en la inmediaciones de la mina de Ferlo.

Estructura.— Este grupo litológico se sitúa por encima de los mármoles, calizas, dolomías y rocas de silicatos cálcicos del grupo litológico (111b1). (Figura 5). Como norma general presenta una deformación intensa, reflejada por una esquistosidad continua, de plano axial, y a veces por una segunda esquistosidad, de crenulación. Debido a la génesis de esta formación, la continuidad lateral de los afloramientos sufre bruscas interrupciones. Los materiales presentan una compacidad y dureza moderadas. Los grados de fracturación y alteración se consideran altos. La potencia aproximada de este grupo litológico varía entre 200 m y 300 m.

Geotecnia.—

—Permeabilidad: Por fisuración.

—Problemas geomorfológicos: Se han detectado áreas afectadas por deslizamientos fósiles de ladera.

-Taludes artificiales observados: Se trata de taludes medios y altos, la mayoría excavados en áreas mineras.

Pendientes: Presentan valores muy variables, entre 1H:2V y 1H:3V. Este último valor es el diseño inicial en muchos casos.

Problemas: Desprendimientos, desplomes y deslizamientos son frecuentes y la causa de la irregularidad de los taludes. En el origen de estos problemas está la gran complejidad litológica y estructural del grupo, así como la fuerte tectonicidad, la alteración y las áreas de mineralización.

-Taludes recomendados: La mencionada complejidad hace difícil o imposible definir un tipo de talud adecuado para todo el grupo. En general se estima que en la mayor parte de los casos los taludes no admitirán ángulos con la horizontal superiores a los 55°, y en numerosos casos este valor resultará excesivo para un aceptable grado de riesgo por inestabilidad.

-Capacidad portante: Por las mismas razones comentadas en los apartados anteriores, el rango de valores de la capacidad resistente de estos materiales variará ampliamente. En principio deben estimarse valores medios, aunque con seguridad habrá áreas que soporten altos requerimientos, lo mismo que hay otras de baja resistencia. Sin duda, estas últimas son más puntuales y están ligadas a sectores lineales de alta tectonicidad y alteración.

-Ripabilidad: Son materiales mayoritariamente ripables.

CALIZAS, MARMOLES, CALIZAS MARMOREAS, DOLOMIAS, CALIZAS DOLOMITICAS, CALCOESQUISTOS Y ROCAS DE SILICATOS CALCICOS, E INTERCALACIONES DE CUARCITAS, (111b1), (111b2) Y (111b3).

Litología.— En los materiales calcáreos del Cámbrico se han diferenciado dos grupos litológicos, (111b1) y (111b2), que ocupando sendas mitades norte y sur del Tramo, presentan notables diferencias. Por otra parte, el grupo (111b3) representa a materiales de naturaleza cuarcítica, intercalados dentro del grupo litológico (111b1). (Figura 25).

El grupo (111b2), aflorante en la mitad sur del Tramo, está representado por calcoesquistos finamente estratificados, y bancos constituidos por calizas y/o dolomías grises o blancas, de grano fino a grueso, con la estratificación poco definida y un aspecto masivo. En los últimos términos del grupo litológico, los bancos carbonatados se hacen más gruesos y llegan a ser calizas masivas marmóreas, de colores blancos, cremas y rosados, que solo ocasionalmente intercalan algún banco detrítico.

Los tonos cremas o rosados de las calizas se acentúan en los valles y áreas deprimidas, coincidiendo con un recubrimiento eluvial, arcilloso y rojizo, producto en su mayor parte de la decalcificación de las calizas.

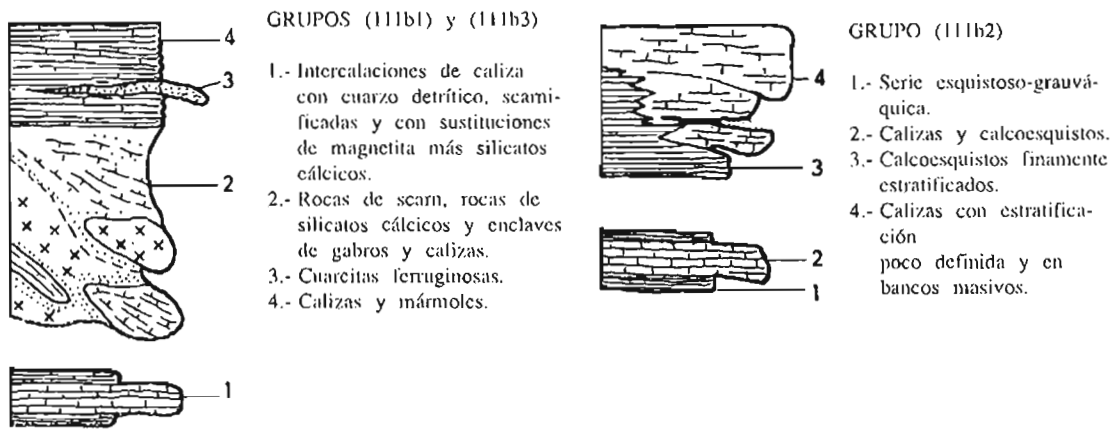


Figura 25.- Esquema litológico de los grupos (111b1), (111b2) y (111b3).

Dentro del grupo litológico (111b2) se han incluido pequeñas intercalaciones de calizas que aparecen dentro del grupo litológico (111d), más concretamente en su techo. Se trata de calizas y calcoesquistos, bien estratificados en bancos de escala centimétrica y métrica, y que tienen una escasa continuidad lateral. La potencia aproximada de estas intercalaciones se estima en 50 m.

Los materiales carbonatados del grupo (111b2) pasan a ser denominados como grupo (111b1) en la mitad norte del Tramo. (Foto 9). Esto es debido al cambio litológico experimentado por estas rocas en la mencionada área, al ser afectadas intensamente por la intrusión de materiales plutónicos. El contacto de los materiales carbonatados con los intrusivos provocó un fenómeno de metamorfismo de contacto que dio lugar a la formación de rocas de silicatos cálcicos y mineralizaciones tipo "scarn".

Por otra parte, en los extensos afloramientos carbonatados existentes al Este de Fregenal de la Sierra son abundantes las intercalaciones de cuarcitas ferruginosas, que pueden alcanzar varios metros de potencia, aunque lateralmente son lantejones. Estos materiales se han separado y definido como subgrupo litológico con el símbolo (111b3). Presentan un bandeado milimétrico o centimétrico, y existen bandas claras, ricas en cuarzo y micas, y bandas rojo-granates, que corresponden a niveles enriquecidos en hematites y limonita. El origen de esta textura es sedimentario.

Los contactos del grupo (111b1) con los materiales plutónicos son difusos, encontrándose masas de carbonatos incluidas dentro de los gabros, o como ocurre en la Foto 10, masas de gabros incluidas dentro de rocas carbonatadas totalmente metamorizadas por contacto. Este hecho diferencia nota-



Foto 9.- Explotación abandonada de calizas y dolomías cámbricas, pertenecientes al grupo litológico (111b1). Al fondo de la foto se puede observar la estratificación detallada de cada banco, así como las familias de diaclasas que lo compartimentan. Cerro del Gitano, próximo a la localidad de Jerez de los Caballeros.

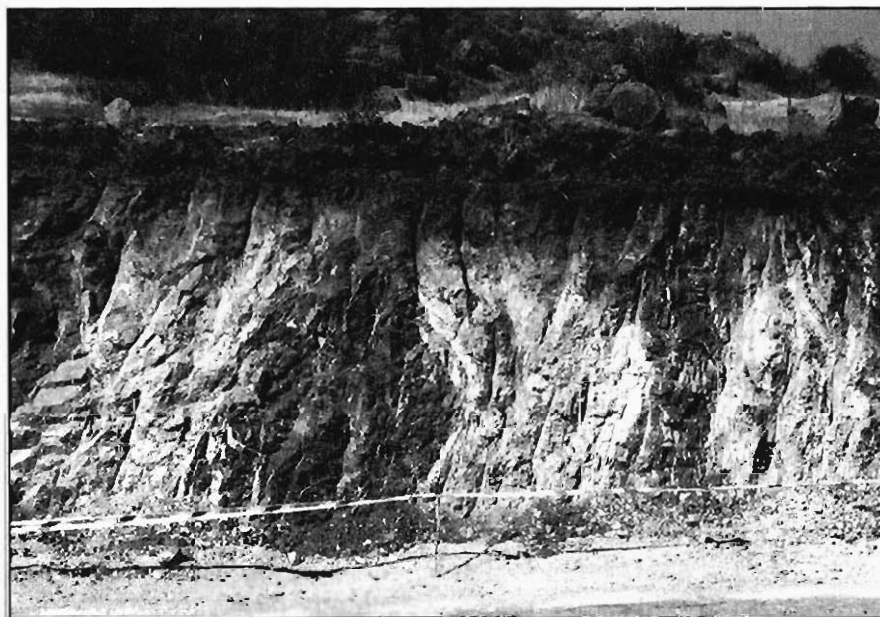


Foto 10.- Pequeña masa de gabros intruida dentro del grupo litológico (111b1), y que produce en sus alrededores metamorfismo de contacto. Periferia de la localidad de Jerez de los Caballeros.

blemente al grupo (111b1) del grupo calcáreo (111b2), situado en la mitad sur del Tramo, como se dijo anteriormente.

Dentro del grupo litológico (111b1) se ha incluido una intercalación de rocas carbonatadas que se encuentra dentro del grupo litológico (010c). Este nivel carbonatado está constituido por calizas que contienen cuarzo detrítico. Posee una buena continuidad lateral. Frecuentemente se encuentra "scarnificado", y en algunos lugares está totalmente sustituido por magnetita y silicatos cálcicos. Suele tener una potencia próxima a los 25 m.

Estructura.— El grupo litológico (111b2) presenta una gran diversidad estructural. En unos casos se presenta mal estratificado y afectado de forma muy desigual por una karstificación superficial. Como norma general, sus materiales afloran de forma masiva y tienen altos grados de fracturación, plegamiento y alteración. En otros casos se presenta bien estratificado, alternando con paquetes pizarrosos o margosos. En muy determinados casos, como en ciertas calizas del Cámbrico, los paquetes calcáreos ponen de manifiesto una micro-estratificación que refleja la geometría del plegamiento.

El grupo litológico (111b1) está afectado por unos moderados metamorfismo y metasomatismo. Presenta una fuerte tectonicidad y una intensa inyección de diques básicos.

El subgrupo litológico (111b3) posee una estructura lentejona con escasa continuidad lateral. Presenta una buena estratificación y una fuerte tectonicidad.

La potencia de los materiales que integran estos grupos litológicos es muy variable, y así oscila entre 3 m y 25 m en los pequeños niveles de intercalación, y entre 250 m y 350 m en donde afloran con gran extensión.

Geotecnia.—

—Permeabilidad: Por fisuración y karstificación.

—Problemas geomorfológicos: En ciertas áreas asociadas al grupo (111b1) se han detectado deslizamientos fósiles importantes, relacionados con sectores de alta tectonicidad y alteración litológica, que son muy frecuentes en los complejos contactos que estos materiales establecen con otras formaciones, en especial con las rocas intrusivas (gabros y granitos).

—Taludes artificiales observados:

Alturas: En general taludes bajos y medios, inferiores a 15 m de altura.

Pendientes: Están comprendidas entre 1H:2V y 1H:1V dentro del grupo (111b1), según los grados de tectonicidad y alteración. En la base del talud se crea a veces un tramo de unos 2 m a 3 m con pendiente subvertical. En el grupo (111b2) abundan los taludes subverticales.

Problemas:

Grupo (111b1).– Desprendimientos frecuentes de pequeñas y moderadas cuñas. Tectonicidad muy compleja, con mezclas frecuentes de rocas calcáreas e intrusivas, y con sectores de profunda alteración.

Grupo (111b2).– Desprendimientos y corrimientos frecuentes de pequeñas y grandes cuñas. Areas karstificadas con rellenos arcillosos. Fuerte tectonicidad, macrobrechificación. Fallas abundantes.

Grupo (111b3).– No se han observado problemas, dada su escasa representación superficial.

–Taludes recomendados: Dada la complejidad litológica y estructural de este grupo litológico, los taludes de excavación solo pueden ser deducidos de estudios locales muy detallados. En principio se pueden aconsejar valores 1H:2V, con la certeza de que dentro del grupo (111b1) muchos requerirán el 1H:1,5V y con cierta frecuencia serán necesarias medidas de rectificación y contención. Se considera casi imprescindible dejar una amplia cuneta al pie de estos taludes. El grupo (111b3) quedará relegado normalmente a los taludes excavables en el grupo (111b1), por su carácter de intercalación en éste.

–Capacidad portante: Debido a la complejidad estructural y a los problemas geomorfológicos, existe una cierta incertidumbre sobre la capacidad soporte de estos materiales. En general los valores deberán oscilar de altos y muy altos a moderados, aunque hay sectores en apoyos a media ladera en los que habrá que considerar valores de moderados a bajos.

–Ripabilidad: El grupo (111b3) se considera no ripable, y los grupos (111b1) y (111b2) con una ripabilidad marginal.

PIZARRAS Y GRAUVACAS SILICEAS, (111a).

Litología.– Este grupo litológico está constituido por pizarras grises y verdosas (Foto 11), y bancos grauváquicos silíceos (Figura 26). La proporción de intercalaciones pelíticas aumenta rápidamente hacia techo, para dar paso a una secuencia de pizarras verdes, grises o moradas, con lechos centimétricos arenosos. El paso a la formación carbonatada que constituye el grupo

litológico superior (111b1) lo suelen dar estas pizarras vinosas. Las pizarras están provistas de un pseudobandeado, producido por la coexistencia de tramos de diferente dureza.

Estructura.— Este grupo litológico posee un carácter discordante con los grupos litológicos inferiores. Suelen ser materiales plegados y afectados por un débil metamorfismo. Su estructura es tableada, y presenta planos y superficies de pizarrosidad bastante marcados y con una dirección N140°E. En ciertas áreas se suele observar una esquistosidad en “pencil”. La potencia aproximada de este grupo es de 500 metros.

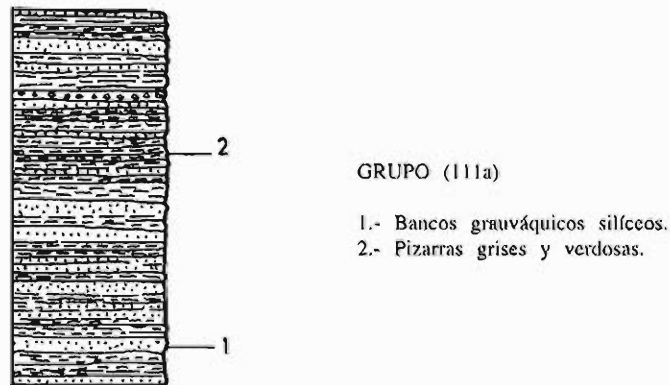


Figura 26.- Esquema litológico del grupo (111a).



Foto 11.- Pizarras grises y verdosas de la base del Cámbrico, constitutivas del grupo litológico (111a). Talud excavado en el P.K. 63 de la carretera N-435. Proximidades de la localidad de Valle de Matamoros.

Geotecnia.–

–Permeabilidad: Por fisuración.

–Problemas geomorfológicos: Se han detectado algunos sectores, pocos, afectados por corrimientos fósiles, de moderadas dimensiones.

–Taludes artificiales observados:

Alturas: Inferiores a 15 m.

Pendientes: Se han pretendido construir con valores de 1H:2V.

Problemas: Han sido muy frecuentes los desprendimientos y corrimientos de grandes cuñas, que dejan unos taludes muy irregulares y en general con bastantes problemas potenciales de inestabilidad cara al futuro. Los desmontes quedan muy condicionados por la geometría de una red de discontinuidades muy densa y neta.

–Taludes recomendados: Pendientes superiores a 55° crearán frecuentes e importantes problemas de inestabilidad. Incluso este valor resultará excesivo en muchas ocasiones. Se deben imponer siempre estudios detallados de la estructura para el diseño correcto de los taludes.

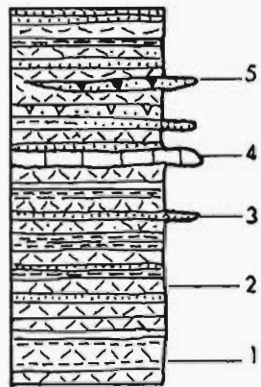
–Capacidad portante: Se estima alta en general, aunque en apoyos superficiales o poco profundos a media ladera, la capacidad soporte debe considerarse solo como moderada. Circunstancialmente en algunos puntos (áreas afectadas por roturas de laderas fósiles) las condiciones de resistencia del terreno serán moderadamente bajas e incluso bajas.

–Ripabilidad: Ripabilidad marginal. Son ripables en alta proporción los primeros metros (3 m a 5 m) del perfil del terreno, más afectados por la meteorización.

ESQUISTOS BIOTITICOS, GNEISES, MICACITAS, CUARCITAS Y VULCANITAS, (010g).

Litología.– Este grupo litológico está constituido mayoritariamente por una sucesión monótona y potente de esquistos biotíticos, que en algunos puntos llegan a ser gneises que presentan migmatizaciones parciales pre-esquistosas (Figura 27). Suelen aparecer pequeños nivelillos de cuarzo, de grosor milimétrico, removilizados y afectados por la esquistosidad principal. (Foto 12).

Es muy frecuente encontrar niveles de cuarcitas negras, en bancos de potencia decimétrica, así como rocas volcánicas e intrusivas, intercaladas en



GRUPOS (010g), (010b) y (010e)

- 1.- Esquistos biotíticos, (010g).
- 2.- Cuarcitas negras, (010b).
- 3.- Calizas negras, (010e).
- 4.- Niveles cuarcíticos, (010g).
- 5.- Gneises migmatíticos pre-esquistosos, (010g).

Figura 27.- Esquema litológico de los grupos (010g), (010b) y (010e).

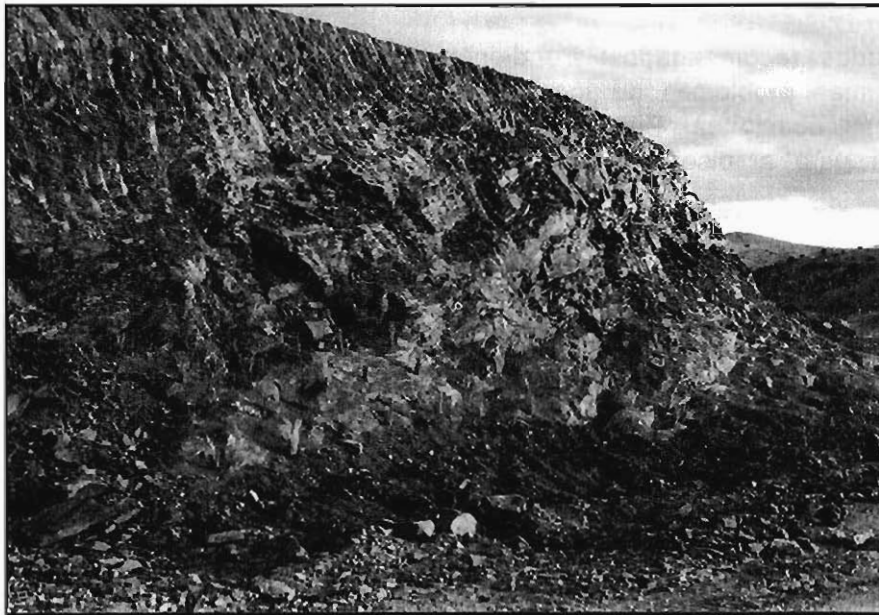


Foto 12.- Esquistos biotíticos pertenecientes al grupo litológico (010g). Se puede observar cómo el horizonte de alteración ha sido ripado, mientras que la roca fresca tiene que ser volada. Talud excavado en el P.K. 28 de la carretera N-435.

la serie. Estas intercalaciones, de gran dureza y compacidad, dan al grupo litológico una gran consistencia y rigidez. Cuando estas intercalaciones adquieren una potencia significativa como para ser cartografiadas a escala 1:50.000, se han separado como el grupo litológico (010b).

Los afloramientos situados al Norte del Tramo, en la Hoja de Burguillos del Cerro, poseen un metamorfismo menor, apareciendo micacitas y esquistos biotíticos y grauváquicos, de tonos oscuros y de dureza y compacidad moderadas. Es muy frecuente encontrar en estos afloramientos septentrionales texturas mosqueadas y rocas "recocidas", producto de un metamorfismo de contacto relacionado con las rocas graníticas allí aflorantes.

Estructura.– Los materiales de este grupo litológico se encuentran fuertemente plegados y afectados por un metamorfismo moderado–alto. La dureza y compacidad de estas rocas suele ser moderada. Se presentan intensamente fracturados, mostrando planos de falla y superficies de esquistosidad bastante netos, con una dirección muy marcada según N140°E. La potencia de este grupo litológico se estima que varía entre 2.000 m y 5.000 m.

Geotecnia.–

–Permeabilidad: Baja, por fisuración.

–Problemas geomorfológicos: Morfología alomada y relieves fuertes. La estabilidad de los taludes naturales es buena, aunque se han detectado algunos sectores, muy localizados, estructurados por deslizamientos o corrimientos fósiles.

–Taludes artificiales: Existen numerosos de reciente construcción.

Alturas: Bajas y medias, no suelen superar los 15 m.

Pendientes: Cercanas al 1H:2V.

Problemas: Se han desarrollado grandes y numerosos corrimientos de cuñas a favor de los distintos planos que estructuran la roca (estratificación, esquistosidad, diaclasado y fractura). El resultado son taludes muy irregulares, con alto grado de riesgo para provocar desprendimientos y corrimientos de grandes masas de roca.

–Taludes recomendados: El estudio de la disposición estructural de las principales discontinuidades de la roca es esencial para determinar el tipo de talud a diseñar. Salvo sectores muy minoritarios en los que la naturaleza masiva y poco esquistosada de la roca permite taludes fuertes (por encima de los 60°), en general éstos no podrán superar los 55°, y en numerosos casos los 45°. Se deben construir amplias cunetas al pie de los taludes.

–Capacidad portante: En general se debe de estimar como alta. En apoyos a media ladera, poco profundos, las condiciones estructurales del terreno pueden hacer con cierta frecuencia que los valores resistentes solo alcancen valores medios. Circunstancialmente (áreas con morfología inestable fósil o

fuertemente estructuradas por fallas), los valores pueden llegar a ser moderadamente bajos, o incluso bajos.

–Ripabilidad: En esta formación, serán ripables en general de forma mayoritaria los primeros (2 m a 4 m) metros del terreno, afectados por la alteración meteórica. La roca fresca tendrá una ripabilidad marginal, y dependerá de los grados de esquistosidad y tectonicidad.

PIZARRAS, ESQUISTOS GRAUVÁQUICOS Y PORFIROIDES CUARZO-FELDESPÁTICOS, (010f) y (010f1).

Litología.– El grupo litológico (010f) está constituido por esquistos grauváquicos, bandeados a escala milimétrica y de tonos oscuros, y pizarras finas, de tonos grises claros. Entre los esquistos grauváquicos es muy frecuente encontrar niveles centimétricos de cuarcitas muy oscuras y fuertemente recristalizadas, de dureza y compacidad muy altas. Cuando estos materiales cuarcíticos adquieren una potencia lo significativamente importante como para ser cartografiados a escala 1:50.000, se han individualizado como el grupo litológico (010b).

Por otro lado, las pizarras, frecuentemente meteorizadas a caolín, presentan nivelillos ferruginosos con magnetita más o menos oxidada.

Debido al enriquecimiento en cuarzo de los esquistos grauváquicos, el grupo litológico (010f) va pasando gradualmente a un porfiroide cuarzo-feldespático de aspecto gneísico, grano grueso y tonos rosados claros (grupo litológico 010f1). El porfiroide presenta una compacidad y dureza altas. (Figura 28).

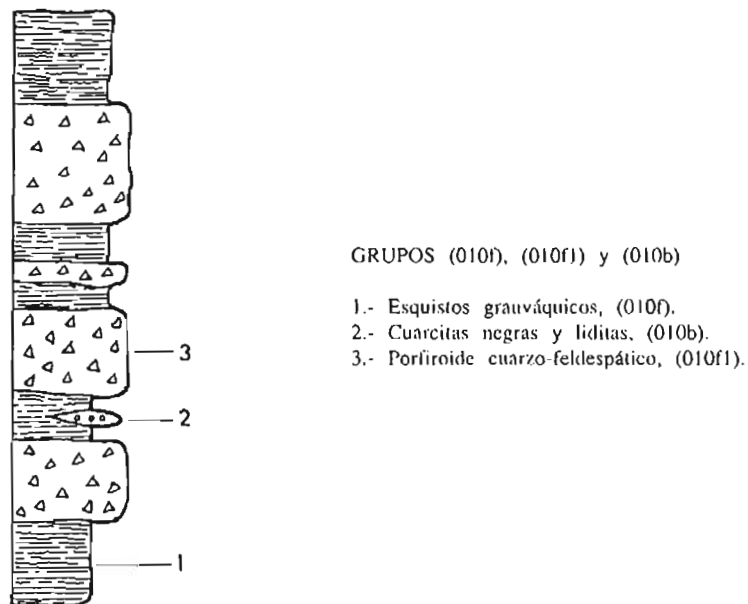


Figura 28.- Esquema litológico de los grupos (010f), (010f1) y (010b).

Estructura.— El subgrupo litológico (010f1) posee una estructura lentejón y se encuentra intercalado dentro del grupo litológico (010f). Tanto el grupo litológico (010f) como el (010f1) afloran fuertemente plegados y con un grado de fracturación alto, con desarrollo de diaclasas y fallas. Poseen un grado de alteración que oscila de moderado a alto, por lo que se desarrollan suelos pardos de potencia irregular. La potencia estimada de este grupo litológico es de 500 a 600 m.

Geotecnia.—

—Permeabilidad: Baja, por fisuración, en el grupo (010f), y algo más alta para el grupo (010f1).

—Problemas geomorfológicos: No se han detectado.

—Taludes artificiales observados: Solo se han observado en el grupo (010f) y de pequeñas dimensiones.

Pendientes: Fuertes.

Problemas: No relevantes. Se han apreciado, no obstante, una alteración profunda y una tectonicidad alta.

—Taludes recomendados: En el grupo (010f) no se deberían superar los 55°. Para el (010f1) los taludes podrán ser en principio más fuertes, aunque dada la irregularidad litológica y estructural de los materiales volcánicos, se estima que valores superiores a 1H:2V pueden dar bastantes problemas de inestabilidad.

—Capacidad portante: A los materiales del grupo (010f) se les debe considerar en principio con una capacidad portante entre moderada y moderadamente alta. Para el grupo (010f1) los valores de dicha capacidad se estima que normalmente serán altos, y localmente muy altos y moderados.

—Ripabilidad: Ripables los materiales del grupo (010f), y los del (010f1) tendrán una ripabilidad marginal.

CALIZAS, DOLOMIAS Y CALIZAS MARMOREAS, (010e).

Litología.— Este grupo litológico está representado en dos pequeñas áreas de afloramiento.

La primer área de afloramiento está situada en las cercanías del Cortijo de la Alameda Baja, P.K. 39,7 de la carretera nacional 435. Aquí este grupo litológico está constituido por niveles de calizas y dolomías de color

marrón, y de dureza y compacidad altas (Figura 27). Estos niveles presentan un importante horizonte de alteración, que está compuesto por arcillas de decalcificación.

La segunda área de afloramiento está situada en el límite sur del Tramo, en el P.K. 6 de la carretera de Valdelarco a Fuenteheridos. Aquí el grupo está representado por calizas marmóreas y mármoles impuros, con clastos de cuarzo y plagioclasa. (Figura 29). Poseen una dureza y compacidad altas. (Foto 13).

Estructura.— Este grupo litológico no tiene una representación cartográfica importante. Presenta una estructura lenticular, y se encuentra generalmente intercalado dentro de los materiales de los grupos (010g) y (010h). Está afectado de forma muy desigual por una karstificación superficial. Como norma general se suele presentar bien estratificado. Esta formación está afectada por unos moderados metamorfismo y metasomatismo. Presenta una fuerte tectonicidad. Su potencia varía de 0 m a 200 m.

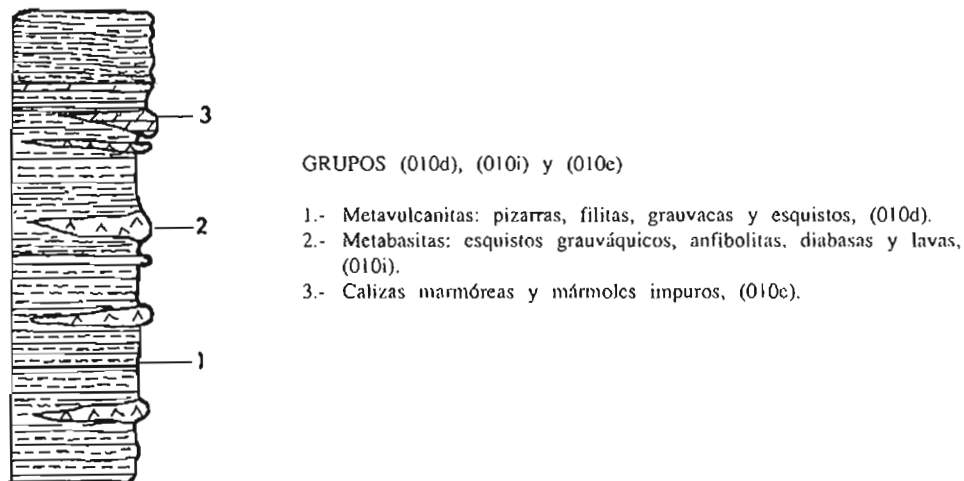


Figura 29.- Esquema litológico de los grupos (010d), (010i) y (010e).

Geotecnia.—

—Permeabilidad: Por fisuración y karstificación.

—Problemas geomorfológicos: No se han detectado.

-Taludes artificiales observados:

Alturas: Menores de 10 m.

Pendientes: (Taludes de cantera). Subverticales y cercanas al 1H:2V.

Problemas: Pequeños desprendimientos y corrimientos de cuñas.

-Taludes recomendados: En principio se pueden aconsejar valores fuertes e incluso muy fuertes. No obstante, la alta tectonicidad que afecta a estos materiales y la fuerte karstificación (que incluye la existencia de núcleos y horizontes con arcillas de decalcificación), hará que en muchas ocasiones los taludes tengan que adaptarse a pendientes mucho más tendidas.

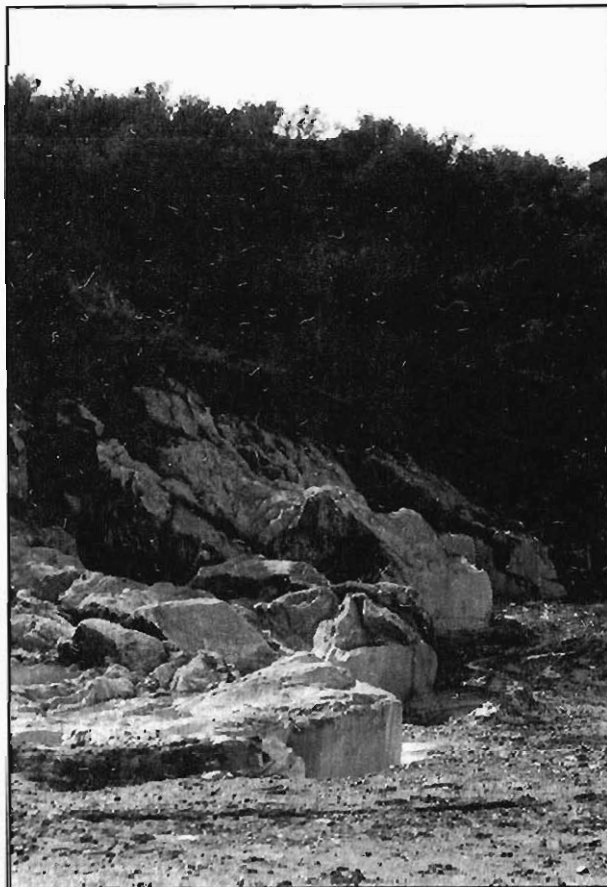


Foto 13.- Cantera de mármol situada en el límite sur del Tramo, en el P.K. 6 de la carretera de Valdelarco a Fuenteheridos. Grupo litológico (010e).

-Capacidad portante: En general los valores deberán oscilar entre altos y muy altos, aunque por razones de tectonicidad y karstificación, con presencia de núcleos de arcillas de decalcificación, los valores pueden oscilar entre muy amplios márgenes en áreas próximas, e incluso ser bajos puntualmente.

GNEISES MIGMATITICOS, GNEISES BIOTITICOS Y PORFIROIDES, (010c), META-ARCOSAS Y CUARCITAS, (010c1).

Litología.- El muro de este grupo litológico está constituido por gneises migmatíticos con sillimanita, de tonos oscuros, y de dureza y compacidad muy altas (grupo 010c). Sobre los gneises migmatíticos yace una unidad de meta-arcosas y cuarcitas, de tono crema claro, con una dureza y compacidad igualmente muy altas. Esta unidad de meta-arcosas y cuarcitas se ha definido como el subgrupo (010c1). (Foto 14).



Foto 14.- Niveles de cuarcitas y meta-arcosas pertenecientes al grupo litológico (010c1). P.K. 82,5 de la carretera N-435.

Sobre la unidad de cuarcitas aparecen gneises biotíticos, de tonos oscuros, y dureza y compacidad altas, que se incluyen en el grupo (010c). Es frecuente encontrar pequeños niveles centimétricos a decimétricos, de cuarcitas de colores claros.

Intercalado en los gneises biotíticos de la parte inferior del grupo litológico (010c), aparece un nivel carbonatado, constituido por calizas con cuarzo

detrítico, que puede alcanzar hasta los 20 m de potencia. Este nivel se ha definido dentro del grupo litológico (111b1). El paso a los gneises biotíticos es transicional.

En los últimos episodios del grupo litológico (010c), los gneises biotíticos se van enriqueciendo gradualmente en cuarzo y feldespato potásico, y empobreciendo en biotita, constituyendo una unidad de porfiroides de tonos cremas claros, de origen vulcano-sedimentario.

Finalmente, en el techo del grupo los porfiroides vuelven a dar paso gradualmente a los gneises biotíticos, debido a un empobrecimiento en su composición de cuarzo y feldespato potásico, y a un enriquecimiento de biotita. (Figura 30).

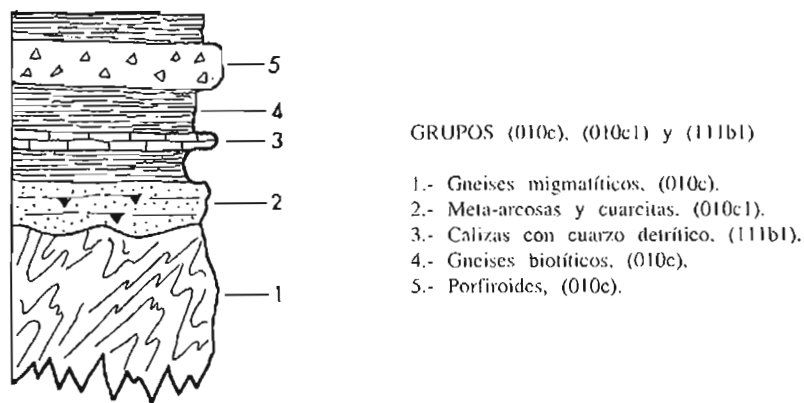


Figura 30.- Esquema litológico de los grupos (010c), (010c1) y (111b1).

Estructura.— Estos grupos litológicos se encuentran estructurados en cuatro niveles claramente diferenciados (gneises migmatíticos, gneises biotíticos, porfiroides y cuarcitas). Los grupos (010c) y (010c1) presentan una compacidad y dureza muy altas, se encuentran intensamente plegados y poseen un grado de metamorfismo muy alto. El grado de alteración es bajo, mientras que el de fracturación varía de moderado a alto. La potencia del conjunto de estos grupos litológicos se estima en 700 m: la unidad basal (500 m), las meta-arcosas y cuarcitas (de 80 m a 100 m), y los gneises biotíticos con intercalaciones de porfiroides (de 70 m a 100 m).

Geotecnia.—

—Permeabilidad: Moderada, por fisuración.

—Problemas geomorfológicos: Relieves fuertes y alomados. La estabilidad de los taludes naturales es buena en general, aunque se han detectado algunos puntos con fenómenos fósiles de rotura de vertientes.

– Taludes artificiales observados: Antiguos.

Alturas: Normalmente inferiores a 5 m.

Pendientes: Fuertes, mayores de 60°.

Problemas: Pendientes muy irregulares, por el desalajo de antiguas y recientes cuñas de roca a favor de los planos de esquistosidad y fractura. Fuerte tectonicidad.

–Taludes recomendados: las pendientes superiores a 55° darán abundantes problemas de estabilidad de cuñas, e incluso con este valor se crearán condiciones inestables frecuentes. En cualquier caso se requerirá un estudio detallado de las condiciones estructurales del terreno, que debe decidir el diseño final. Se deben construir amplias bermas al pie de los taludes.

–Capacidad portante: En general se puede considerar alta. No obstante, la alta tectonicidad de los materiales y su estructura esquistosa hacen que en apoyos a media ladera, poco profundos, dicha capacidad solo alcance valores medios. Circunstancialmente, en algunos puntos (áreas con morfología inestable fósil, o fuertemente estructuradas o alteradas), la capacidad soporte puede llegar a ser moderadamente baja.

–Ripabilidad: Ripabilidad marginal.

CUARCITAS NEGRAS Y LIDITAS, (010b).

Litología.– Este grupo litológico está representado por cuarcitas y liditas de color negro. Estas rocas forman bancos que se encuentran intercalados en el interior de los grupos litológicos (010a), (010f) y (010g). (Ver Figuras 27, 28 y 31). Son rocas que se presentan muy recristalizadas, con numerosas venas de cuarzo y un bandeado de diferente contenido en grafito.

Estructura.– Con una estructura tableada, los paquetes duros de cuarcita y lidita están intercalados dentro de los grupos (010a), (010f) y (010g), constituidos por pizarras, grauvacas y esquistos, que son materiales sensiblemente más blandos. Las cuarcitas y liditas muestran muy buena estratificación. Su dureza y compacidad son muy altas. La alteración no suele ser muy alta y no resultan suelos potentes. Los estratos se presentan intensamente plegados y fracturados, tanto por diaclasas como por fallas. La potencia de los niveles cuarcíticos y lidíticos diferenciados cartográficamente es muy variable y oscila entre 5 m y 60 m.

Geotecnia.–

–Permeabilidad: Por fisuración.

–Problemas geomorfológicos: Se han detectado fenómenos de rotura gravitacional en áreas de relieve acusado.

–Taludes artificiales observados: Dadas las características estructurales (niveles poco potentes, intercalados en la serie esquistosa precámbrica), este grupo aparece conformando solo sectores de un talud. Solo se han observado pequeños taludes.

Problemas: Sin mención especial.

–Taludes artificiales recomendados: En general las cuarcitas y liditas formarán parte de los taludes a excavar en los grupos (010a), (010f) y (010g). Circunstancialmente las cuarcitas y liditas pueden adquirir dimensiones importantes. En principio estas rocas pueden admitir taludes fuertes. La alta tectonicidad y el hecho de haber observado estructuras de corrimientos importantes en este grupo, obligará a realizar estudios minuciosos de la estructura y geomorfología local de los taludes.

–Capacidad portante: En circunstancias de afloramiento normal, estas rocas poseen una alta capacidad resistente. No obstante, y en razón de las características apuntadas sobre su inestabilidad fósil, detectada en algunas vertientes, dicho valor puede rebajarse notablemente.

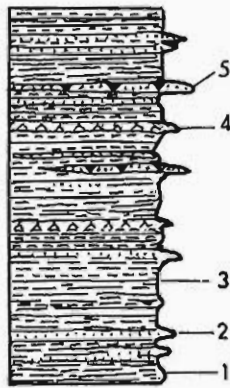
–Ripabilidad: Materiales no ripables, salvo que se trate de niveles muy delgados y bastante diaclasados.

PIZARRAS NEGRAS Y ESQUISTOS GRAUVAQUICOS, (010a).

Litología.– Este grupo litológico está representado por una secuencia monótona de pizarras y esquistos grauváquicos, que contiene intercalaciones, centimétricas a métricas, de niveles de grauvacas, cuarcitas negras y diabasas (Figura 31). El color de estos materiales es variado, predominando el negro–gris–verdoso de alteración. (Foto 15). Es muy frecuente la alternancia de niveles pardo–negruzcos con niveles ocres oscuros. El tamaño de grano del conjunto de los materiales oscila de medio a fino.

Los niveles grauváquicos presentan una gran abundancia de fragmentos líticos y feldespáticos. Los horizontes cuarcíticos muestran un bandeo, de milimétrico a centimétrico, en franjas blancas y negras.

En los niveles más altos de la serie, los componentes detríticos de las pizarras y grauvacas se hacen más groseros.



GRUPOS (010a) y (010b)

- 1.- Niveles grauváquicos, (010a).
- 2.- Niveles cuarcíticos, (010a).
- 3.- Pizarras y esquistos grauváquicos, (010a).
- 4.- Diabasas, (010a).
- 5.- Cuarcitas negras y liditas, (010b).

Figura 31.- Esquema litológico de los grupos (010a) y (010b).

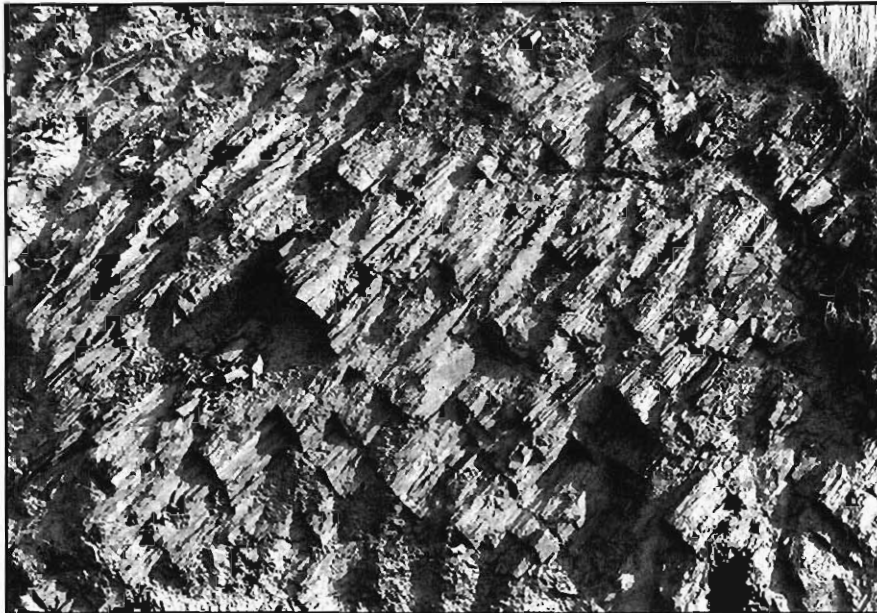


Foto 15.- Pizarras constitutivas del Complejo Esquisto-Grauváquico, de edad precámbrica y pertenecientes al grupo litológico (010a).

Las diabasas son rocas de color gris oscuro en corte fresco, y de tonos marrones en superficies alteradas. Son materiales densos y se encuentran con frecuencia parcialmente alterados a un tipo de roca de aspecto arenoso, muy frágil. Se trata de pequeñas intrusiones de diques y sills. La paragénesis inicial de la roca es plagioclasa-augita. La augita aparece claramente desestabilizada y sustituida parcial o totalmente por hornblenda verde y, más raramente, por biotita.

Estructura.– Los materiales de este grupo litológico se encuentran fuertemente plegados y afectados por un débil metamorfismo. Son rocas muy fisibles y con planos de pizarrosidad muy marcados. La dureza y compacidad de estas rocas suele ser moderada. Se presentan intensamente fracturados y fuertemente plegados, mostrando planos y superficies de pizarrosidad bastante netos, con una dirección muy marcada según N140°E. Interiormente los niveles detríticos presentan estructuras de corriente: estratificación paralela, “ripples” y estratificación cruzada, entre otras. La potencia de este grupo litológico se estima puede variar entre 2.000 m y 5.000 m.

Las diabasas adoptan generalmente forma planar, aunque esporádicamente se pueden presentar como apófisis redondeadas, cuyo espesor (de 5 a 20 metros) no permite en la mayoría de los casos su representación en la cartografía a escala 1:50.000. La fábrica de la roca es diabásica y a menudo porfídica. Por las características de su emplazamiento, esta roca se encuentra claramente discordante con el grupo (111a), que la confina.

Geotecnia.–

–Permeabilidad: Baja, por fisuración.

–Problemas geomorfológicos: Relieve acusado en general. Dentro del amplio espacio que ocupa esta formación, se han localizado unos pocos puntos en donde existen estructuras fósiles de deslizamientos del terreno.

–Taludes artificiales observados: De baja altura, en general.

Pendientes: En numerosas ocasiones la pared del talud se adapta a los planos de discontinuidad estructural. Se originan taludes en pendientes variables y morfología irregular. Los valores suelen oscilar entre el 1H:1V y 1H:2V.

Problemas: Abundantes desprendimientos y corrimientos de cuñas a favor de las superficies estructurales (estratificación, esquistosidad, diaclasado y fractura).

–Taludes recomendados: Los estudios detallados de la geometría de los numerosos planos de discontinuidad que estructuran la roca deben definir el diseño final de los taludes. En principio se estima que valores del ángulo de talud superiores a 55° darán lugar a abundantes y serios problemas de estabilidad, en proporción con la altura. En numerosos casos los taludes requerirán valores en torno a 1H:1V. Se considera importante la construcción de una amplia cuneta al pie del talud.

–Capacidad portante: En apoyos superficiales o poco profundos a media ladera, las condiciones resistentes del terreno deben considerarse en principio moderadas, y muy circunstancialmente bajas, en razón de la posible existen-

cia de roturas fósiles de la vertiente. En condiciones normales y a poco que se profundice en el terreno, la capacidad de carga se puede considerar alta.

-Ripabilidad: Grupo mayoritariamente ripable por medios mecánicos normales.

SILLS, DIQUES DE CUARZO Y DIQUES GRANITICOS, (002).

Litología.— Este grupo está compuesto por granitoides pegmatíticos, de color rosado, y filones de cuarzo.

Petrológicamente los granitoides están constituidos por cuarzo y feldespato potásico, de grano grueso, y grandes proporciones de turmalina y granate.

Los filones de cuarzo están compuestos únicamente por cuarzo. La variedad predominante en la mayoría de los afloramientos suele ser el “cuarzo lechoso”.

Estructura.— Los materiales de este grupo se disponen normalmente en forma de filones—capa. La relación geométrica de los diques y filones es siempre discordante (naturaleza intrusiva) con las rocas adyacentes. A veces este grupo se presenta brechificado por su asociación con zonas de cizalla.

Los filones de cuarzo afloran preferentemente con una potencia variable. La dirección de los filones oscila entre N10°E y N30°E, y suelen estar asociados a fallas de la misma dirección. (Foto 16).

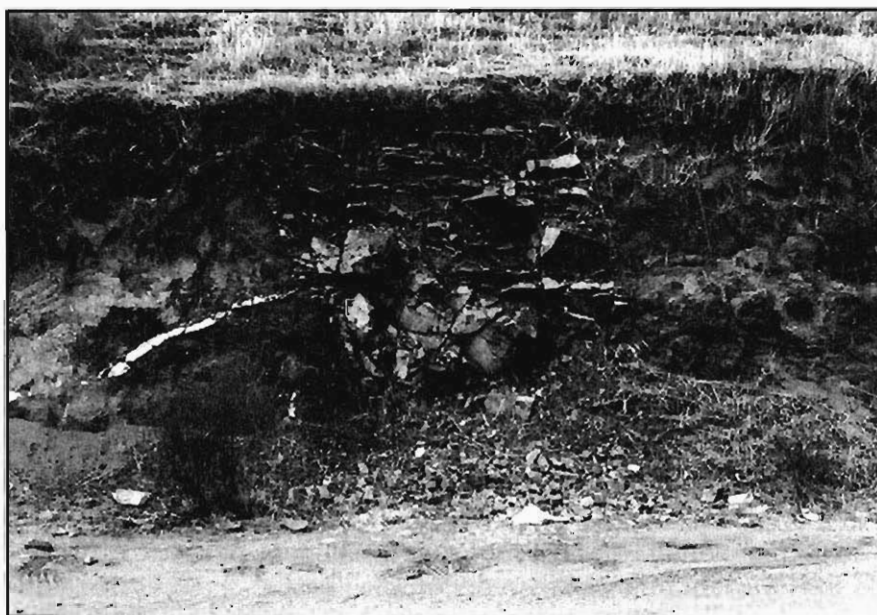


Foto 16.- Dique de granito, perteneciente al grupo litológico (002), que se intruye en el grupo litológico (111b1) en las cercanías del embalse de Valuengo.

Geotecnia.-

-Permeabilidad: Por fisuración.

-Problemas geomorfológicos: No se han detectado.

-Taludes artificiales observados:

Alturas: Menores de 5 m.

Pendientes: Inferiores a 60°.

Problemas: Desprendimientos y corrimientos de cuñas. Alta tectonicidad y alteración, en especial en los diques de granito.

-Taludes recomendados: No superiores a 55° y con amplia cuneta al pie.

-Capacidad portante: En apoyos superficiales o poco profundos, a media ladera, la resistencia del terreno debe estimarse en principio moderada. A poco que se profundice en la roca, la capacidad portante debe ser alta y, circunstancialmente, muy alta.

-Ripabilidad: Debido a la fuerte tectonicidad y alteración de gran parte de estos materiales, se considera que al menos en los primeros metros del terreno pueden ser ripados por medios mecánicos normales.

GABROS, NORITAS Y DIORITAS, (001b).

Litología.- Este grupo litológico está constituido por rocas de quimismo básico que estarían dentro de los términos de "gabros anfibolíticos" y "dioritas". Los minerales esenciales son plagioclasa, clinopiroxeno y hornblenda. Los clinopiroxenos generalmente se encuentran como núcleos en los cristales de hornblenda, lo que demuestra que la hornblenda se produce por alteración del clinopiroxeno. Los cristales suelen ser equigranulares.

Son rocas de grano medio a grueso, de color gris oscuro, duras y compactas. Localmente la alteración las ha afectado profundamente, transformándolas en un material de tipo arenoso y deleznable. (Foto 17).

Estructura.- Las rocas de este grupo presentan una estructura intrusiva respecto a los grupos litológicos adyacentes. Interiormente presentan una textura masiva granular, con importantes variaciones en el tamaño del grano.

En el entorno geográfico de Jerez de los Caballeros (afloramientos de gabros existentes al Norte y Este de esta población) se han observado numerosas estructuras fósiles de importantes deslizamientos de ladera.



Foto 17.- Gabros pertenecientes al grupo litológico (001b), en los que se puede observar un importante horizonte de alteración. P.K. 22 de la carretera N-435.

Geotecnia.-

-Permeabilidad: De moderada a alta, por fisuración, y baja, por infiltración en zonas alteradas.

-Problemas geomorfológicos: Relieves fuertes, en los que se han detectado con cierta frecuencia, en algunas áreas, fenómenos fósiles de inestabilidad gravitacional de proporciones importantes, así como movimientos que afectan a los niveles más superficiales del terreno (afloramientos al Norte y Este de Jerez de los Caballeros). Este fenómeno parece estar condicionado por los siguientes factores: fuerte tectonicidad y alteración del área, complejidad del contacto entre el grupo (001b) y el grupo (111b1) (intrusión de rocas básicas en rocas carbonatadas, metamorfismo de contacto con mineralizaciones tipo scarn, asimilación de grandes masas carbonatadas, etc), y por último las condiciones hidrogeológicas locales.

-Taludes artificiales excavados:

Alturas: En general menores de 7 m.

Pendientes: Fuertes (mayores de 60°).

Problemas: Desprendimientos frecuentes y erosión fácil. Materiales muy tectonizados y con amplias áreas de profunda alteración.

-Taludes recomendados: Las pendientes podrán oscilar ampliamente en razón de los grados de la tectonicidad y de la alteración. En áreas donde se han detectado movimientos fósiles, y en general en las proximidades de los contactos con los materiales calcáreos, las pendientes no deberían superar los 55°. En sectores con roca poco alterada y escasa o moderadamente fisurada, los valores admisibles pueden ser fuertes (entre 60° y 70°). En roca fresca, las pendientes podrán ser subverticales.

-Capacidad portante: En áreas de alta tectonicidad y profunda alteración, y especialmente en las afectadas por fenómenos inestables fósiles, los valores pueden oscilar en un rango amplio, de altos a moderados.

-Ripabilidad: Marginal en razón del grado de alteración y fracturación. En los primeros metros superficiales será ripable en alta proporción.

ROCAS GRANITICAS, (001a).

Litología.- Este grupo litológico está formado por una gran variedad de rocas de composición granítica: granitos cataclásticos, granitos albíticos cataclásticos, pórfidos graníticos, granodioritas y granitos de dos micas.

Los granitos cataclásticos aparecen en el paraje de "Las Reliquias-El Tablado", que está en la parte central de la Hoja 875, Jerez de los Caballeros, y en la finca de "La Parrilla", que se sitúa al Norte del Tramo. Poseen un tamaño de grano que oscila entre medio y grueso, una marcada foliación y aspecto gneísico. Los componentes mineralógicos principales son: cuarzo, microclina, oligoclasa y moscovita, que en conjunto les dan un tono crema claro. La dureza y compacidad de estas rocas es alta. Los grados de fracturación y de alteración son moderados-bajos, y ello hace que estos granitos den como resultado suelos de poco espesor.

Bajo el término de "granitos albíticos cataclásticos" se agrupan un conjunto de rocas graníticas intrusivas, leucócratas, que afloran en el área centro-oriental del Tramo de estudio. Presentan un tamaño de grano fino, generalmente de un milímetro, pero abundan los cristales de 2 a 3 mm de envergadura, que les confieren un aspecto ligeramente porfídico. En el stock que se sitúa en el cerro del Capullo y el santuario de Los Remedios, los fenocristales no se disponen con una orientación preferente. En los afloramientos más orientales, como el del cerro de Gata, se observa una patente orientación cataclástica, muy generalizada y paralela a la esquistosidad.

En la localidad de Burguillos del Cerro, al NE del Tramo, existe un complejo plutónico compuesto por granitos, granodioritas, tonalitas, dioritas, gabros y términos intermedios a todos éstos. Carecen totalmente de homogeneidad composicional y textural. En este sentido, las variaciones de tonalidad en este complejo son muy importantes, pasando de tonalidades claras (rocas

de quimismo ácido) a oscuras (rocas de quimismo básico) en un intervalo espacial pequeño (5 metros). (Foto 18).

Los pórfidos graníticos constituyen pequeños asomos distribuidos al Norte de la localidad de Fregenal de la Sierra, en el área central del Tramo. Suelen presentar un color rosáceo, y una matriz vítrea a microcristalina, en la que destacan fenocristales de cuarzo y/o feldespato. No producen prácticamente metamorfismo de contacto en la roca-caja.



Foto 18.- Explotación de granitos pertenecientes al grupo litológico (001a), como roca ornamental, cerca de la localidad de Burguillos del Cerro.

Las granodioritas presentan tonos grises claros y una orientación fluidal, definida por biotitas y feldespatos. Están atravesadas por diques ácidos que generan un metamorfismo de contacto en los materiales encajantes. En la zona minera de San Guillermo, la granodiorita produce metamorfismo de contacto y metasomatismo en la roca encajante, en la que se genera un "scarn" mineralizado con magnetita sobre rocas carbonatadas.

Los granitos de dos micas están representados en su gran mayoría en el stock granítico de La Bazana, situado al NO de la Hoja 875 de Jerez de los Caballeros. Presentan una estructura granuda, de grano medio, a veces grueso. Hay facies de grano fino-medio cerca del borde. No se observa una estructura fluidal importante. Sólo en algunos puntos del borde se aprecia una ligera orientación primaria, aproximadamente paralela al contacto con la roca-caja. Se encuentran afectados por fracturas espaciadas y

rellenas de pórfidos graníticos. Los contactos de la intrusión buzan poco (10° a 20°). El stock muestra un contorno circular de unos 5 Km de diámetro y posee una aureola de contacto de unos 250 metros de espesor, en la que llegan a aparecer facies de corneanas hornbléndicas.

Estructura.— Este grupo presenta interiormente una estructura masiva, y tiene un carácter intrusivo respecto a los grupos adyacentes. Se suele observar, en una gran mayoría de los casos, una aureola de metamorfismo de contacto en los materiales encajantes. Posee un grado de fracturación elevado. Es muy frecuente encontrar, asociado a este grupo, un relieve con disyunción bolar de gran tamaño.

Geotecnia.—

—Permeabilidad: Por fisuración, salvo en zonas alteradas, donde se realiza por infiltración.

—Problemas geomorfológicos: Los taludes naturales poseen pendientes que oscilan de suaves a escarpadas. Existen problemas locales por desprendimientos y reptación de suelos. Hay morfologías fósiles de grandes corrimientos en áreas muy tectonizadas y con relieve acusado.

—Taludes artificiales observados:

Menores de 15 m de altura en rocas de moderada a alta alteración y muy diaclasadas. Las pendientes con 65° a 70° son inestables. Se observan abundantes problemas por desprendimientos y corrimientos de cuñas.

Menores de 7 m de altura en áreas alteradas con bolos residuales y pendientes entre 45° y 55° . Se observan pequeños problemas de desprendimientos.

En rocas muy frescas y poco diaclasadas, los taludes subverticales aparecen bastante estables.

—Taludes recomendados:

En rocas muy tectonizadas y con una alteración que fluctúa de moderada a alta, las pendientes no deben sobrepasar los 55° .

En rocas frescas, poco tectonizadas, los taludes pueden tener 70° . Serán los casos menos frecuentes.

Es recomendable en cualquier caso la construcción de una amplia cuneta al pie del talud.

-Capacidad portante: En áreas muy tectonizadas y con estructuras fósiles de movimientos de gravedad, el valor de la capacidad portante debe ser obtenido con estudios de detalle, en especial de la fracturación y la alteración ligada a la misma, así como de los factores hidrogeológicos del área. En principio se estima que oscilará entre valores moderados, en especial en apoyos a media ladera.

Para el resto del grupo litológico se estiman unos valores altos y muy altos.

-Ripabilidad: Es una formación mayoritariamente no ripable por medios mecánicos normales.

3.1.5. Grupos geotécnicos

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

Grupo geotécnico G1

Este grupo G1 está representado por rocas plutónicas graníticas, rocas básicas (gabros, noritas y dioritas), y diques de cuarzo y granito. Son materiales permeables por fisuración, y por infiltración en los suelos de alteración meteórica. Se observa con cierta frecuencia un modelado de vertientes originado por fenómenos de inestabilidad fósil (Foto 19). Estos fenómenos muchas veces son de grandes dimensiones, lo que parece indicar la existencia de acuíferos ocluidos en estas rocas o en el contacto con ellas. Los taludes artificiales excavados muestran una irregular estructura, en razón del grado de alteración (frecuentemente importante) y de la tectonicidad. Los desprendimientos y corrimientos de cuñas son fenómenos frecuentes, pero desiguales de unas zonas a otras, como consecuencia de las razones estructurales apuntadas anteriormente. Las pendientes aconsejables oscilarán frecuentemente entre valores altos, dentro de un amplio margen. Se estima necesaria la construcción de una amplia cuneta al pie del talud.

La capacidad portante de estos materiales podrá oscilar entre muy amplios márgenes, en razón de las características estructurales y texturales de la roca, es decir, entre muy alta, en áreas de roca poco estructurada y alterada, a moderada o moderadamente baja, en sectores muy estructurados y alterados.

La ripabilidad será marginal por las mismas razones expuestas anteriormente.

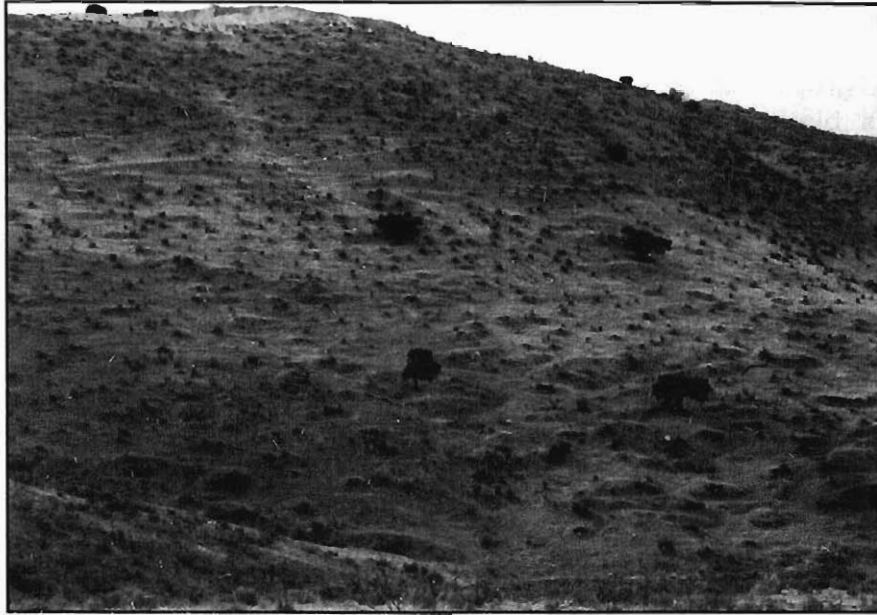


Foto 19.- Reptaciones de un suelo desarrollado sobre los materiales del grupo geotécnico G1. Proximidades del cortijo Fuente Blanca (límite entre los cuadrantes 1 y 2 de la Hoja 875).

En esta Zona 1, el grupo geotécnico G1 está constituido por los grupos litológicos (001a), (001b) y (002).

Grupo geotécnico G2

Este grupo G2 corresponde a materiales esquistoso-grauváquicos, pizarras, intercalaciones de cuarcitas negras, y pequeñas intrusiones diseminadas de diques de diabasa y granito. Son materiales con baja permeabilidad por fisuración. En las vertientes naturales sólo se observan fenómenos muy puntuales de inestabilidad gravitacional. Los taludes artificiales excavados en este grupo con pendientes 1H:2V dan lugar a problemas frecuentes de desprendimientos y corrimientos de cuñas a favor de las discontinuidades estructurales, que dejan paredes muy irregulares. Se aconseja en principio no diseñar taludes con pendientes superiores a los 55°.

La capacidad portante se estima alta en general, aunque en apoyos superficiales o poco profundos, a media ladera, los valores deben considerarse en principio moderados, y circunstancialmente serán bajos o moderadamente bajos en áreas con inestabilidad fósil.

Son materiales mayoritariamente ripables.

En esta Zona 1, el grupo geotécnico G2 está constituido por los grupos litológicos (010a), (111a), y la parte del grupo (010b) que queda incluida dentro del grupo litológico (010a).

Grupo geotécnico G3

Este grupo G3 lo forman materiales de alto metamorfismo: gneises, esquistos biotíticos, porfiroides, micaesquistos y migmatitas. Son materiales que presentan una permeabilidad baja, exclusivamente por fisuración. Se les ve afectados de vez en cuando por fenómenos fósiles de inestabilidad profunda y superficial de laderas. Es frecuente que este fenómeno esté relacionado con el contacto con rocas de mayor permeabilidad, también por fisuración, como pueden ser las cuarcitas.

Los taludes artificiales creados en estos materiales están muy condicionados por las discontinuidades tectónicas y metamórficas. Estas discontinuidades dan lugar a morfologías muy irregulares de la pared de los taludes, por el frecuente desprendimiento y corrimiento de grandes cuñas. Las pendientes aconsejables deben oscilar entre grandes rangos de valores, en razón de las características estructurales locales. Se estima muy necesaria la construcción de una amplia cuneta al pie del talud.

La capacidad portante oscilará de moderada, incluso moderadamente baja, en apoyos superficiales o poco profundos, en áreas a media ladera, a alta y muy alta, en sollicitaciones más profundas a media ladera o en áreas de morfología suave.

Los primeros metros del terreno afectados por la alteración meteórica serán ripables en general por medios mecánicos normales. A mayor profundidad, la ripabilidad será muy marginal.

En esta Zona 1, el grupo geotécnico G3 está constituido por los grupos litológicos (010c), (010c1), (010f1), (010g), y la parte del grupo (010b) que queda incluida dentro del grupo (010g).

Grupo geotécnico G7

Este grupo G7 lo forman materiales de naturaleza carbonatada: calizas, calizas marmóreas, calizas dolomíticas, mármoles, dolomías y brechas calcáreas. Son materiales permeables por fisuración y karstificación. No presentan problemas geomorfológicos, salvo algunos fenómenos de desprendimientos potenciales en relieves escarpados, o la posible existencia de cavidades kársticas. Los taludes artificiales presentarán importantes irregularidades, debido a los cambios litológicos introducidos por la tectónica. Estas irregularidades serán de especial importancia en las áreas de contacto con otras formaciones y en las áreas de alteración producidas por los procesos kársticos. Es frecuente la formación de grandes cuñas con fracturas y diaclasas rellenas de material arcilloso. Para el diseño de taludes es imprescindible un buen conocimiento de las condiciones estructurales. En las áreas en que se pueda excavar con pendientes fuertes o muy fuertes, será imprescindible la construcción de una amplia cuneta al pie del talud.

La capacidad portante será normalmente alta o muy alta, aunque no son pocos los sectores en los que la irregularidad estructural introducida por la tectónica y los fenómenos kársticos debilita la resistencia del terreno hasta extremos opuestos.

Son materiales no ripables en general.

En esta Zona 1, el grupo geotécnico G7 está constituido por los grupos litológicos (010e), (111b2) y (111b3).

Grupo geotécnico G8

Este grupo G8 lo forman rocas de “scarn”, rocas carbonatadas y metamorfizadas por contacto de rocas básicas, rocas básicas incluidas dentro de rocas carbonatadas, y rocas carbonatadas incluidas dentro de rocas básicas. Son materiales permeables por fisuración y karstificación. Las laderas se ven afectadas con cierta frecuencia por fenómenos de inestabilidad fósil. En relación con estos procesos está, sin duda, la existencia de acuíclulos en las rocas de este grupo. Debido a la diversidad estructural, textural y litológica del grupo, los taludes artificiales son irregulares y presentan problemas locales de inestabilidad, a causa de la alta tectonicidad y de la alteración. Las pendientes aconsejables pueden oscilar de muy fuertes a moderadas, dentro de un mismo talud, e incluso deben ser muy suaves, en áreas con problemas de inestabilidad fósil.

La capacidad portante podrá oscilar dentro de amplios márgenes, desde valores muy altos a moderadamente bajos, en áreas muy estructuradas y alteradas (en especial, las áreas afectadas por deslizamientos o corrimientos fósiles en profundidad).

La ripabilidad es marginal.

En esta Zona 1, el grupo geotécnico G8 está constituido solamente por el grupo litológico (111b1).

Grupo geotécnico G9

Este grupo G9 lo forman materiales vulcano-sedimentarios. Son materiales con permeabilidad por fisuración, muy irregular, y en general baja. Los fenómenos de inestabilidad de vertientes son muy esporádicos y se asocian a áreas de alta tectonicidad. Los taludes artificiales excavados con pendientes del orden 1H:2V presentan frecuentes problemas de inestabilidad por desprendimientos y corrimientos. Dadas la diversidad de materiales existentes en este grupo, la diferencia de competencia de unos materiales respecto a otros, y la fuerte tectonicidad y profunda alteración que acompaña a muchas áreas, es difícil aconsejar un determinado tipo de talud. Normalmente el

talud deberá definirse por estudios detallados locales. Se estima no obstante que pendientes superiores a 55° crearán problemas de inestabilidad abundantes. Se aconseja dejar un amplio cunetón al pie del talud.

La capacidad portante, en áreas próximas, variará ampliamente dentro del grupo. Habrá valores altos y otros moderadamente bajos, e incluso bajos, en áreas muy tectonizadas y alteradas.

Son materiales que poseen una ripabilidad marginal.

En esta Zona 1, el grupo geotécnico G9 está constituido solamente por el grupo litológico (111c).

Grupo geotécnico G10

Este grupo G10 está representado por rocas volcánicas verdes, grauvacas, pizarras, basaltos, diabasas y coladas de lavas. Son materiales con permeabilidad moderada y por fisuración. Las pendientes naturales se ven afectadas con cierta frecuencia por fenómenos de inestabilidad gravitacional fósil. Los taludes artificiales excavados en este grupo con pendientes próximas a 1H:2V darán lugar a abundantes problemas de inestabilidad por desprendimientos y corrimientos de cuñas (Foto 20), a favor de las superficies estructurales. Es recomendable no crear taludes con pendientes superiores a 55° y dejar amplias cunetas al pie de los mismos. No obstante el diseño definitivo debe hacerse después de estudios de detalle de las condiciones geomorfológicas locales.



Foto 20.- Importantes corrimientos de cuñas acaecidos en taludes de alturas medias (10 m a 12 m), excavados en el grupo litológico (112b), perteneciente al grupo geotécnico G10. Foto obtenida en el P.K. 118,5 de la carretera N-435.

La capacidad portante de este grupo puede oscilar dentro de un amplio rango de valores. Normalmente estos valores serán altos e incluso muy altos, pero existen abundantes circunstancias negativas (inestabilidades naturales fósiles, cambios de competencia de la naturaleza litológica, alta tectonicidad y alteraciones), que reducen la resistencia del terreno hasta valores bajos.

Son materiales que poseen una ripabilidad marginal.

En esta Zona 1, el grupo geotécnico G10 está constituido por los grupos litológicos (112b) y (111e).

Grupo geotécnico G11

Este grupo G11 corresponde a series esquistosas y pizarrosas en alternancias de estratos masivos. Son materiales permeables por fisuración. Suelen presentar problemas localizados de inestabilidad superficial y profunda de vertientes, de naturaleza fósil, a favor de las discontinuidades estructurales. En los taludes artificiales es frecuente la generación de grandes cuñas, definidas por superficies esquistosas o estratigráficas, rellenas con materiales arcillosos, y sectores tectonizados y alterados. Las pendientes aconsejables, que podrán ser fuertes con bastante frecuencia, estarán supeditadas siempre por la relación geométrica entre la dirección de la excavación y la disposición de las principales discontinuidades de la roca, en especial la estratificación y la fracturación más importante.

La capacidad portante de los materiales del grupo puede ser con frecuencia de valor moderado en apoyos superficiales o poco profundos, a media ladera. En áreas de suave morfología y a poco que se profundice, o incluso en superficie, estos materiales deberán presentar valores altos y muy altos, y sólo circunstancialmente, moderados.

Son materiales que poseen una ripabilidad marginal.

En esta Zona 1, el grupo geotécnico G11 está constituido por los grupos litológicos (010f), (111d), (111d1), (111g), (111f) y (111f1).

Grupo geotécnico G12

Este grupo G12 lo forman series masivas areniscosas y cuarcíticas. Son materiales esencialmente permeables por fisuración. En general no presentan otros problemas geomorfológicos que los que puedan derivarse de una morfología abrupta. Los taludes excavados en estas rocas suelen ser fuertes y muy fuertes, aunque presentan superficies irregulares por desalajo de cuñas. Se considera aceptable la construcción de taludes con un ángulo con la horizontal comprendido entre 60° y 70°, dejando una amplia cuneta al pie de los mismos.

La capacidad portante oscilará normalmente entre valores altos y muy altos.

Estos materiales no se consideran ripables.

En esta Zona 1, el grupo geotécnico G12 está constituido solamente por el grupo litológico (112a).

Grupo geotécnico G13

Este grupo G13 corresponde a series eminentemente pizarrosas y grauváquicas, con facies flyschoides. Son materiales con permeabilidad por fisuración, normalmente baja. Sus taludes naturales suelen presentar fenómenos esporádicos, a veces relativamente frecuentes, de roturas de gravedad, como los vuelcos de estratos y los corrimientos a favor de planos estructurales no demasiado profundos. Los taludes artificiales excavados con valores del orden 1H:2V son muy inestables por problemas de desprendimientos y corrimientos de cuñas. Se recomiendan pendientes en el entorno de los 55°, considerando que existirán áreas que requieran valores más bajos (próximos al 1H:1V). La capacidad de carga para apoyos superficiales o poco profundos, a media ladera, debe estimarse en principio entre moderada y moderadamente baja, sin perjuicio de que existan áreas en donde los valores sean altos. Los valores serán altos en solicitudes algo profundas. En niveles relativamente superficiales, en áreas de morfología suave y con ausencia de una fuerte tectonicidad o alteración, los valores de la capacidad portante normalmente serán altos.

Son materiales ripables en general.

En esta Zona 1, el grupo geotécnico G13 está constituido solamente por el grupo litológico (113).

Grupo geotécnico G14

Este grupo G14 está formado por travertinos y costras carbonatadas conglomeráticas. Su permeabilidad es muy variable y es debida a la karstificación. No se han detectado problemas geomorfológicos de interés. Los taludes artificiales observados son subverticales y no registran problemas, por lo que se recomienda dar pendientes de esa magnitud.

La capacidad portante se estima moderada.

Se considera un grupo que posee una ripabilidad marginal.

En esta Zona 1, el grupo geotécnico G14 está constituido por los grupos litológicos (321) y (Q).

Grupo geotécnico G15

Este grupo G15 está formado por coluviales y eluviales. Son materiales con permeabilidad muy variable, frecuentemente entre moderada y baja. Son depósitos sometidos a veces a fenómenos de reptación. En taludes artificiales, cuando estos materiales son muy permeables, pueden contribuir a aumentar el grado de inestabilidad de los materiales que los sustentan, si en éstos existen discontinuidades que definan cuñas potencialmente inestables.

La capacidad portante es baja y puede llegar a ser muy baja en áreas de media ladera. Los materiales de alteración "in situ" sobre materiales plutónicos y en áreas con morfología suave pueden tener una capacidad resistente moderada.

Son materiales absolutamente ripables.

En esta Zona 1, el grupo geotécnico G15 está constituido por los grupos litológicos (V), (c) y (ca).

Grupo geotécnico G16

Este grupo G16 está representado por los aluviales de los ríos y arroyos del Tramo. Son materiales permeables por infiltración. Presentan problemas geomorfológicos derivados de la dinámica fluvial.

La capacidad portante oscilará de moderada a baja. Se trata de materiales absolutamente ripables.

En esta Zona 1, el grupo geotécnico G16 está constituido por los grupos litológicos (A) y (a).

Grupo geotécnico G17

Este grupo G17 está formado por depósitos antrópicos de estériles de mina. Su permeabilidad es muy alta y por infiltración. No se han observado problemas geomorfológicos de interés.

La capacidad portante se estima baja.

Se considera un grupo ripable.

En esta Zona 1, el grupo geotécnico G17 está constituido solamente por el grupo litológico (W).

3.1.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

La Zona 1 está constituida en su mayor parte por materiales cámbricos y precámbricos, que presentan estructuras esquistosas y foliadas, diversos sistemas de fractura y diaclasado, complejas estructuras de plegamiento con contactos mecanizados, y profundas áreas de alteración. Estos caracteres estructurales de las rocas cámbricas y precámbricas de la Zona 1 van a tener una incidencia negativa en la construcción de taludes artificiales, túneles o apoyos en laderas con pendientes acusadas. Por esta razón será necesaria la realización de estudios detallados de las estructuras locales. El riesgo de desprendimientos y corrimientos de todo tipo y volumen será alto, tanto en los taludes de excavación, como en las laderas naturales pronunciadas.

La capacidad de carga, que de forma generalizada se estima alta para los terrenos cámbricos y precámbricos de la Zona 1, podrá sufrir pérdidas importantes en su valor como consecuencia de la alteración y tectonicidad acusada de los materiales. Asimismo, deben considerarse peligrosas y con capacidad soporte reducida las superficies del terreno con pendientes acusadas, siempre en función de la orientación de los planos de discontinuidad (tectónicos, metamórficos y sedimentarios).

Los materiales graníticos presentan fenómenos frecuentes de desprendimientos, corrimientos de cuñas y reptaciones de suelos. La capacidad portante oscilará ampliamente, desde valores muy altos en roca fresca, a moderadamente bajos en las zonas alteradas.

Debido a la escasa representación cartográfica, alta cementación y ausencia de tectonicidad en los materiales terciarios, no se espera ningún problema importante en estos terrenos.

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

3.2. ZONA 2: SECTOR SUR

3.2.1. Geomorfología

La Zona 2 ocupa una franja al Sur del Tramo, y está representada por grandes alineaciones de sierras de dirección NO-SE. En esta Zona se han diferenciado los siguientes elementos geomorfológicos:

- a) Sierras: "cuerdas"
- b) Valles en "uve"
- c) Vertientes

a) Sierras

La Zona 2 está íntegramente formada por una serie de sierras paralelas que, a modo de cuerdas de gran continuidad, se orientan en la dirección estructural de los pliegues hercínicos.

Rocas de metamorfismo medio y bajo, fuertemente estructuradas, y a veces fuertemente alteradas, configuran estas áreas de morfología agreste.

b) Valles en "uve"

Debido a la fuerte orografía de la Zona 2, los arroyos están muy encajados, discurren por valles en "uve", tienen un curso meandriforme, y apenas existen depósitos en sus fondos. Únicamente el río Múrtiga posee un modesto cauce con depósitos en su lecho, y su perfil transversal sería el de una "uve" con su vértice truncado.

La red de drenaje está muy diversificada, y aunque a grandes rasgos los principales arroyos están condicionados por estructuras hercínicas, son muchos los cursos que cortan transversalmente a dichas estructuras.

c) Vertientes

Las laderas de la Zona 2 tienen fuertes pendientes, a menudo abruptas. Por este motivo es frecuente encontrar en ellas "caídas de bloques", y vuelcos en los materiales pizarrosos. Estos últimos degeneran normalmente en reptaciones y corrimientos de suelos. Asimismo se han detectado algunas

estructuras fósiles, debidas a corrimientos de ladera en profundidad, aunque no son fenómenos que abundan en demasía.

Otro factor a tener en cuenta en la evolución de las vertientes es la erosión. El alto grado de impermeabilidad y las fuertes pendientes de las laderas condicionan que, en circunstancias de fuertes precipitaciones torrenciales, la escorrentía sea alta y el grado de erosión aumente considerablemente.

3.2.2. Tectónica

En el apartado 2.4. se realiza una descripción amplia y detallada de la tectónica general del Tramo, la cual es válida para la totalidad de la Zona 1 y Zona 2, y a ese apartado hay que remitirse si se quiere tener una idea global y pormenorizada del tema.

De lo que se trata en este apartado 3.2.2. es de señalar las características tectónicas que diferencian a esta Zona 2 de la Zona 1. Se exponen a continuación:

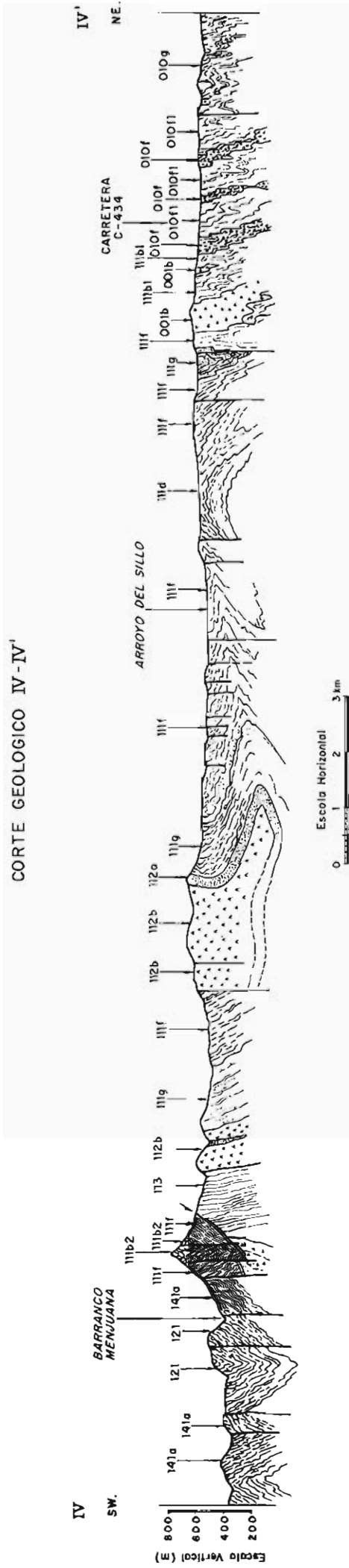
- La fase 1 tiene un desarrollo mucho menor en esta Zona 2, por lo que no se generan importantes mantos de cabalgamiento. (Ver Figura 32: corte geológico IV-IV').

- La fase 3 genera un juego muy importante de fracturas de dirección N110°E-N120°E y movimiento sinistral. Esta fase 3 tiene una intensidad muy importante en la Zona 2. (Ver Figura 33: corte geológico V-V').

- Una falla de dirección N110°E-N120°E (tercera fase), que recorre el Tramo de extremo a extremo en dirección aproximada NO-SE, sin solución de continuidad, marca el límite entre la Zona 1 y la Zona 2. Fallas sensiblemente paralelas al mencionado sistema de fase 3 separan a los más importantes grupos litológicos diferenciados en la Zona 2.

- Asimismo las estructuras de plegamiento y la esquistosidad principal S_1 se mantienen constantemente en directrices hercínicas (entre valores N110°E y N120°E), estando sus buzamientos en general muy verticalizados.

- En relación con el sistema de fallas tan importante que afecta a la Zona 2, existen áreas de una fuerte tectonicidad. Se debe destacar como un caso especial de tectonicidad, el sufrido por los materiales existentes al Sur de la gran falla que recorre en dirección ESE-ONO todo el Sur del Tramo, al pie de la sierra de La Coronada, sierra Cuchillar y sierra Huerta, al Norte de Cortelazor. A dichos materiales se les considera en su mayoría como una tectofacies, en la cual hay implicados materiales desde el Precámbrico hasta el Silúrico.

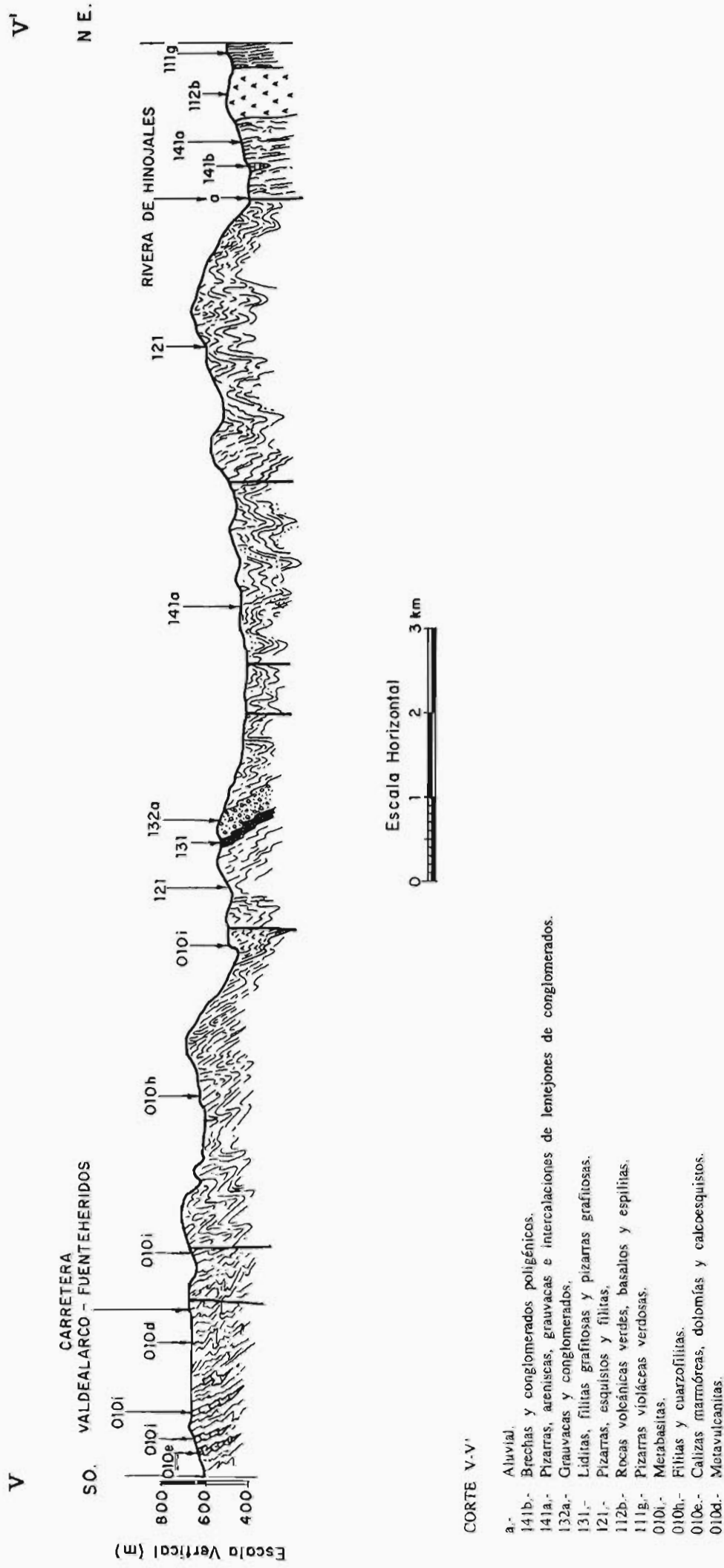


CORTE IV-IV'

- 141a.- Pizarras, areniscas, grauwacas e intercalaciones de lentijones de conglomerados.
- 121.- Pizarras, esquistos y filitas.
- 113.- Pizarras, areniscas y niveles microconglomeráticos.
- 112b.- Rocas volcánicas verdes, basaltos y espilitas.
- 112a.- Areniscas blanquecinas y cuarcitas blancas.
- 111g.- Pizarras violáceas y verdosas.
- 111f.- Alternancia de pizarras y areniscas.
- 111d.- Esquistos grauwáquicos.
- 111b2.- Calizas, mármoles, calizas marmóreas, dolomías, calizas dolomíticas y calcoesquistos.
- 111b1.- Rocas de silicatos cálcicos, calcoesquistos y rocas carbonatadas.
- 010g.- Esquistos biotíticos, gneises, micacitas, cuarcitas y vulcanitas.
- 010f1.- Porfiróides cuarzo-feldespáticos.
- 010f.- Pizarras y esquistos grauwáquicos.
- 001b.- Gabros, norias y dionitas.

Figura 32.- Corte geológico IV-IV', correspondiente a la Zona 1 y Zona 2.

CORTE GEOLOGICO V-V'



V

V'

SO. VALDEALARCO - FUENTEHERIDOS

Escala Vertical (m)

Escala Horizontal



CORTE V-V'

- a.- Aluvial.
- 141b.- Brechas y conglomerados poligénicos.
- 141a.- Pizarras, areniscas, grauwacas e intercalaciones de lenejones de conglomerados.
- 132a.- Grauwacas y conglomerados.
- 131.- Liditas, filitas grafitosas y pizarras grafitosas.
- 121.- Pizarras, esquistos y filitas.
- 112b.- Rocas volcánicas verdes, basaltos y espilias.
- 111g.- Pizarras violáceas verdosas.
- 010i.- Metabasitas.
- 010h.- Filitas y cuarzo filitas.
- 010e.- Calizas marmóreas, dolomías y calcoesquistos.
- 010d.- Metavulcanitas.

Figura 33.- Corte geológico V-V', correspondiente a la Zona 2.

3.2.3. Columna estratigráfica

La columna estratigráfica de esta Zona 2 aparece en la Figura 34.

El grupo (010i) aparece dos veces en la columna estratigráfica de esta Zona 2, ya que se encuentra intercalado en el grupo (010d) y en el (010h).

COLUMNA LITOLÓGICA	GRUPO LITOLÓGICO	GRUPO GEOTÉCNICO	LITOLÓGIA	EDAD
	A,a	G-16	Aluvial.	CUATERNARIO
	ca	G-15	Coluvio-aluvial.	CUATERNARIO
	c	G-15	Coluvial.	CUATERNARIO
	141b	G-7	Brechas y conglomerados poligénicos.	DEVONICO
	141a	G-13	Pizarras, areniscas, grauwacas e intercalaciones de lentejones de conglomerados.	DEVONICO
	132b	G-13	Esquistos oscuros con cloritoide.	SILURICO
	132a	G-13	Pizarras, grauwacas y microconglomerados.	SILURICO
	131	G-13	Liditas, filitas grafitosas (ampelitas) y pizarras sericíticas.	SILURICO
	122	G-12	Grauwacas y cuarcitas.	ORDOVICICO
	121	G-13	Pizarras, esquistos y filitas.	ORDOVICICO
	112b	G-10	Rocas volcánicas verdes, basaltos y espilitas.	CAMBRICO
	010h	G-5	Filitas y cuarzo-filitas.	PRECAMBRICO
	010i	G-6	Metabasitas.	PRECAMBRICO
	010c	G-7	Calizas, dolomías y calizas mármóreas.	PRECAMBRICO
	010i	G-6	Metabasitas.	PRECAMBRICO
	010d	G-4	Metavulcanitas.	PRECAMBRICO

Figura 34.- Columna estratigráfica de la Zona 2.

3.2.4. Grupos litológicos

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

ALUVIALES, (a).

COLUVIO-ALUVIALES, (ca).

COLUVIALES, (c).

Estos tres grupos se describen en la Zona 1, por adquirir en ella su mayor representatividad.

BRECHAS Y CONGLOMERADOS POLIGENICOS, (141b).

Litología.— Este grupo litológico aparece intercalado dentro del grupo litológico (141a). Está constituido por un conglomerado poligénico de cantos redondeados de hasta 30 cm a 40 cm de diámetro, con deformación anterior a la matriz, eminentemente pelítica. Hacia el Este, en la sierra del Alamo, este conglomerado va aumentando en potencia y pasa gradualmente a enriquecerse en cantos calcáreos, convirtiéndose en una brecha poligénica (se miden potencias de 700 metros). (Figura 35).

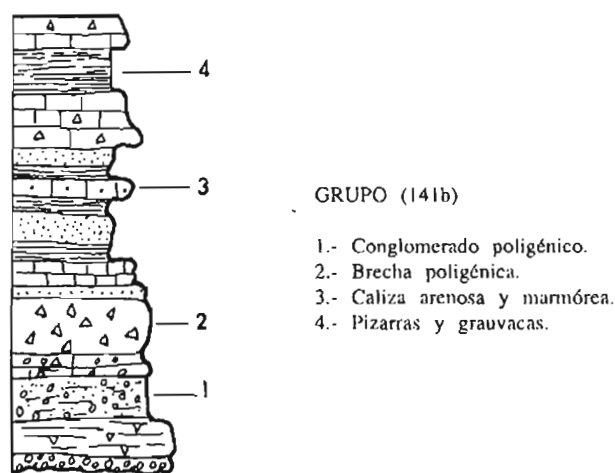


Figura 35.- Esquema litológico del grupo (141b).

De forma puntual y con escasa importancia, aparecen intercalaciones de calizas marmóreas y arenosas, de 1 a 20 metros de potencia y poca extensión lateral de afloramiento. Pueden estar localmente bien desarrolladas y alcanzar potencias de hasta 40 metros.

En el extremo oriental, en las cercanías de los cortijos de El Cubito y El Aliso, los conglomerados son de cantos redondeados de hasta 10 cm de diámetro, y se pierden lateralmente hacia el Oeste para dar lugar a una brecha dolomítica.

Estructura.— Este grupo litológico presenta una textura masiva y una estructura lentejona. La continuidad lateral es muy escasa porque son muy normales los cambios laterales en sus facies. La dureza y compacidad son muy altas. Son materiales que se encuentran fuertemente plegados y tectonizados, siendo su grado de fracturación moderado–alto. El grado de alteración es local y debido a fenómenos kársticos. La potencia estimada de este grupo litológico oscila de 40 m a 700 m.

Geotecnia.—

–Permeabilidad: Por fisuración y karstificación.

–Problemas geomorfológicos: Relieve acusado, y con algunas estructuras potenciales de corrimientos de ladera.

–Taludes artificiales observados: De pequeña altura los antiguos, y medios y altos, los de reciente construcción.

Pendientes: Se han pretendido crear taludes subverticales.

Problemas: La existencia de numerosas fallas, fracturas y sectores kársticos rellenos de arcillas (todos ellos indicios de la alta tectonicidad que afecta al grupo) ha propiciado la aparición de grandes corrimientos y desprendimientos de cuñas, dejando unos taludes irregulares y con alto riesgo de inestabilidades.

–Taludes recomendados: No deben diseñarse taludes con pendientes superiores a 1H:2V. Incluso con este valor surgirán sectores de cuñas inestables. Se considera necesaria la construcción de una amplia cuneta al pie del talud.

–Capacidad portante: En general será alta o muy alta, aunque localmente, debido a fenómenos tectónicos y de karsticidad, su valor puede ser puntualmente bajo.

–Ripabilidad: Son materiales no ripables en general.

PIZARRAS, ARENISCAS, GRAUVACAS E INTERCALACIONES DE LENTEJONES DE CONGLOMERADOS, (141a).

Litología.– Este grupo litológico está constituido por pizarras, areniscas, grauvacas e intercalaciones de niveles conglomeráticos. (Figura 36). Se diferencia básicamente del grupo litológico (132a) por presentar una menor cantidad de grauvacas y una alternancia rítmica, milimétrica, de filitas y niveles areniscosos. (Foto 21).

Para el estudio litológico de este grupo se han diferenciado dos áreas: septentrional y meridional.

El área septentrional está constituida por pizarras y/o pizarras arenosas de coloración gris verdosa, que intercalan lechos grauváquicos y arenosos, de potencia métrica a decamétrica.

En el área meridional este grupo litológico está constituido por una alternancia tipo flysch, de pizarras, areniscas, grauvacas y microconglomerados, cuya sucesión es la siguiente:

El muro comienza con una alternancia milimétrica de pizarras de color verde oscuro y areniscas de colores blanquecinos, en la que aparecen esporádicos niveles de arcosas y microconglomerados. La potencia de este horizonte es de 300 metros.

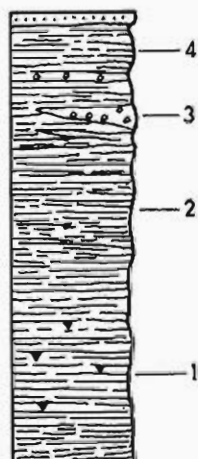
A continuación le sigue un horizonte de 200 m constituido prácticamente por pizarras arenosas.

El último paquete es más arenoso, y en él empiezan a aparecer niveles grauváquicos y microconglomeráticos. El techo de la serie es una alternancia de pizarras y areniscas. La potencia mínima estimada para este paquete es de 250 m. Relacionados con estos últimos niveles de la serie, es frecuente que aparezcan niveles de calizas marmóreas, algo arenosas y de escasa potencia, que se ponen de manifiesto a lo largo de la carretera vecinal Cortelazor–Hinojales.

Estructura.– Este grupo litológico constituye una secuencia rítmica y tableada. Todos sus materiales se encuentran fuertemente plegados y afectados por un metamorfismo de grado bajo. El grado de alteración es moderado–bajo, y el de fracturación, moderado. La potencia aproximada de este grupo litológico es de 1.000 m.

Geotecnia.–

–Permeabilidad: Baja, por fisuración.



GRUPO (141a)

- 1.- Alternancia milimétrica de pizarras y areniscas.
- 2.- Pizarras arenosas.
- 3.- Pizarras arenosas con niveles microconglomeráticos y grauváquicos.
- 4.- Alternancia de pizarras y areniscas.

Figura 36.- Esquema litológico del grupo (141a).



Foto 21.- Alternancia rítmica de pizarras, grauvacas y areniscas, constituyente de la formación "flysch de Terena". Grupo litológico (141a). En la fotografía se puede observar un incipiente vuelco de estratos. Talud excavado en el P.K. 2,5 de la carretera que une las localidades de La Nava y Encinasola (esta última fuera del Tramo).

-Problemas geomorfológicos: Relieve acusado e incluso abrupto. Circunstanacialmente se han detectado algunos fenómenos de deslizamiento de moderadas dimensiones, así como vuelcos y cabeceos del nivel superficial de los estratos de pizarras.

-Taludes artificiales observados: En general de alturas pequeñas y medias, y tanto de antigua como de reciente construcción.

Pendientes: En general muy fuertes, del orden de 1H:2V y mayores.

Problemas: Desprendimientos frecuentes y corrimientos de cuñas de moderado y gran tamaño. Fuerte tectonicidad, con red de diaclasadado y fracturación muy densa. Alteración muy importante y bastante profunda de todos los materiales, cuando se encuentran ligados a zonas de falla.

-Taludes recomendados: La construcción de taludes muy fuertes, superiores a los 55°, aunque los estratos se corten sensiblemente perpendiculares a las capas, no impedirá, como se observa en los actuales, la aparición de frecuentes e importantes fenómenos de inestabilidad. Incluso el valor dado no evitará la aparición de dichos fenómenos, lo cual supone que en muchos casos el talud relativamente estable lo será con pendiente próxima a 1H:1V. En cualquier caso se requerirán estudios detallados, locales, para definir correctamente los taludes. Se debe insistir en la necesidad de crear amplias cunetas al pie de los taludes.

-Capacidad portante: En apoyos superficiales o poco profundos, a media ladera, se debe estimar en principio un valor moderado, e incluso moderadamente bajo. Circunstancialmente, en áreas de profunda alteración y tectonicidad, o inmersas en fenómenos de inestabilidad de vertientes, las resistencias serán bajas. En profundidad los valores serán generalmente altos, aunque podrán oscilar y descender a moderados en áreas próximas, como consecuencia de la fuerte tectonicidad de los materiales.

-Ripabilidad: Mayoritariamente, es una formación ripable.

PIZARRAS, GRAUVACAS, MICROCONGLOMERADOS Y ESQUISTOS OSCUROS CON CLORITOIDE, (132a) y (132b).

Litología.- Este grupo litológico lo integran por una parte pizarras, grauvacas y microconglomerados, que constituyen el subgrupo (132a), y por otra, esquistos oscuros con cloritoide, que conforman el subgrupo (132b). (Figura 37).

En los afloramientos meridionales aparecen las pizarras, grauvacas y microconglomerados, mientras que en los septentrionales lo hacen los esquistos oscuros con cloritoide.

El subgrupo litológico (132a) está constituido en su muro por un paquete de 70 m a 80 m de potencia, que consiste en una alternancia de pizarras negras

y grauvacas pardas y/o grisáceas, dispuestas en pequeños bancos de 2 cm a 10 cm de espesor, y que contienen pirita diseminada y alterada a limonita.

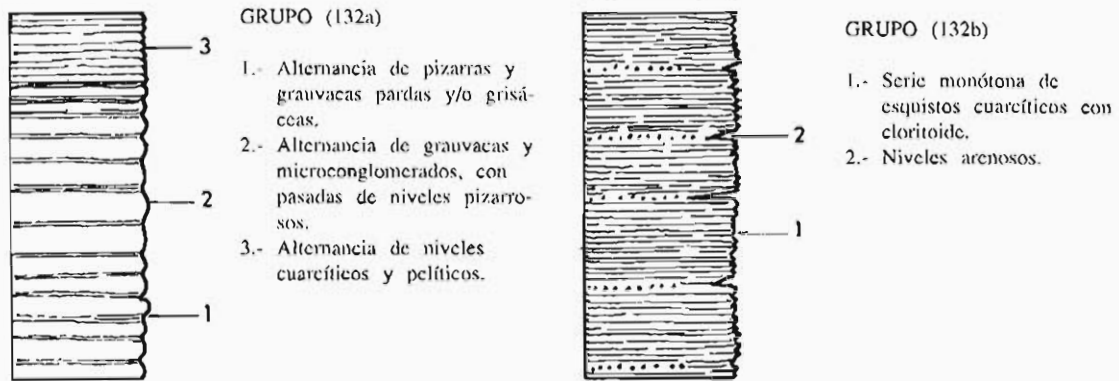


Figura 37.- Esquema litológico de los subgrupos (132a) y (132b).

Sobre este paquete se deposita otro de 60 m a 70 m de potencia. En éste los niveles de grauvacas y microconglomerados se van haciendo gradualmente más gruesos (30 cm a 40 cm), mientras que los pizarrosos disminuyen (2 cm a 5 cm). En el techo, la serie se va haciendo progresivamente más pizarrosa y se pasa insensiblemente a una alternancia de niveles cuarcíticos y pelíticos, de muy difícil diferenciación con el grupo litológico (141a).

El subgrupo litológico (132b) se sitúa encima del grupo litológico (131) y está constituido por una serie monótona de esquistos cuarcíticos con cloritoide, entre los que se intercalan finos niveles arenosos, de potencia centimétrica o milimétrica. Se trata de una serie muy homogénea, cuarzo-esquistosa, constituida fundamentalmente por esquistos cuarcíticos, que cuando se alteran, lo hacen a colores muy oscuros y brillantes, debido a los cristales de cloritoide. Presentan un moteado muy característico, debido al crecimiento de dichos cristales.

Estructura.— Estos grupos litológicos poseen una estructura tableada, y una dureza y compacidad moderadas. El grado de fracturación es moderado-alto, mientras que el de alteración es bajo. Se encuentran fuertemente plegados y tectonizados, con una esquistosidad muy penetrativa. Es muy común la presencia de moteados en las pizarras oscuras con cloritoide. La potencia de estos dos grupos litológicos se estima en unos 250 m.

Geotecnia.—

—Permeabilidad: Baja, por fisuración.

-Problemas geomorfológicos: Circunstanacialmente se ha detectado en algunas áreas cierta inestabilidad fósil de la zona de alteración y recubrimiento superficial de la roca.

-Taludes artificiales observados: Alturas inferiores a 5 m.

Pendientes: Mayores de 60°.

Problemas: No se han detectado de relevancia.

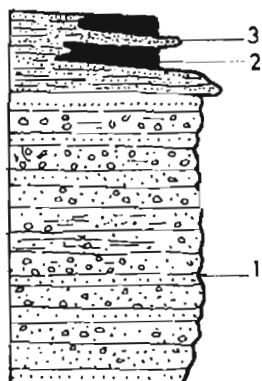
-Taludes recomendados: Se considera que pendientes por encima de los 55° pueden dar problemas de estabilidad por vuelcos y corrimientos, a poco que las condiciones estructurales sean desfavorables.

-Capacidad portante: En apoyos superficiales o poco profundos, a media ladera, se pueden esperar comportamientos resistentes medios y circunstanacialmente medios-bajos. Solicitudes a mayor profundidad encontrarán respuestas altas o moderadamente altas.

-Ripabilidad: Se considera que es un grupo ripable por medios mecánicos normales.

LIDITAS, FILITAS GRAFITOSAS (AMPELITAS) Y PIZARRAS SERICITICAS, (131).

Litología.— Este grupo litológico está constituido fundamentalmente por pizarras sericíticas, muy satinadas y de colores grisáceos, pizarras grafitosas (ampelitas), que en corte fresco son de color negro y que se alteran a color ceniza, y cuarcitas tableadas oscuras (liditas), que alternan con las pizarras carbonosas con ritmos de 5 a 15 cm de potencia. (Figura 38).



GRUPOS (122) y (131)

- 1.- Cuarcitas y grauvacas, (122).
- 2.- Pizarras grafitosas y sericíticas (ampelitas), (131).
- 3.- Cuarcitas tableadas oscuras (liditas), (131).

Figura 38.- Esquema litológico de los grupos (122) y (131).

El afloramiento meridional se caracteriza por la presencia de pizarras grafitosas, algo arenosas, poco foliadas y fosilíferas, y por la casi ausencia de liditas.

El afloramiento más septentrional se caracteriza por la presencia de los niveles de liditas, y porque las pizarras son más finas y fosilíferas.

Estructura.– Este grupo litológico presenta una estructura tableada rítmica. Es muy fosilífero. La dureza, compacidad y grado de fracturación son muy altos. Se encuentra intensamente plegado y la alteración es baja. La potencia de este grupo litológico oscila entre 30 m y 60 m.

Geotecnia.– Los datos geotécnicos dados para los grupos (132a) y (132b) son válidos para el grupo (131), ya que éste es un pequeño nivel intercalado entre aquéllos, cuyas características mecánico-resistentes son próximas.

GRAUVACAS Y CUARCITAS, (122).

Litología.– Este grupo litológico está constituido por cuarcitas y grauvacas (meta-areniscas inmaduras), de colores pardo-amarillentos, con gran cantidad de moscovita sedimentaria, y también algo de biotita y óxidos de hierro. (Figura 38).

Estructura.– Esta formación posee una estructura tabular, y una dureza y compacidad altas. El grado de fracturación es moderado-alto, mientras que el grado de alteración es bajo. Se encuentra fuertemente plegada y tectonizada. Presenta huellas de reptación de gusanos y “skolitos”. La potencia estimada de este grupo oscila de 60 m a 250 m.

Geotecnia.–

–Permeabilidad: Por fisuración.

–Problemas geomorfológicos: No se han detectado.

–Taludes artificiales observados:

Alturas: Inferiores a 7 m.

Pendientes: Subverticales.

Problemas: No se han detectado.

–Taludes recomendados: Se estima que será posible excavar taludes con pendientes entre 60° y 70° en general, salvo que las condiciones geométricas de las discontinuidades de los bancos de areniscas con respecto a la traza impongan valores inferiores.

–Capacidad portante: Normalmente estos materiales deben presentar una capacidad soporte de alta a muy alta.

–Ripabilidad: Este grupo no se considera ripable por medios mecánicos normales.

PIZARRAS, ESQUISTOS Y FILITAS, (121).

Litología.– Este grupo está constituido por una serie monótona de pizarras micáceas, muy ricas en moscovita, muy foliadas, de colores gris-verdoso y violáceo. Las pizarras intercalan finos niveles cuarcíticos, de potencia milimétrica (Figura 39), que producen una clara lineación en los planos de esquistosidad. (Foto 22).

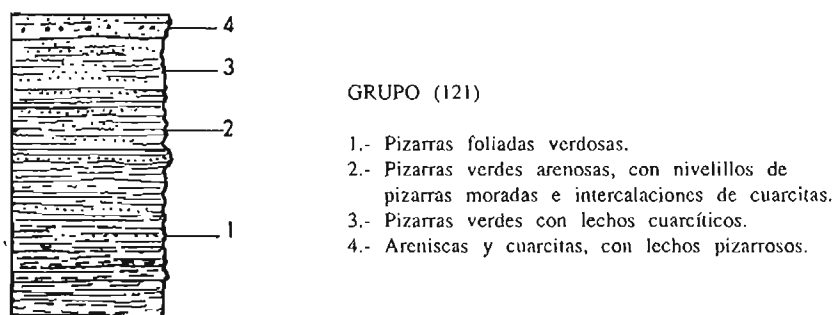


Figura 39.- Esquema litológico del grupo (121).

El muro del grupo está representado por pizarras foliadas y verdosas, con alguna intercalación de pizarras violáceas, esquistos y pizarras cuarcíticas. Aunque la base de este grupo no se conoce, pues está laminada, se ha estimado que tiene una potencia máxima de 300 m, fuera ya del Tramo.

Por encima de los materiales anteriormente descritos se encuentra un paquete de 150 m a 200 m de potencia, de pizarras verdes arenosas, con nivelillos de pizarras moradas y con intercalaciones de cuarcitas en pasadas de 1 a 2 cm.

Sobre este paquete aparece otro, de 150 m a 200 m de potencia, de pizarras verdes que alternan con lechos cuarcíticos de potencia milimétrica.



Foto 22.- Pizarras micáceas, muy foliadas y con intercalaciones de niveles cuarcíticos, pertenecientes al grupo litológico (121). Pequeño talud excavado en el P.K. 114 de la carretera N-435.

Hacia el techo de la formación, los materiales se van haciendo progresivamente más detríticos, aumentando el contenido en cuarzo y óxidos de hierro, y el tamaño de los clastos de moscovita. Este horizonte de 30 m de potencia marca el tránsito con el grupo litológico (122).

En esta formación existe una notable diferencia entre los afloramientos meridionales y septentrionales. En los meridionales es muy frecuente encontrar pizarras cloríticas verdes, con brillo satinado e intercalaciones de venas de cuarzo, mientras que en los afloramientos septentrionales son más comunes las pizarras foliadas, verdosas y moradas, con pasadas de materiales cuarcíticos.

Estructura.— Este grupo litológico constituye una secuencia rítmica y tableada. Se encuentra fuertemente plegado y afectado por un metamorfismo de grado bajo. El grado de alteración es moderado-bajo, y el grado de fracturación moderado. Es muy difícil determinar su potencia, pues no aflora el muro en el Tramo de estudio. Se estima una potencia máxima de 1.000 m aproximadamente.

Geotecnia.—

—Permeabilidad: Baja, por fisuración.

-Problemas geomorfológicos: Relieves fuertes e incluso abruptos. Se han detectado frecuentes fenómenos de deslizamiento de ladera, generalmente superficiales y cuyo origen está en la rotura por cabeceo de los estratos pizarreños.

-Taludes artificiales observados: De alturas pequeñas, los antiguos, y medias, los de reciente construcción.

Pendientes: En general adoptan valores de 1H:2V.

Problemas: Aunque los desmontes más importantes son sensiblemente perpendiculares a las discontinuidades más manifiestas e importantes, como es la estratificación, los fenómenos de desprendimientos y corrimientos de cuñas son generalizados en el talud, configurando una pared muy irregular y creando un riesgo potencial de futuras inestabilidades.

-Taludes recomendados: En general no deberán diseñarse taludes con pendientes superiores a los 55° si no se quieren crear situaciones generalizadas de inestabilidad por desprendimientos y corrimientos de cuñas. La importancia de estos fenómenos estará bastante condicionada por la disposición de las capas respecto al trazado del talud. En circunstancias de sensible perpendicularidad, normal para trazados Norte-Sur, las condiciones estructurales, que pueden considerarse bastante favorables en orden a la estabilidad, no han impedido el deplorable y peligroso aspecto que presentan los taludes actuales. Los desmontes en estos materiales requerirán siempre una amplia cuneta al pie del talud.

-Capacidad portante: En apoyos superficiales o poco profundos, a media ladera, se debe considerar en principio una capacidad resistente de moderada a baja, en razón de los frecuentes fenómenos de rotura de vertientes por cabeceo de los niveles superiores de los estratos de pizarra. A mayores profundidades, en las pizarras podrán considerarse valores claramente altos.

-Ripabilidad: Son materiales que poseen una ripabilidad marginal.

ROCAS VOLCANICAS VERDES, BASALTOS Y ESPILITAS, (112b).

Este grupo está descrito en la Zona 1, por encontrarse allí mejor representado.

FILITAS Y CUARZOFILITAS, (010h).

Litología.- Este grupo litológico está constituido en su gran mayoría por

filitas de grano fino y colores rojizos, azulados e incluso morados, generalmente con brillos satinados. (Figura 40). Se encuentran muy foliadas y poseen en gran cantidad de cuarzo exudado y replegado. (Foto 23).

Las cuarzofilitas son rocas de colores más claros y más compactas que las filitas, de las que se diferencian por su aspecto más masivo y por adquirir la esquistosidad con cierta dificultad.

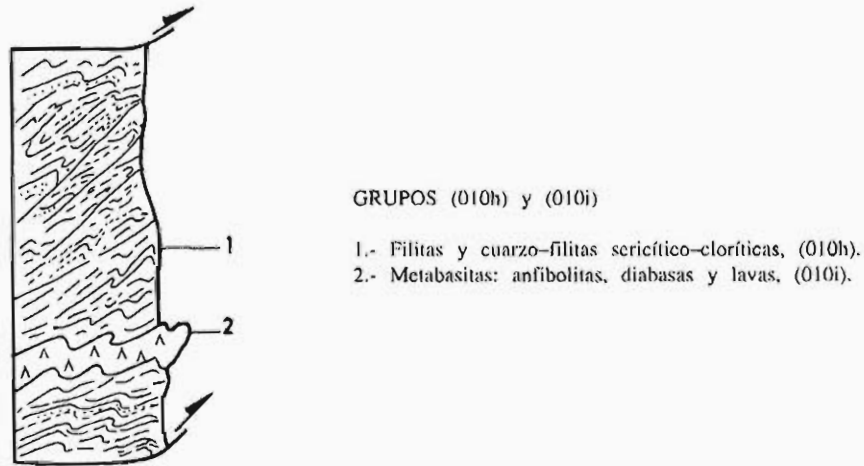


Figura 40.- Esquema litológico de los grupos (010h) y (010i).

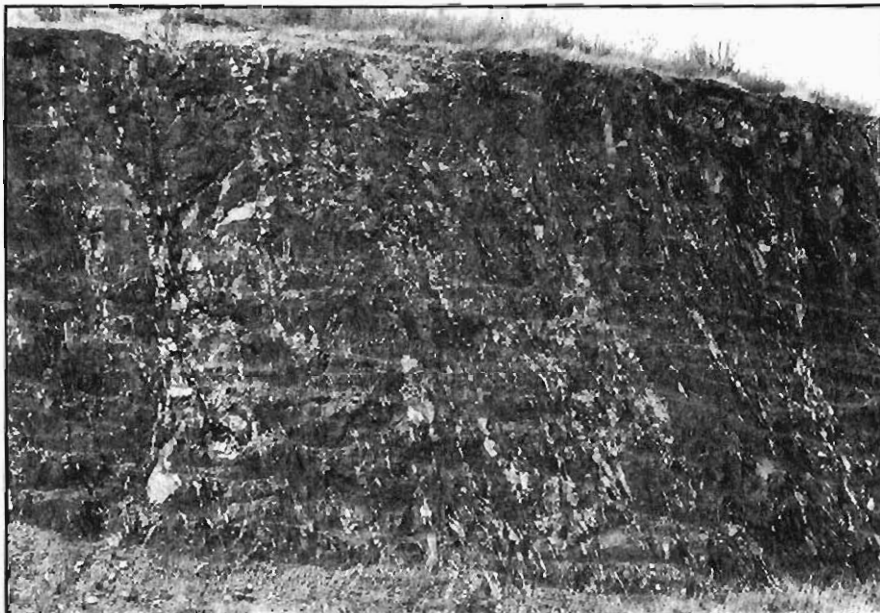


Foto 23.- Filitas y cuarzofilitas pertenecientes al grupo litológico (010h). Se puede observar la alta complejidad de sus planos de esquistosidad, producto de la alta tectonicidad. Proximidades de Galaroza.

Estructura.— Este grupo está fuertemente plegado y laminado, y se encuentra afectado por un metamorfismo moderado–alto. La dureza y compacidad de estas rocas suelen ser moderadas. Se presenta intensamente fracturado, mostrando planos de falla y superficies de esquistosidad bastante netos y con una dirección muy marcada (la N140°E). La potencia de esta formación es muy variable, y se estima como término medio en 2.000 m.

Geotecnia.—

—Permeabilidad: Baja, por fisuración.

—Problemas geomorfológicos: Las vertientes presentan, con alguna frecuencia, fenómenos fósiles de inestabilidad gravitacional, superficiales y profundos, algunos de importante dimensión.

—Taludes artificiales observados: Antiguos y de nueva construcción.

Alturas: Bajas y medias.

Pendientes: Normalmente 1H:2V.

Problemas: Desprendimientos y desplomes localizados normalmente en zonas de contacto (fallas) con otros grupos de materiales, y en áreas muy tectonizadas y alteradas. Tectonicidad muy elevada e intenso plegamiento, lo que confiere un cierto grado de uniformidad masiva a la roca, no necesariamente perjudicial para la estabilidad.

—Taludes recomendados: El estudio detallado de la geometría de las principales discontinuidades de la roca, su estructura y las características litológicas y geomorfológicas locales, deben ser los factores que en última instancia decidan el tipo de talud. En principio no se recomienda construir taludes superiores al 1H:2V, valor que resultaría excesivo en muchas ocasiones en orden de la estabilidad. Pendientes del orden 2H:3V serán las más adecuadas normalmente y no garantizarán tampoco la ausencia de problemas, especialmente cuando se atraviesen áreas de inestabilidad fósil. La construcción de un cunetón amplio al pie del talud es muy aconsejable.

—Capacidad portante: En apoyos superficiales o poco profundos, a media ladera, debe estimarse en principio una capacidad resistente moderadamente alta o moderada. En razón de la alteración, la tectonicidad y la estructura, podría llegar a ser moderadamente baja, como ocurre en áreas con inestabilidad fósil. La resistencia del terreno a profundidades algo mayores y en áreas de morfología suave, se estima de alta a moderadamente alta.

—Ripabilidad: Es una formación ripable.

METABASITAS, (010i).

Litología.— Esta formación está dividida en dos áreas. Un área sur, en la que la formación se encuentra intercalada dentro del grupo litológico (010d). Se trata de metabasitas de origen volcánico, representadas por esquistos grauváquicos de tonos pardo-verduscos, anfibolitas de tonos verdes oscuros, diabasas y lavas. Estas dos últimas tienen aspecto masivo y esquistosidad grosera. (Figura 29). Estas intercalaciones pardo-verduscas y verdes oscuras se presentan en la topografía dando formas más duras en el relieve. Y un área norte, un poco más extensa, situada en la mitad del cuadrante 1 de la Hoja de Aracena, y en la que la formación está intercalada dentro del grupo litológico (010h). (Figura 40). Las metabasitas del área norte afloran según bandas paralelas a las estructuras.

En el Tramo del Estudio las metabasitas están perfectamente representadas entre las localidades de Carboneras y Corterrangel (situadas al Sur del Tramo) (Foto 24). También pueden verse afloramientos de pequeña extensión al Norte de La Corte. Se trata de anfibolitas, diabasas y lavas, todas de color verdoso y tonalidades oscuras, a veces con un bandeo original definido por el mayor o menor contenido de minerales ferromagnesianos. Se alteran fácilmente.



Foto 24.- Aspecto superficial de las metabasitas constitutivas del grupo litológico (010i). Proximidades de Corterrangel.

Estructura.— Este grupo presenta una estructura lenticular y una textura masiva. El tamaño de grano es muy fino. Cuando la roca está fresca, presenta una compacidad y dureza muy altas, aunque es muy frecuente encon-

trar potentes horizontes de alteración. El grado de fracturación es bajo. La roca tiene una esquistosidad no penetrativa y se encuentra fuertemente plegada. Su potencia varía desde unos metros en el límite Sur del Tramo a unos cientos de metros en los afloramientos situados en Corterrangel.

Geotecnia.-

-Permeabilidad: Baja, por fisuración.

-Problemas geomorfológicos: No se han detectado.

-Taludes artificiales observados:

Alturas: Menores de 15 m.

Pendientes: Superiores a 60°.

Problemas: Corrimientos a favor de los planos de esquistosidad y discontinuidad tectónica. Materiales en general bastante alterados.

-Taludes recomendados: Pendientes no superiores a 55°.

-Capacidad portante: A este grupo se le considera con una capacidad resistente entre alta y moderada. En apoyos superficiales o poco profundos, a media ladera, se deben considerar en general valores medios.

-Ripabilidad: Es una formación ripable en alta proporción, al menos en los primeros metros de la superficie, pues aparece muy meteorizada, aunque irregularmente. La roca sana, no meteorizada, no es ripable por medios mecánicos normales.

CALIZAS, DOLOMIAS Y CALIZAS MARMOREAS, (010e).

Este grupo se ha descrito en la Zona 1, por encontrarse allí mejor representado.

METAVULCANITAS: PIZARRAS, FILITAS, GRAUVACAS Y ESQUISTOS, (010d).

Litología.- La mayor parte de la superficie aflorante de este grupo litológico está representada por pizarras, grauvacas y filitas muy micáceas, de tonos grises claros y grano fino, pizarras de grano fino, con tonos

morado-grisáceos y brillo satinado, y esquistos masivos de tonos claros, grano medio y con niveles pizarrosos grisáceos, de grano fino. (Figura 29 y Foto 25).

Globalmente el grupo presenta tonos claros y brillos satinados. Es frecuente encontrar una potente alteración meteórica que genera un nivel importante de suelos.

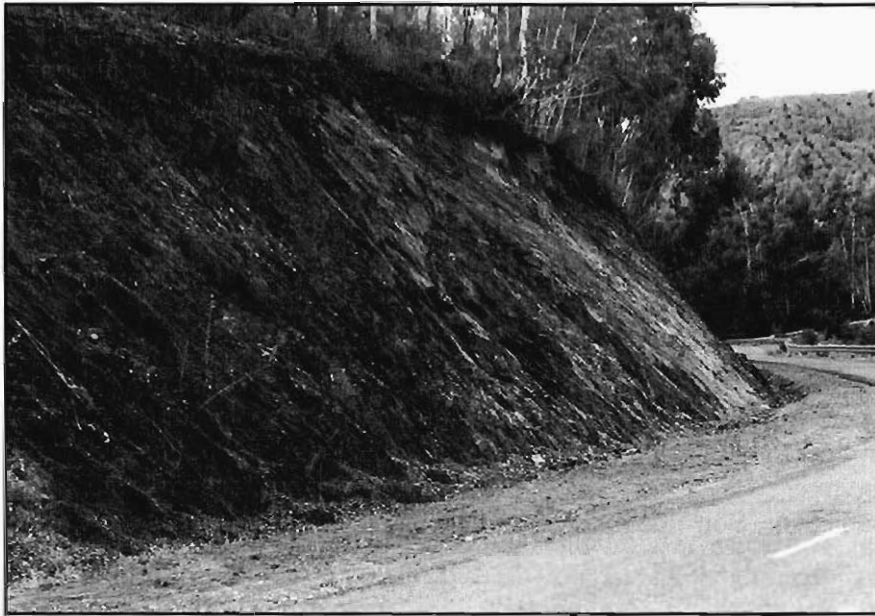


Foto 25.- Metavulcanitas constituidas por pizarras, grauvacas, filitas y esquistos, pertenecientes al grupo litológico (010d). Cercanías de Casas de Talenque (límite sur del Tramo).

Estructura.— Este grupo litológico presenta una pizarrosidad penetrativa, compacidad y dureza moderadas, y una estructura esquistosa. Se encuentra intensamente plegado y tectonizado. Se estima una potencia aproximada de 2.000 m.

Geotecnia.—

—Permeabilidad: Baja, por fisuración.

—Problemas geomorfológicos: No se han observado problemas de interés.

–Taludes artificiales observados: Antiguos y de nueva construcción.

Alturas: Bajas y medias en los antiguos, y medias y altas en los de nueva construcción.

Pendientes: Varían entre los 45° y 65°. Normalmente se les ha intentado dar valores 1H:2V.

Problemas: Muchos taludes han tenido que adaptarse finalmente al valor de la pendiente definido por los planos de discontinuidad estructural pertenecientes a la esquistosidad principal. En algún caso se han dado corrimientos importantes del talud. La roca aparece normalmente con un grado de alteración profundo y muy tectónica. Es fácilmente meteorizable y erosionable.

–Taludes recomendados: El estudio de la geometría de las discontinuidades del terreno debe indicar en principio el diseño de los taludes. Se considera que taludes con pendientes superiores a 55° podrán crear problemas importantes de estabilidad, e incluso este valor será con frecuencia superior al estable.

–Capacidad portante: En principio se debe estimar como moderada en apoyos superficiales o poco profundos, a media ladera. En circunstancias morfológicas más favorables, los valores resistentes del terreno oscilarán de altos a moderados.

–Ripabilidad: Son rocas ripables en general.

3.2.5. Grupos geotécnicos

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

Grupo geotécnico G4

Este grupo G4 está representado por metavulcanitas: pizarras y filitas, pizarras, grauvacas y esquistos micáceos. Son materiales con baja permeabilidad por fisuración. Las vertientes naturales, de morfología suave o algo pronunciada, no presentan fenómenos de inestabilidad gravitacional. Los taludes excavados se adaptan con frecuencia a los planos de discontinuidad estructural, dándose fenómenos de corrimiento a favor de dichas discontinuidades. En taludes con fuertes pendientes se dan roturas importantes. Debido a la alta tectonicidad y alteración de los materiales incluidos en este grupo, se aconseja la construcción de taludes con pendientes no superiores a 55°.

La capacidad portante debe estimarse, en principio, como moderada en apoyos superficiales o poco profundos, a media ladera. En circunstancias morfológicas más favorables, los valores oscilarán de altos a moderados.

Son materiales ripables.

En esta Zona 2 el grupo geotécnico G4 está constituido solamente por el grupo litológico (010d).

Grupo geotécnico G5

Este grupo G5 lo forman filitas y cuarzofilitas. Son materiales con baja permeabilidad por fisuración. En las vertientes naturales, a veces muy fuertes, suelen darse fenómenos localizados de inestabilidad fósil superficial y profunda, a veces de grandes dimensiones. Los taludes artificiales excavados en estos materiales suelen ser fuertes, e incluso muy fuertes en ocasiones, y presentan frecuentes problemas de inestabilidad a favor de las superficies estructurales. Por tratarse de un grupo afectado por una fuerte tectonicidad, y con circunstancias geomorfológicas negativas por la presencia de inestabilidades fósiles en algunas áreas, el diseño de taludes requerirá siempre estudios locales detallados. En principio se estima que no deben proyectarse pendientes superiores a 1H:2V, considerando que valores en torno a los 55° serán los más adecuados normalmente.

La capacidad portante en apoyos superficiales o poco profundos, a media ladera, debe estimarse "a priori" como moderada, pudiendo ésta llegar a ser moderadamente baja o incluso baja en el caso de las áreas con inestabilidad fósil. En cimentaciones algo profundas y en áreas de morfología suave, la capacidad portante oscilará de alta a moderada.

Los materiales de este grupo se consideran ripables.

En la Zona 2 el grupo geotécnico G5 está constituido solamente por el grupo litológico (010h).

Grupo geotécnico G6

Este grupo G6 está formado por metabasitas: meta-anfibolitas y diabasas. Son materiales con baja permeabilidad por fisuración. Las vertientes, con pendientes de suaves a fuertes, no suelen mostrar rasgos de inestabilidad gravitacional. Los taludes artificiales, cuando son fuertes, suelen dar problemas de inestabilidad a favor de las superficies tectónicas. Se considera que no deben diseñarse taludes superiores a 55°.

La capacidad portante se estima que oscilará de alta a moderada.

Se trata de materiales ripables en alta proporción.

En la Zona 2 el grupo geotécnico G6 está constituido solamente por el grupo litológico (010i).

Grupo geotécnico G7

Este grupo G7 lo forman materiales de naturaleza carbonatada: calizas, calizas marmóreas, calizas dolomíticas, mármoles, dolomías y brechas calcáreas. Son materiales permeables por fisuración y karstificación. No presentan problemas geomorfológicos, salvo algunos fenómenos de desprendimientos potenciales en relieves escarpados, o la posible existencia de cavidades kársticas. Los taludes artificiales presentarán importantes irregularidades debido a los cambios litológicos introducidos por la tectónica. Estas irregularidades serán de especial interés en las áreas de contacto con otras formaciones y en las áreas de alteración producidas por los procesos kársticos. Es frecuente la formación de grandes cuñas, con fracturas y diaclasas rellenas de material arcilloso. Para el diseño de taludes es imprescindible un buen conocimiento de las condiciones estructurales. En las áreas en que se pueda excavar con pendientes fuertes o muy fuertes, será imprescindible la construcción de una amplia cuneta al pie del talud.

La capacidad portante será normalmente alta o muy alta, aunque no son pocos los sectores en los que la irregularidad estructural, introducida por la tectónica y los fenómenos kársticos, debilita la resistencia del terreno hasta extremos opuestos.

Son materiales no ripables, en general.

En la Zona 2 el grupo geotécnico G7 está constituido por los grupos litológicos (010e) y (141b).

Grupo geotécnico G10

Este grupo G10 está representado por rocas volcánicas verdes, grauvacas, pizarras, basaltos, diabasas y coladas de lavas. Son materiales con permeabilidad moderada, y por fisuración. Las pendientes naturales se ven afectadas con cierta frecuencia por fenómenos de inestabilidad gravitacional fósil. Los taludes artificiales excavados en este grupo con pendientes próximas a valores 1H:2V darán lugar a abundantes problemas de inestabilidad por desprendimientos y corrimientos de cuñas a favor de las superficies estructurales. Es recomendable no crear taludes con pendientes superiores a 55° y dejar amplias cunetas al pie de los mismos. No obstante, el diseño definitivo debe hacerse después de estudios de detalle de las condiciones estructurales locales.

La capacidad portante de este grupo puede oscilar en un amplio rango de valores. Normalmente será alta e incluso muy alta, pero existen abundan-

tes circunstancias negativas (inestabilidades naturales fósiles, cambios de competencia de la naturaleza litológica, alta tectonicidad y alteraciones) que reducen la resistencia del terreno hasta valores bajos.

Son materiales que poseen una ripabilidad marginal.

En esta Zona 2 el grupo geotécnico G10 está constituido por el grupo litológico (112b).

Grupo geotécnico G12

Ente grupo G12 lo forman series masivas, areniscosas y cuarcíticas. Son materiales esencialmente permeables por fisuración. En general no presentan otros problemas geomorfológicos que los que puedan derivarse de una morfología bastante acusada. Los taludes excavados en estas rocas suelen ser fuertes y muy fuertes, aunque presentan superficies irregulares por desalajo de cuñas. Se considera aceptable la construcción de taludes entre 60° y 70°, dejando una amplia cuneta al pie de los mismos.

La capacidad portante oscilará normalmente entre valores altos y muy altos.

Estos materiales no se consideran ripables.

En esta Zona 2 el grupo geotécnico G12 está constituido solamente por el grupo litológico (122).

Grupo geotécnico G13

Este grupo G13 corresponde a series eminentemente pizarrosas y grauváquicas, con facies flyschoides. Son materiales con permeabilidad por fisuración baja, normalmente. Sus taludes naturales suelen presentar fenómenos esporádicos, a veces relativamente frecuentes, de roturas de gravedad, como los vuelcos de estratos y los corrimientos a favor de planos estructurales no demasiado profundos. Los taludes artificiales excavados con valores de pendiente del orden 1H:2V son muy inestables por problemas de desprendimientos y corrimientos de cuñas. Se recomiendan pendientes en el entorno de los 55°, considerando que existirán áreas que requieran valores más bajos (próximos al 1H:1V). La capacidad de carga para apoyos superficiales o poco profundos, a media ladera, se estima entre moderada y baja en principio, sin perjuicio de que existan áreas en donde los valores sean altos. Los valores serán normales en solicitudes algo profundas. En niveles relativamente superficiales, en áreas de morfología suave con ausencia de una fuerte tectonicidad o alteración, los valores de la capacidad portante serán normales.

Normalmente, estos materiales son ripables.

En esta Zona 2 el grupo geotécnico G13 está constituido por los grupos litológicos (121), (131), (132a), (132b) y (141a).

Grupo geotécnico G15

Este grupo G15 está formado por coluviales y eluviales. Son materiales con permeabilidad muy variable, frecuentemente entre moderada y baja. Sus depósitos están sometidos a veces a fenómenos de reptación. En taludes artificiales, cuando estos materiales son muy permeables, pueden contribuir a aumentar el grado de inestabilidad en las formaciones que los sustentan, si en éstas existen discontinuidades que definan cuñas potencialmente inestables.

La capacidad portante es pequeña y puede llegar a ser muy baja en áreas de media ladera. Los materiales de alteración "in situ" sobre materiales plutónicos y en áreas con morfología suave pueden tener una capacidad resistente moderada.

Son materiales absolutamente ripables.

En esta Zona 2 el grupo geotécnico G15 está constituido por los grupos litológicos (c) y (ca).

Grupo geotécnico G16

Este grupo G16 está representado por los aluviales de los ríos y arroyos del Tramo. Son materiales permeables por infiltración. Presentan problemas geomorfológicos derivados de la dinámica fluvial.

La capacidad portante oscilará de moderada a baja. Se trata de materiales absolutamente ripables.

En esta Zona 2 el grupo geotécnico G16 está constituido por los grupos litológicos (A) y (a).

3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

La orografía relativamente pronunciada de las sierras de Aracena y Tudia, junto con las complejas estructuras de plegamiento y fracturación de la Zona 2, dará lugar a importantes problemas geotécnicos en la construcción de obras lineales.

Los materiales pizarrosos y grauváquicos, con estructuras flyschoides,

afloran en un área bastante amplia de la Zona 2. En los taludes naturales de estos materiales se han detectado movimientos de gravedad, como vuelcos de estratos y corrimientos a favor de planos estructurales no demasiado profundos.

La capacidad de carga se estima alta para los materiales de la Zona 2. Localmente y como consecuencia de la alteración y tectonicidad, estos materiales podrán presentar valores más bajos. Deben considerarse peligrosas y con capacidad soporte reducida las superficies del terreno con pendientes acusadas, delimitando masas de roca susceptibles de moverse gravitacionalmente a favor de alguna de las superficies de discontinuidad creada.

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

4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS

De mayor o menor intensidad, en la mayoría de la superficie del Tramo Barcarrota–Aracena existen accidentes topográficos, que constituyen obstáculos para un fácil trazado de las vías de comunicación.

En la Zona 1 del Tramo, los relieves alomados del área norte, próximos a la población de Brovales, van a generar problemas leves en el trazado de una obra lineal. Sin embargo, las pequeñas sierras de la margen oeste de la Zona 1 (sierra Payo, sierra de Santa María, sierra Seismiras y sierra Cabello, entre otras) dificultan los trazados actuales y supondrán dificultades apreciables en los futuros trazados. El área Este de la Zona 1, más concretamente la sierra del Cordel, sierra de los Jacintos, sierra de Don Ezequiel, sierra del Guijo y el paso por este área del río Ardila, constituyen en la actualidad problemas topográficos en el trazado de las carreteras, y posiblemente en los trazados futuros.

La Zona 2 del Tramo está constituida por una serie de sierras pertenecientes a sierra Aracena y sierra Tudia, que representan la estribación oeste de Sierra Morena. En este sentido, las sierras de la Zona 2 van a constituir un serio obstáculo para cualquier trazado de obra lineal.

4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS

Los problemas geomorfológicos que se suscitan en el Tramo de estudio y que pudieran afectar a los trazados actuales y futuros de vías de comunicación, se dividen en dos grandes grupos: problemas de la dinámica de las vertientes, y problemas hidrodinámicos.

Los problemas concernientes a la dinámica de las vertientes vendrán caracterizados por los procesos geomorfológicos (tales como reptaciones, corrimientos, deslizamientos y desprendimientos) que tengan lugar.

En este sentido, un primer problema vendrá condicionado por las reptaciones de suelos. En el caso más desfavorable la profundidad máxima a la que se puede ver involucrado el substrato en este proceso es 1,5 m. Como norma general, el vuelco de los materiales pizarrosos en las laderas origina, en episodios más avanzados, reptaciones y corrimientos de suelos.

Las áreas afectadas por corrimientos y deslizamientos fósiles de ladera no son abundantes. Los problemas que puedan suscitar serán siempre muy localizados, y algo más frecuentes en la mitad sur del Tramo. La mayoría de los deslizamientos son corrimientos a favor de superficies estructurales, y aunque la mayoría son actualmente fósiles, pueden ser reactivados fácilmente.

Por otro lado, otro problema vendrá suscitado por los desprendimientos de rocas en los escarpes abruptos.

Los problemas hidrodinámicos están relacionados con las crecidas de los grandes cursos fluviales del Tramo. Un buen ejemplo son las ruinas del puente antiguo sobre el río Ardila, en la carretera local que une las localidades de Oliva de la Frontera y Encinasola.

4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

Los terrenos arcaicos y paleozoicos presentan una serie de estructuras comunes, entre las que se pueden nombrar las estructuras esquistosas y foliadas con diversos sistemas de fractura y diaclasado, las estructuras de plegamiento muy complejas, los contactos mecanizados frecuentes y las áreas de alteración profunda. Todas estas estructuras vienen condicionadas por los importantes procesos geodinámicos que generan la altísima tectonicidad de estos materiales.

Estos caracteres estructurales de las rocas arcaico-paleozoicas del Tramo van a incidir negativamente en la excavación de taludes artificiales, túneles o apoyos en laderas con pendientes acusadas. En todos estos casos se impondrá siempre la necesidad de estudios detallados de las estructuras locales. Problemas de desprendimientos y corrimientos de todo tipo y volumen son posibles. La capacidad de carga, que de forma generalizada se estima alta para estos terrenos, podrá sufrir pérdidas de valor importantes como consecuencia de la alteración y tectonicidad acusada de los materiales. Así mismo, deben considerarse peligrosas y con capacidad soporte reducida las superficies del terreno en pendiente acusada, delimitando masas de roca susceptibles de movilizarse gravitacionalmente a favor de alguna de las superficies de discontinuidad creada.

Debido a la poca representación cartográfica, alta cementación y ausencia de tectonicidad en los materiales terciarios, no se espera ningún problema importante en estos terrenos.

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

4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

Las dificultades orográficas del Tramo Barcarrota–Aracena, importantes especialmente en la zona correspondiente a la provincia de Huelva, la existencia de una diversificación de alineaciones en las distintas sierras de la provincia de Badajoz (en la provincia de Huelva, área sur del Tramo, sí existe una clara orientación ONO–ESE), la existencia de una red hidrográfica dendrítica y muy encajada, junto a la ausencia de grandes valles, hacen difícil la selección de corredores claros para los trazados de carreteras. Dentro del área de la provincia de Badajoz caben más posibilidades de modificación de los corredores actuales que en la de Huelva, en donde algunos valles estrechos y meandriformes, auténticos desfiladeros, que cortan las sierras transversalmente, han sido aprovechados para los trazados. En realidad solo se puede citar la riera de Múrtiga, que sigue una dirección Norte–Sur en un trazado meandriforme y encajado, como se ha dicho anteriormente, y algún barranco que se le une por la derecha, como el de Riofrío. Es precisamente por estos valles por donde discurre la carretera nacional N–435, al no existir otro corredor natural. Otra carretera que cruza el Tramo de Norte a Sur en el área de Huelva, lo hace ascendiendo y descendiendo las sierras interpuestas: es la carretera local que une las poblaciones de Cumbres Mayores e Hinojales.

Dentro de la zona norte del Tramo, en el territorio de la provincia de Badajoz y en itinerarios Norte–Sur cabría utilizar las siguientes alternativas parciales a los actuales corredores.

Una alternativa puede ser el corredor que arranca de la carretera local que une las poblaciones de Salvatierra de los Barros y Valle de Matamoras, entre los P.K. 17 y 18. En este punto, situado fuera del Tramo, toma el arroyo Charco de la Cañada, y continúa por el arroyo de Tamujoso, al que se une, penetrando con él en el Tramo de estudio. Continúa por el arroyo de Brovales, en el que desemboca el anterior, para enlazar posteriormente con el antiguo trazado del ferrocarril, y dirigiéndose en dirección Sur hacia la población de Valuengo, cruzar el río Ardila y enlazar finalmente con el corredor actual de la carretera N–435. A partir de este punto no existe otro corredor alternativo claro que mejore el que sigue dicha carretera dentro del Tramo, considerando sus modificados actuales.

Otro posible pequeño corredor Norte–Sur dentro del área de Badajoz arrancarían en Burguillos del Cerro, y seguiría la carretera local que une dicho pueblo con Valverde de Burguillos, hasta el cruce de la riera de Riogordo. A partir de aquí, el corredor tomaría una dirección Norte–Sur, siguiendo el valle de dicha riera, y continuaría por la riera de los Frailes, que es en definitiva la prolongación de la primera aguas arriba. Hacia medio curso, este pequeño valle toma una dirección SO, para pasar por la Fuente del Calderero, y luego, tomando nuevamente una dirección N–S, atravesar el río Ardila y continuar por el valle del arroyo del Nogalito, ascendiendo por el mismo hasta el Cortijo del Nogalito. A partir de aquí, y tomando una

dirección SO, enlazaría con el corredor actual de la carretera nacional N-435 en su tramo de Zafra a Fregenal de la Sierra.

Un corredor de dirección NE-SO es el constituido por el valle del arroyo de Brovales y su continuación por el río Ardila. Al menos hasta el enlace de este corredor con la carretera local de Jerez de los Caballeros a Encinasola.

En resumen se puede decir que son muy pocas las alternativas existentes para el emplazamiento de nuevos trazados fuera de los existentes, que a su vez no constituyen tampoco unos corredores idóneos, dada la difícil topografía a la que tienen que enfrentarse.

En la Figura 41 se han dibujado los corredores considerados en los párrafos anteriores.

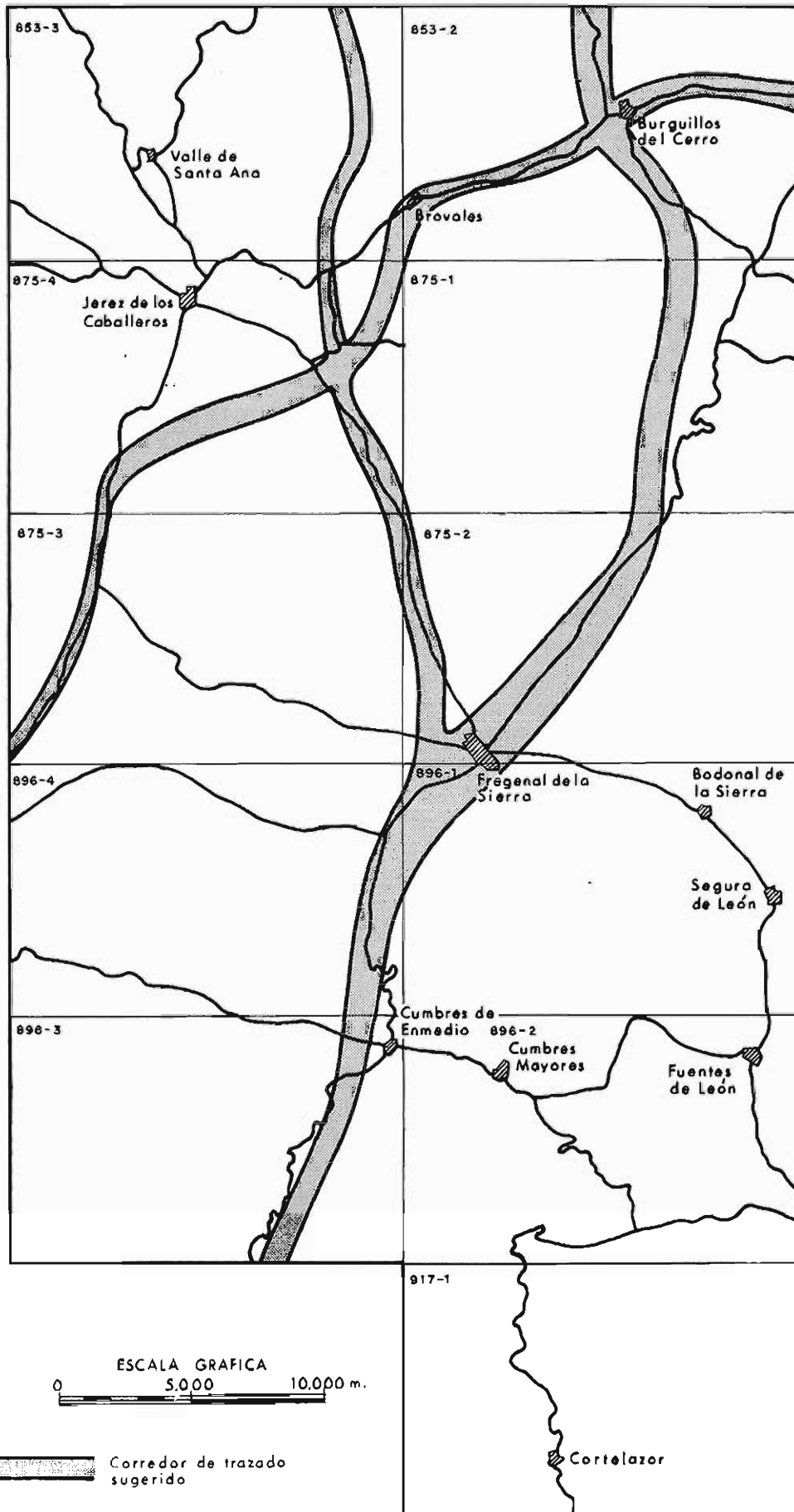


Figura 41.- Esquema de los corredores de trazado sugeridos en el Tramo.

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

5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS

5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

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 se expone a continuación se refiere exclusivamente a yacimientos de materiales utilizables en obras de carreteras (canteras, grave-ras, y materiales para terraplenes y pedraplenes).

5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS

Los yacimientos rocosos en el Tramo Barcarrota–Aracena están representados principalmente por cuatro tipos de materiales: mármoles, calizas, rocas ácidas y rocas básicas.

El YR-1 (yacimiento rocoso número uno) se sitúa en las cercanías de la población de Burguillos del Cerro (ver Figura 44). Está constituido por rocas ácidas (granitoides), muy contaminadas, con numerosas intrusiones de rocas básicas, y que pertenecen al grupo litológico (001a). Existen numerosas explotaciones actualmente activas, de dimensiones medianas, que utilizan la roca para uso ornamental. Las reservas se pueden considerar como ilimitadas. Los accesos son muy buenos por caminos que parten hacia el Sur alrededor del P.K. 4 de la carretera comarcal C-4311.

El YR-2 se sitúa en los materiales plutónicos de naturaleza básica de las proximidades de Fregenal de la Sierra. Se trata de un yacimiento de potencial explotación, que se recomienda estudiar en detalle, debido a su calidad y a la magnitud de sus reservas. Los accesos serían muy buenos a lo largo de la carretera local que parte de Fregenal de la Sierra en dirección NO, hacia el punto singular de la “Cerca de las Zorreras”.

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

El YR-3 está ubicado entre las localidades de Cumbres Mayores y Cumbres de Enmedio (ver Figura 44). Este yacimiento está situado sobre materiales volcánicos muy duros, tales como basaltos, lavas almohadilladas y rocas verdes, pertenecientes al grupo litológico (112b). Se trata de un yacimiento de potencial explotación, que se recomienda estudiar en detalle, debido a su calidad, magnitud de reservas y situación estratégica. Los accesos serían buenos por cualquiera de los caminos que parten de las dos localidades anteriormente citadas.

El YR-4 está ubicado en el P.K. 6 de la carretera que une a Valdelarco con la carretera N-433. El yacimiento se sitúa en los mármoles precámbricos del grupo litológico (010e). Los mármoles se presentan estratificados en bancos de potencia variable (0,5 m a 1 m). Son de color blanco, aunque existen intercalaciones de poco espesor y muy cuarteadas, de tonos rosados o rojizos. Este yacimiento está actualmente activo y se utiliza el material como roca ornamental. Las reservas de este yacimiento son medianas y presentan dificultades en su explotación.

El YR-5 es una explotación abandonada de calizas marmóreas y dolomías microcristalinas, compactas y muy duras, pertenecientes al grupo litológico (111b2). El acceso no es muy bueno y se realiza por un camino bastante inclinado, que parte hacia el Oeste en un punto alrededor del P. K. 122 de la carretera N-435. Las reservas pueden considerarse como muy grandes.

En la Figura 44 se encuentran situados los yacimientos rocosos detectados en el Estudio, y en la Figura 42 se especifican las características y la importancia de cada uno de ellos.

5.3. YACIMIENTOS GRANULARES

En el Tramo de estudio se han descrito dos tipos de yacimientos granulares. Por un lado, se han diferenciado los yacimientos granulares relacionados con depósitos antrópicos de escombreras de minas. Y por otro lado, los depósitos aluviales de los ríos.

El yacimiento YG-1 está ubicado en la escombrera de la mina de San Guillermo, junto a la presa de Valuengo. Actualmente en este yacimiento se están explotando sus reservas como áridos de trituración. Las reservas son medianas y el acceso es muy bueno por el camino que va al embalse de Valuengo.

El yacimiento YG-2 está ubicado en la escombrera de Santa Justa, a orillas del embalse de Valuengo. Las reservas son medianas y el acceso se realiza por un camino de tierra que parte de la presa con dirección a la mina de Santa Justa.

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

El yacimiento YG-3 está ubicado en el cauce del río Ardila, a la altura del Cerro de los Azotes de Pilatos (Oeste del Tramo). (Foto 26). Aunque se han realizado pequeñas extracciones de gravas para uso particular, se puede dar como un yacimiento de dimensiones modestas, de potencial explotación. Los accesos son buenos por cualquiera de los caminos que parten del puente que cruza el río Ardila en la carretera local que une las poblaciones de Oliva de la Frontera y Encinasola.

El yacimiento YG-4 está ubicado en el cauce del río Ardila, a la altura del P. K. 29 de la carretera N-435 (Este del Tramo). Se encuentra actualmente activo. Se explotan para áridos el aluvial y la terraza. Se trata de una explotación modesta. Los accesos son buenos por cualquiera de los caminos que parten del puente que cruza el río Ardila.

En la Figura 44 se encuentran situados los yacimientos granulares detectados en el Estudio, y en la Figura 43 se especifican las características y la importancia de cada uno de ellos.

CUADRO-RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS

SIMBOLO	IMPORTANCIA	SITUACION	GRUPO LITOLÓGICO	MATERIAL	ACCESOS
YR-1	Grande	853-2	001a	Granito	Acceso muy bueno por caminos de tierra en el P.K. 4 de la carretera C-4311.
YR-2*	Grande	875-2	001b	Gabros	Accesos buenos por la carretera local de Fregenal de la Sierra a "Cerca de las Zorreras".
YR-3*	Grande	896-2	003	Basaltos	Accesos buenos por los caminos que salen de Cumbres Mayores o Cumbres de Enmedio
YR-4	Media	917-1	010e	Mármol	Acceso muy bueno en el P.K. 6 de la carretera de Valdealarco a la N-433.
YR-5	Grande	896-3	111b	Calizas	Acceso no muy bueno en el P.K. 122 de la carretera N-435.

Figura 42.- Cuadro-resumen de los yacimientos rocosos detectados en el Tramo del Estudio.

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

CUADRO-RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES

SIMBOLO	IMPORTANCIA	SITUACION	GRUPO LITOLÓGICO	MATERIAL	ACCESOS
YG-1	Media	875-1	W	Bolos y Gravas	Acceso muy bueno por el camno que va a la presa de Valuengo.
YG-2	Media	875-1	W	Bolos y Gravas	Acceso por camino de tierra que une la mina de San Guillermo con la mina de Santa Justa.
YG-3	Moderada a baja	875-4	A	Arenas y Gravas	Acceso por cualquiera de los caminos que parten del puente de la carretera local que cruza el río Ardila a la altura del Cerro de los Azotes de Pilatos.
YG-4	Moderada a baja	875-4	A	Arenas y Gravas	Acceso bueno por cualquiera de los caminos que parten desde el puente, en el P.K. 29 de la carretera nacional N-435.

Figura 43.- Cuadro-resumen de los yacimientos granulares detectados en el Tramo del Estudio.

5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES

Los mejores materiales para préstamos dentro del Tramo de estudio son los de edad cuaternaria. Los grupos litológicos A y W constituyen las mejores áreas fuentes, ya que presentan muy buenas características para estos fines.

Los materiales de naturaleza marmórea, calizo-marmórea y caliza, de edad precámbrica, cámbrica y devónica, correspondientes a los grupos litológicos (111b1), (111b2), (010e) y (141a), podrán ser utilizados en gran proporción.

Los materiales pizarrosos, debido a su estructura lajosa, serán utilizados restrictivamente como préstamos. Estos materiales estarían representados por los grupos litológicos (010a), (010d), (010f), (010h), (111a), (111c), (111d), (111d1), (111f), (111f1), (121), (122), (131), (132a), (132b) y (141a).

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

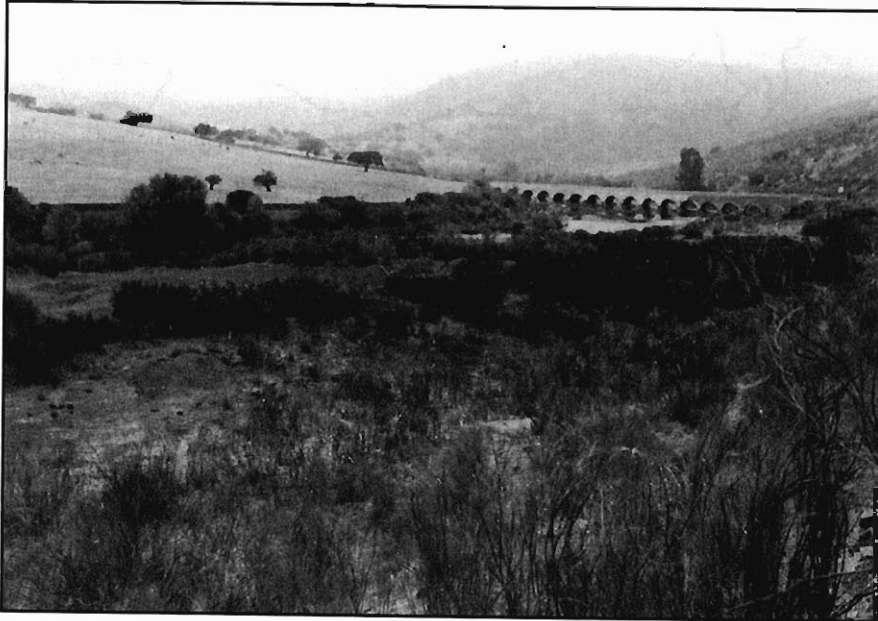


Foto 26.- Pequeñas extracciones realizadas en el cauce del río Ardila, a la altura del cerro Azotes de Pilatos (Oeste del Tramo).

Las intercalaciones de cuarcita de la serie pizarrosa precámbrica (010b), las cuarcitas cámbricas (111b3) y (112a), así como los niveles gneísicos del Tramo de estudio (010c, 010c1, 010f1, 010g), podrán ser utilizados en gran proporción como préstamos.

Todas las rocas volcánicas y plutónicas (001a, 001b, 002 y 112b), tanto de naturaleza ácida como básica, responderán igualmente de manera óptima al ser utilizados como préstamos. Es importante reseñar que las zonas que han sufrido una profunda alteración se utilizarán de forma más restrictiva, al no ser aprovechable de igual forma el horizonte de alteración.

5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE

En las Figuras 42 y 43, donde se muestran los cuadros-resumen de los yacimientos rocosos y granulares, se señalan con un asterisco los yacimientos que por su importancia pudieran ser objeto de un estudio más detallado.

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

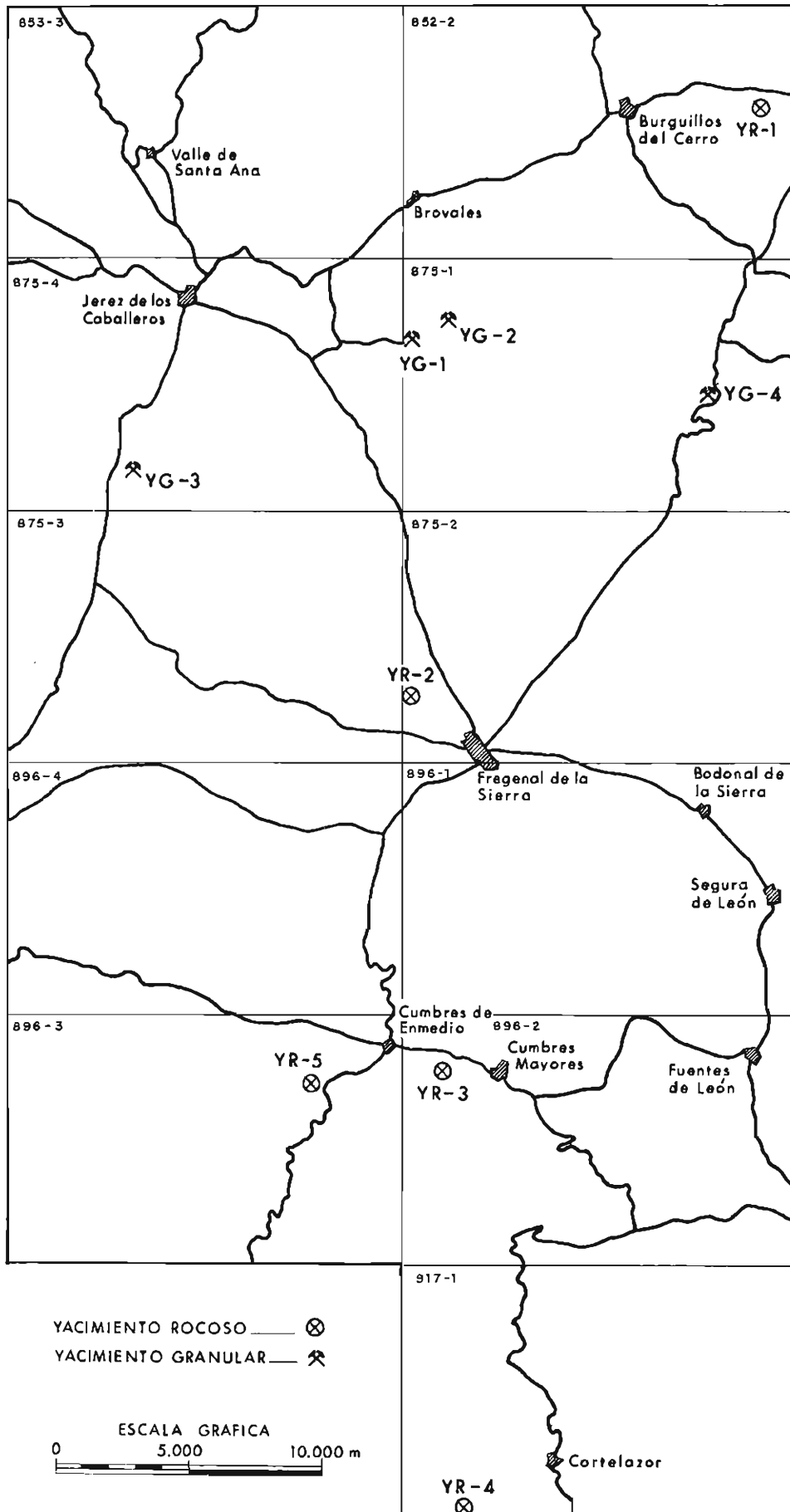


Figura 44.- Esquema de situación de los yacimientos rocosos y granulares detectados en el Tramo.

6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

HERRANZ, P., SAN JOSE, M.A. y VILAS, L. (1977).– “Ensayo de correlación del Precámbrico entre los Montes de Toledo occidentales y el Valle de Matachel”. Estudios geológicos 33, pp. 327–342.

I.G.M.E. (1987).– “Leyenda y Mapa geológico general a escala 1:200.000”. Hojas de Villafranca de los Barros, nº 68, y Sevilla, nº 75.

I.G.M.E. (1976).– “Leyenda y Mapa geotécnico general a escala 1:200.000”. Hojas de Villafranca de los Barros, nº 68, y Sevilla, nº 75.

I.G.M.E. (1976).– “Leyenda y Mapa de rocas industriales a escala 1:200.000”. Hojas de Villafranca de los Barros, nº 68, y Sevilla, nº 75.

I.G.M.E. (1977).– “Leyenda y Mapa geológico a escala 1:50.000. Serie Magna”. Hoja de Burguillos del Cerro, nº 853.

I.G.M.E. (1981).– “Leyenda y Mapa geológico a escala 1:50.000. Serie Magna”. Hoja de Jerez de los Caballeros, nº 875.

I.G.M.E. (1979).– “Leyenda y Mapa geológico a escala 1:50.000. Serie Magna”. Hoja de Higuera la Real, nº 896.

I.G.M.E. (1984).– “Leyenda y Mapa geológico a escala 1:50.000. Serie Magna”. Hoja de Aracena, nº 917.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (1981).– “Calendario meteorofenológico”. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

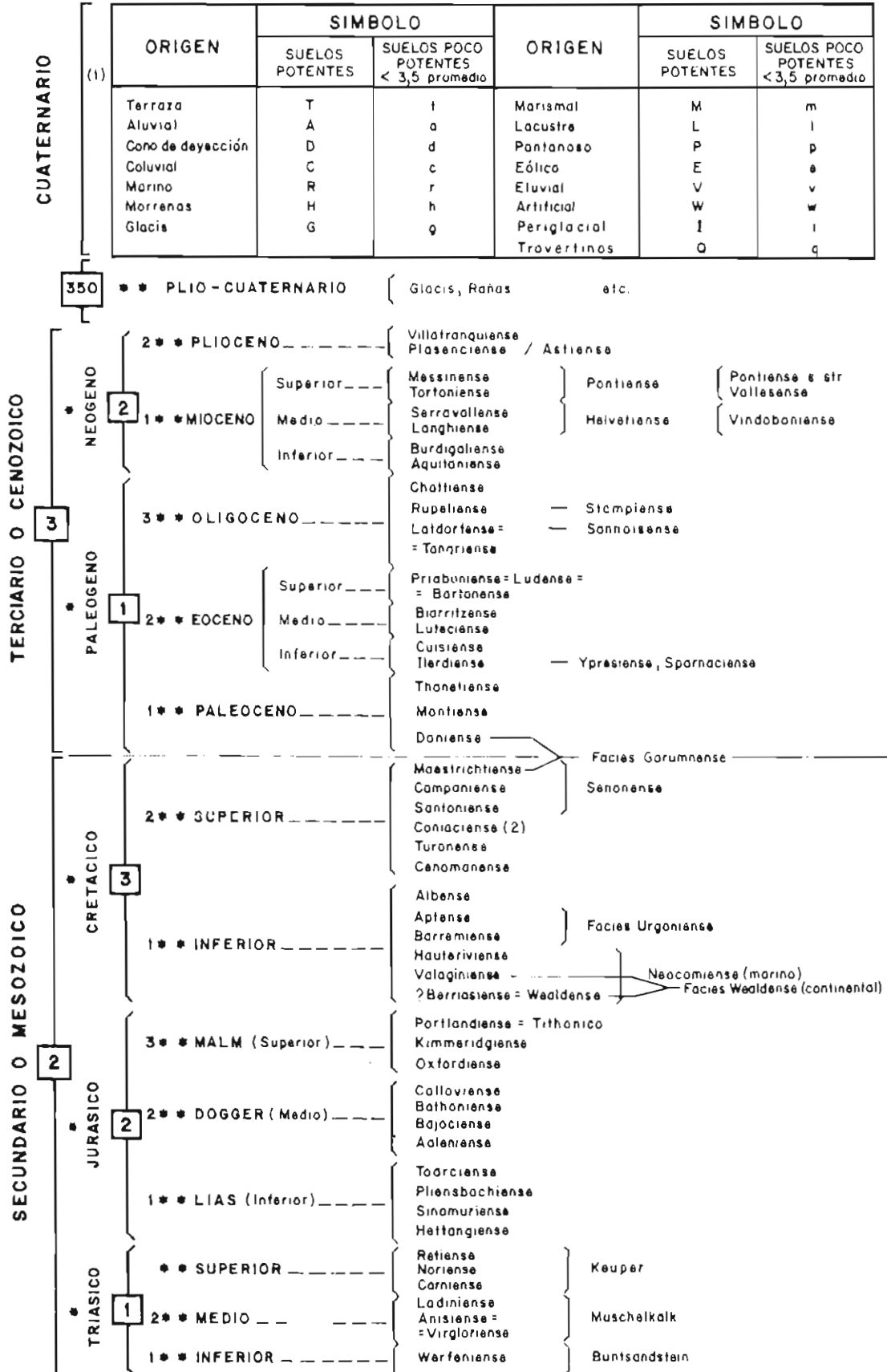
JUAREZ SANCHEZ–RUBIO, C. (1979).– “Caracteres climáticos de la cuenca del Guadiana y sus repercusiones agrarias”. Universidad de Salamanca.

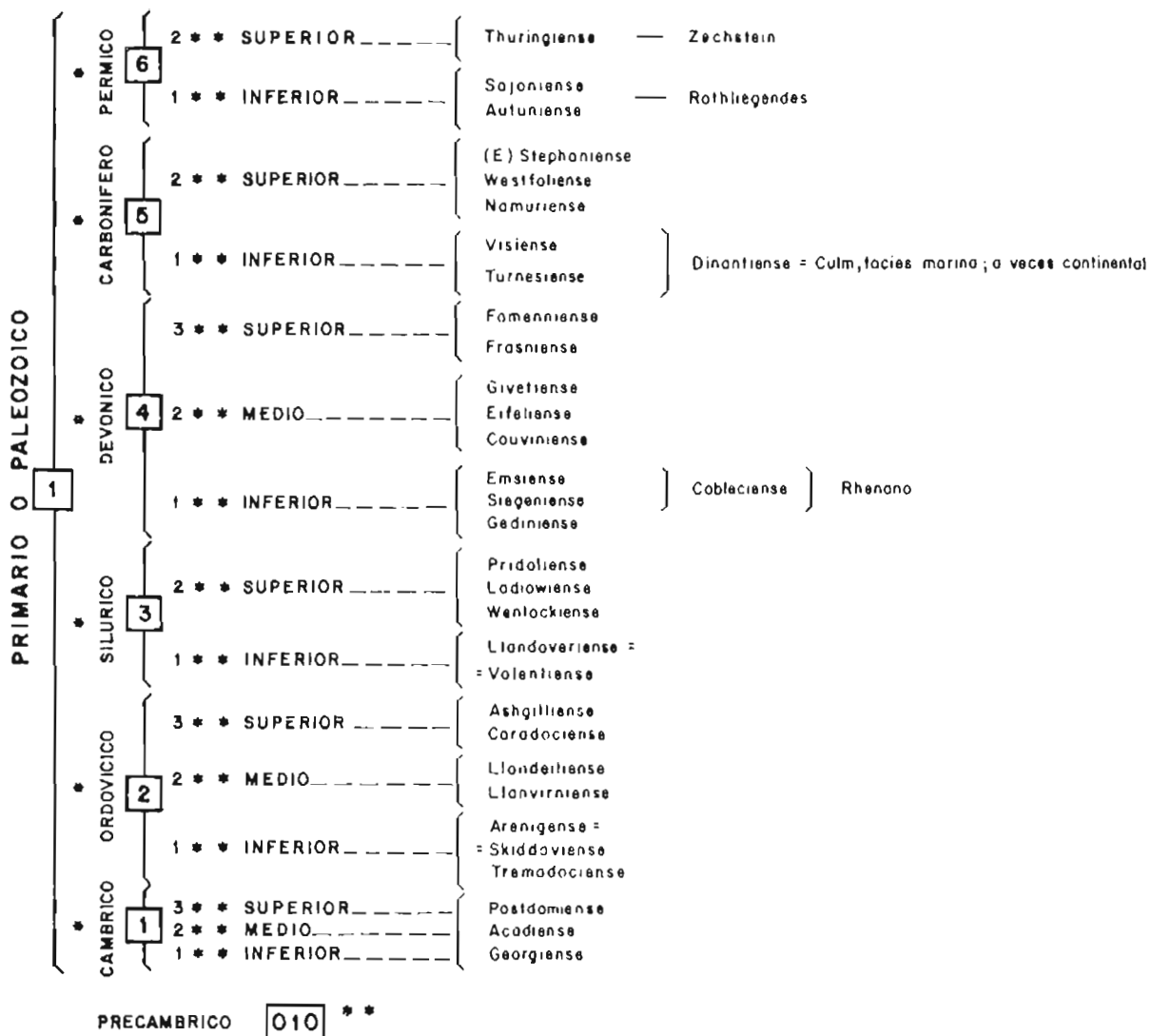
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS (1964).– “Datos climáticos para carreteras”. Dirección General de Carreteras.

7. ANEJOS

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

COLUMNA ESTRATIGRAFICA





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

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

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

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

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

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

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

INTRODUCCION

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

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

RIPABILIDAD

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

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

b) Se consideran de ripabilidad media a aquellos materiales que no son ripables utilizando maquinaria de potencia media, pero que sí lo serían empleando maquinaria de mayor potencia. Estos materiales son los llamados "terrenos de transición", que se encuentran en la mayor parte de las formaciones rocosas, y que son 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 medios violentos que produzcan su rotura.

CAPACIDAD PORTANTE

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

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

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

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

ESTABILIDAD DE TALUDES

La evaluación de la estabilidad de taludes se ha apoyado exclusivamente en las 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 que a continuación se indica:

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

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

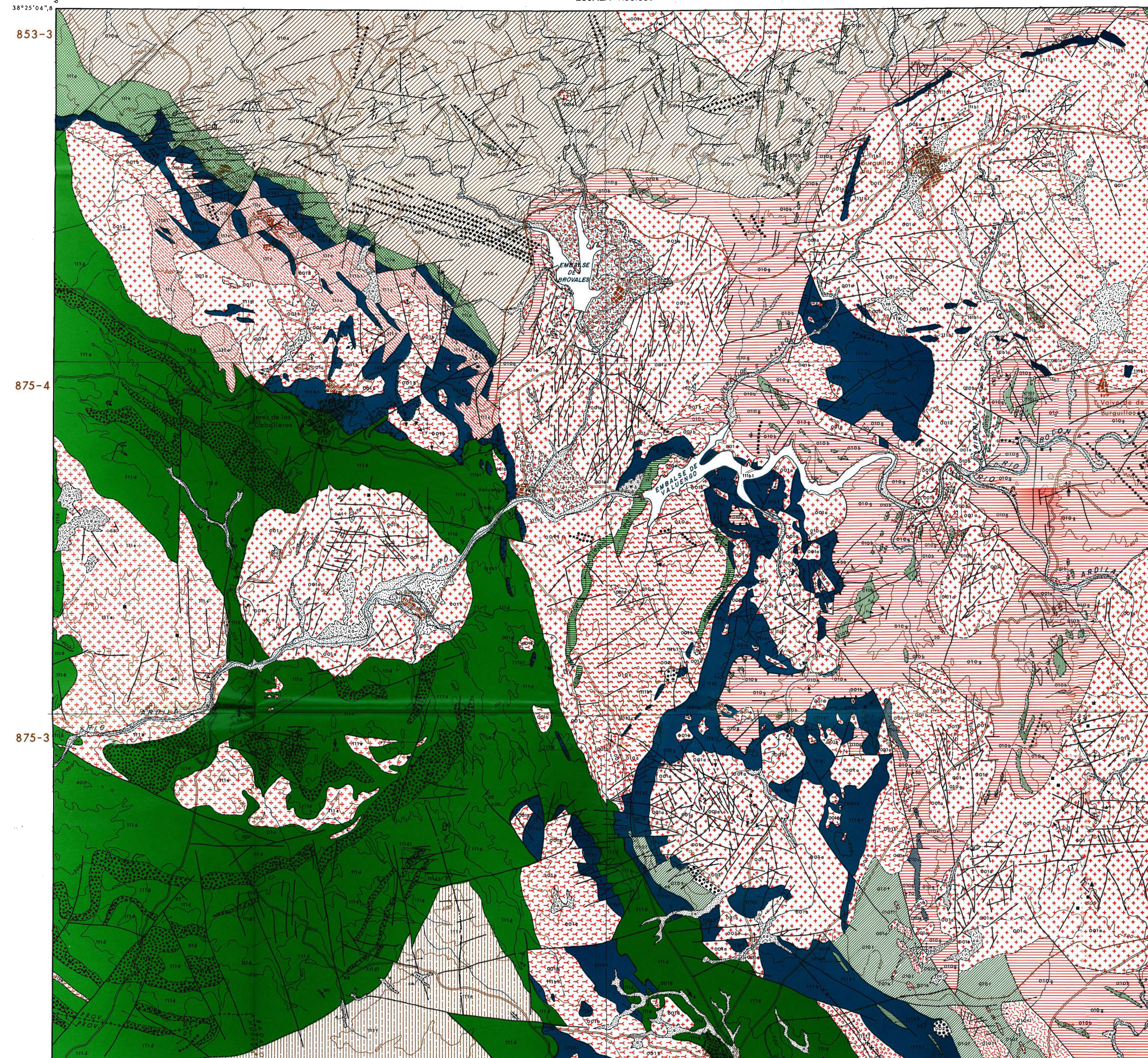
Se han considerado formaciones con problemas de estabilidad de taludes aquéllas en las que bien sea porque el ángulo de estabilidad natural del material es muy tendido, bien porque la formación está integrada por materiales de diferente comportamiento geotécnico, pueden producirse derrumbamientos, desprendimientos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

DRENAJE

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

PLANOS

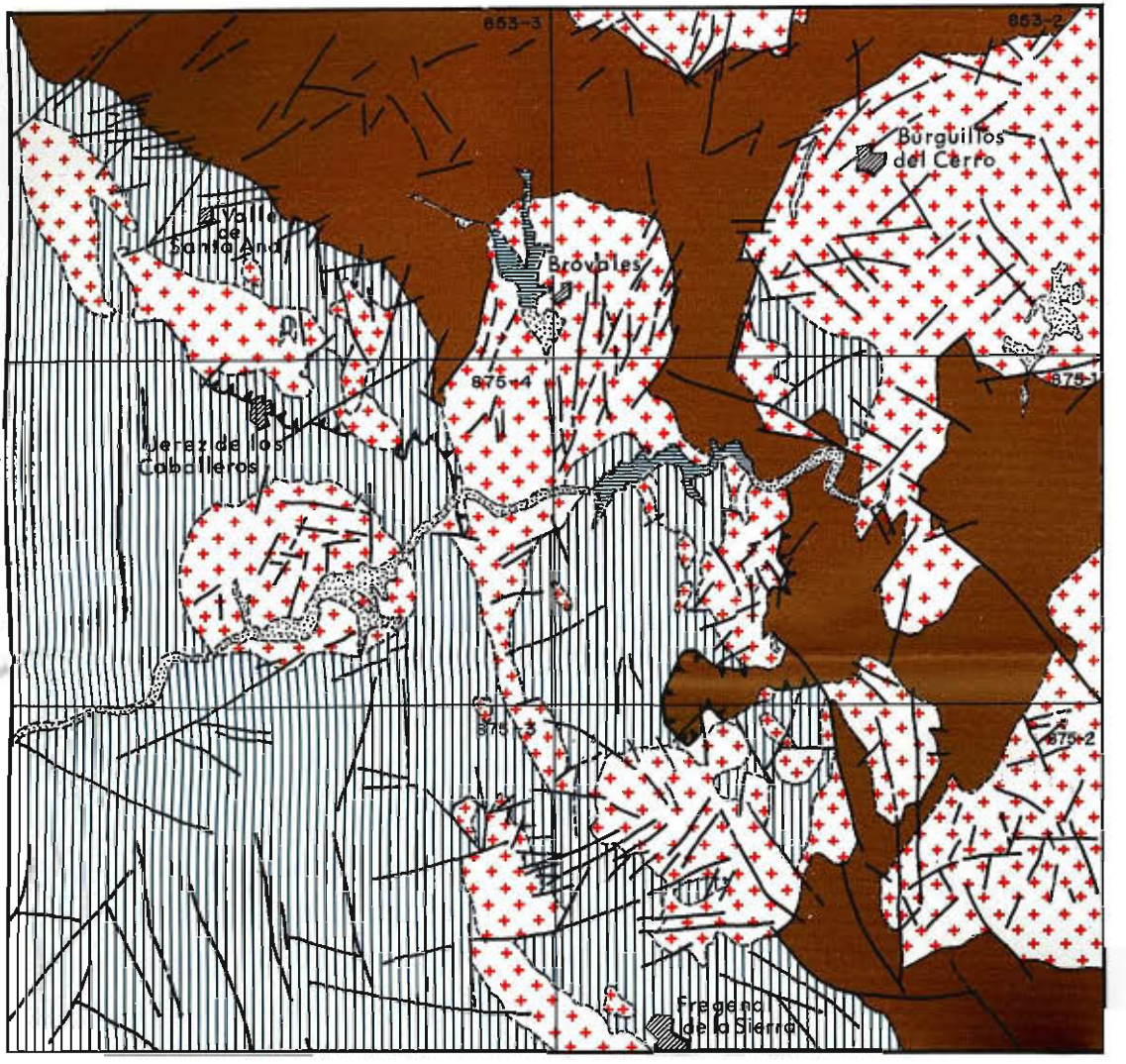
MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL
ESCALA 1:50.000



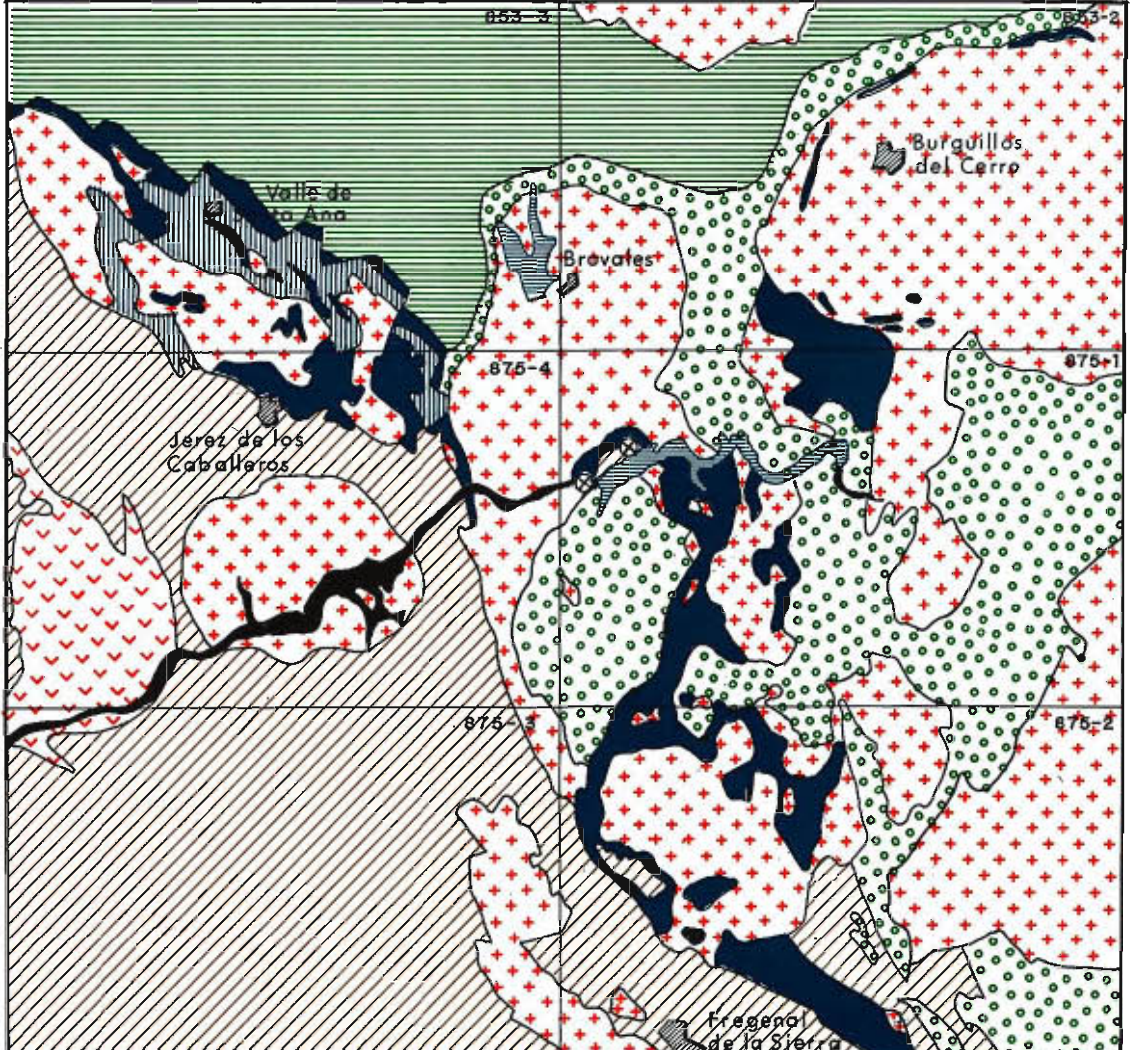
LEYENDA

- DEPOSITOS RECENTES Y SUELOS DE ALTERACION**
- A, d** Arenas, gravas y bolos plegados (de 7 a 25 cm de diámetro), angulosos, poco o nada redondeados, e intercalaciones de pequeños fragmentos silíceos. En base estratificada con horizontes limo-arcillosos. Permeabilidad por infiltración. Problemas potenciales de la dinámica fluvial. Capacidad portante baja. Ripables. (Cuaternario, P.A. entre 0,5 y 2 metros (a) y entre 2 y 5 m (A)).
- w** Escombros de mina. Bloques y fragmentos, de todo tamaño, de materiales poligenicos y muy angulosos. Son masas que suelen con una ausencia total de cementación. Permeabilidad muy elevada, por infiltración. No se han observado problemas geomorfológicos. Taludes artificiales observados (altura < 5 m; pendiente 1H:1V) sin problemas. Capacidad portante baja. Ripables. (Cuaternario, P.A.: 0,5 m-1,5 m).
- c** Limos arcillosos y arcillas; con cenizas. Arcillas rojas de decalcificación, muy plásticas (terza rosa). Arenas limo-arcillosas, y limos arenosos, con cenizas. Permeabilidad baja por infiltración. Taludes naturales con signos de degradación y roturas superficiales por vuelco de estratos. En taludes artificiales constituye una montera bastante masable. Pendientes recomendadas muy tendidas. Capacidad portante base o muy baja. Ripables. (Cuaternario, P.A.: c < 3 m, C < 3 m).
- co** Depósitos de naturaleza híbrida entre coluviales y aluviales. Permeabilidad baja, por infiltración. Capacidad portante muy baja. Ripables. (Cuaternario, P.A.: c < 3 m).
- ROCAS IGENES**
- 001a** Granitos, gneiss graníticos y granodioritas. Estructura masiva. Los materiales arcillosos presentan una ausencia de metamorfismo de contacto. Grado de fracturación elevado. Grado de alteración moderado. Permeabilidad por filtración. Taludes naturales suaves y desmenuzados. Problemas por deslizamientos y resaca de suelos. Vertientes naturales con problemas de grandes corrimientos. Los taludes artificiales (altura < 15 m; pendiente 4H:2V) presentan problemas por deslizamientos y corrimientos de cuñas. Pendientes recomendadas entre 5H y 7H. Capacidad portante alta y muy alta. No ripables.
- 001b** Rocas de granito melado. Color gris oscuro. Dureza y compactas. Grado de fracturación moderado. Grado de alteración muy variable. Textura masiva granular. Permeabilidad moderada. Vertientes naturales con importantes fenómenos de inestabilidad estructural. Taludes artificiales (altura < 15 m; pendiente < 60°) con problemas de deslizamientos y erosión. Pendientes recomendadas entre 5H y 7H. Capacidad portante entre alta y moderada. Ripables marginalmente.
- 002** Diques de granitos pegmatíticos, de color rosado, y filitas de cuarzo. Estructura en filitas-espigas. Características marcadas fracturación por fisión. Dirección N17E - N30E. Permeabilidad por filtración. Taludes artificiales (altura < 5 m; pendiente < 60°) con problemas de deslizamientos y corrimientos de cuñas. Taludes recomendados < 5H. Capacidad portante alta. Marginalmente ripables.
- FORMACIONES PLACADAS Y ESQUITOS GRANULOSOS**
- 010a** Secuencia de pizarra y esquistos con intercalaciones de granulosos cuarzosos negros y slabasas. Color negro-gris verdoso de alteración. Grado de fracturación alto. Fuertemente plegados. Dureza y compactos moderados. Permeabilidad baja. Vertientes naturales con estructuras simples de deslizamientos. Taludes artificiales (altura < 15 m; pendiente 1H:1V - 1H:2V) con problemas de deslizamientos y corrimientos. Pendientes recomendadas < 5H. Capacidad portante alta. Ripables. (Precámbrico, P.A.: 2.000-5.000 m).
- 010f** Pizarra, esquistos granulosos bandeados y niveles centimétricos de quartzita. Tonos oscuros. Dureza y compactos moderados - alta. Alto grado de plegamiento. Grado de fracturación alto. Grado de alteración entre moderado y alto. Desmenuzo de bloques partos media alta. Ripables. (Precámbrico, P.A.: 1.000 m).
- 111a** Pizarra víscosa, grises y verdes, con bancos gravilugos silíceos. Materiales plegados. Estructura tabular. Permeabilidad por filtración. Vertientes naturales con corrimientos foliares muy localizados. Taludes artificiales (altura < 15 m; pendiente 1H:2V) con problemas de deslizamientos y corrimientos de grandes cuñas. Taludes recomendados < 5H. Capacidad portante alta. Marginalmente ripables. (Cambriano, P.A.: 500 m).
- 111d** Esquistos granulosos, de tonos grisáceos. Tono verdoso y brillo satinado cuando se engrasan en el agua. Textura débilmente equidistante. Dureza y compactos moderados y altos. Grado de fracturación alto. Grado de alteración moderado. Permeabilidad por infiltración. Vertientes naturales con roturas foliares localizadas. Taludes artificiales (altura < 15 m; pendiente 1H:2V) con problemas de grandes corrimientos de cuñas. Pendientes recomendadas entre el 1H:1V y el 1H:2V. Capacidad portante alta o muy alta. Ripabilidad marginal. (Cambriano, P.A.: 800 m-1.000 m).
- 111f y 111f1** Alternancia de pizarra y areniscas con aglomerados volcánicos en la base. El subgrupo (111f) se aplica lateralmente. Dureza y compactos altos. Grado de fracturación y fracturación altos. Permeabilidad moderada - baja, por filtración. Se han detectado pequeños problemas de inestabilidad superficial y profunda. Taludes artificiales (altura < 15 m; pendiente 60°) con problemas de deslizamientos y corrimientos de grandes cuñas. Taludes recomendados < 5H. Capacidad portante alta o muy alta. Ripabilidad marginal. (Cambriano, P.A.: 600 m-800 m).
- FORMACIONES GNEISICAS**
- 010c** Gneiss migmatíticos con sillimantita, gneiss botólicos y porfiríticos. Tonos oscuros. Compactos y dura muy alta. Grado de alteración bajo. Grado de fracturación entre moderado y alto. Insensiblemente plegados. Permeabilidad moderada. Vertientes naturales con fenómenos foliares localizados. Taludes artificiales (altura < 5 m; pendiente < 60°) con problemas de deslizamientos de cuñas. Taludes recomendados < 5H. Capacidad portante alta. Marginalmente ripables. (Precámbrico, P.A.: 700 m).
- 010f1** Profirides cuarzosos. Tonos rosados. Granuloso grueso. Alto grado de plegamiento. Grado de fracturación alto. Grado de alteración entre moderado y alto. Permeabilidad moderada. Taludes recomendados < 1H:2V. Capacidad portante alta. Marginalmente ripables. (Precámbrico, P.A.: 500 m-600 m).
- 010g** Micachas, esquistos botólicos, esquistos granulosos moteados, gneiss con migmatizaciones parciales pre-esquistos, con intercalaciones de cuarzos negros y rocas víscosas e intrusivas. Fuertemente plegados. Dureza y compactos moderados. Alto grado de fracturación. Permeabilidad baja. Vertientes naturales con deslizamientos y corrimientos foliares muy localizados. Taludes artificiales (altura < 15 m; pendiente 1H:2V) con deslizamientos y corrimientos de grandes masas de roca. Pendientes recomendadas entre 4H y 6H. Capacidad portante alta. Ripables. (Precámbrico, P.A.: 2.000 m-5.000 m).
- FORMACIONES CUARZOSAS**
- 010b** Cuarzos y filitas de color negro, con numerosas venas de cuarzo y un bandeado de diferente contenido en grafito. Estructura tabular. Sensibilidad muy buena. Dureza y compactos muy altos. Grado de alteración moderado. Alto grado de plegamiento y fracturación. Permeabilidad por filtración. Vertientes naturales con problemas muy localizados de roturas granitocónicas. Pendientes recomendadas entre 4H y 6H. Capacidad portante alta. No ripables. (Precámbrico, P.A.: 5 m-40 m).
- 010c1** Meta-arenas y cuarzos. Color crema. Compactos y dura muy alta. Grado de alteración bajo. Grado de fracturación moderado - alto. Insensiblemente plegados. Permeabilidad moderada por filtración. Vertientes naturales con fenómenos foliares localizados de roturas. Taludes artificiales (altura < 5 m; pendiente < 60°) con problemas de deslizamientos de cuñas. Pendientes recomendadas < 5H. Capacidad portante alta. No ripables. (Precámbrico, P.A.: 50 m-100 m).
- 111d1** Metarritiradas de tonos claros y colores crema. Fragmentos de roca cementados por una matriz de grano fino. Estructura tabular. Dureza y compactos entre moderados y altos. Grado de fracturación alto. Grado de alteración moderado. Permeabilidad por filtración. Vertientes naturales con roturas foliares localizadas. Taludes artificiales (altura < 15 m; pendiente 1H:2V) con problemas de grandes corrimientos de cuñas. Pendientes recomendadas entre el 1H:1V y el 1H:2V. Capacidad portante alta o muy alta. Ripabilidad marginal. (Cambriano, P.A.: 50 m-100 m).
- 111b3** Cuarzos ferromagnéticos, con estructura leonrosa y bandeado ceno y rojo granate. Excesiva representación superficial. Taludes artificiales superpuestos al grupo litológico 111b. Capacidad portante muy alta. No ripables. (Cuaternario, P.A. melada).
- FORMACIONES VOLCANICAS**
- 111c** Sericito-esquistos y filitas, lobos sericito-porfiricos ácidos, niveles porfiríticos ferruginosos y orizofolíticos. Deformación intensa. Compactos y dura moderada. Grado de fracturación y alteración altos. Permeabilidad por filtración. Vertientes naturales con deslizamientos foliares. Taludes artificiales (altura < 20 m; pendiente 1H:2V - 1H:3V) con problemas de deslizamientos, desprendimientos, deslaves y deslizamiento. Pendientes aconsejadas < 5H. Capacidad portante variable. Ripables. (Cambriano, P.A.: 200 m-300 m).
- 111e** Rocas volcánicas de color negro y verde, que se intercalan en una serie esquistos-granulosos. Dureza y compactos muy altos en las volutas básicas. Grado fuertemente plegado y recristalizado. Grado de fracturación alto. Grado de alteración moderado. Permeabilidad baja. Vertientes naturales con estructuras proclivas a los deslizamientos y corrimientos de roca. Pendientes recomendadas entre 5H y 6H. Capacidad portante alta. Ripables marginalmente. (Cambriano, P.A.: 300 m).
- FORMACIONES CARBONATADAS**
- 010e** Niveles de calizas y dolomas de color menta, de dureza y compactos altos, con un importante horizonte de alteración. Calizas marromas y mármol rosado, con capas de cuarzo y graptolitos, de dureza y compactos altos. Estructura tabular. Karstificación superficial variable. Bien estratificada. Fuerte tectonizada. Permeabilidad por filtración y karstificación. Taludes artificiales (altura < 10 m; pendiente < 60°) con problemas de deslizamientos y corrimientos de cuñas. Pendientes recomendadas < 1H:2V. Capacidad portante alta y muy alta. No ripables. (Precámbrico, P.A.: 0-200 m).
- 111b1** Rocas carbonatadas, rocas de silicatos calcicos y calcosilicatos. Contactos ofuscos. Karstificación parcial. Intensa inyección de diques. Permeabilidad por filtración y karstificación. Vertientes naturales con deslizamientos foliares importantes. Taludes artificiales (altura < 10 m; pendiente 1H:1V - 1H:2V) con problemas de karstificación, desprendimientos y corrimientos de cuñas. Pendientes aconsejadas entre 1H:1V y 2H:2V. Capacidad portante alta y muy alta. Ripabilidad marginal. (Cambriano, P.A.: 20 m-100 m).

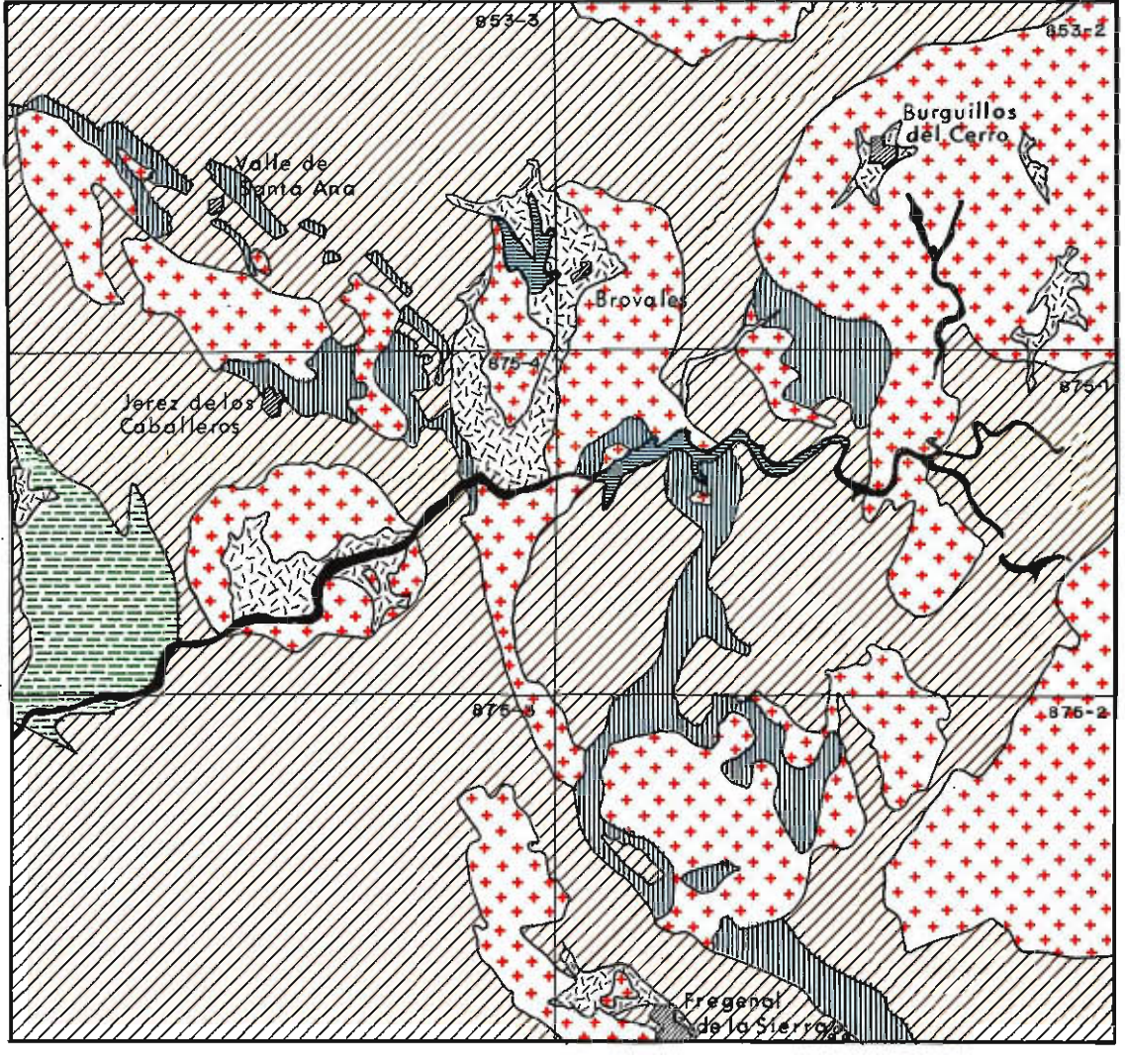
ESQUEMA GEOLOGICO



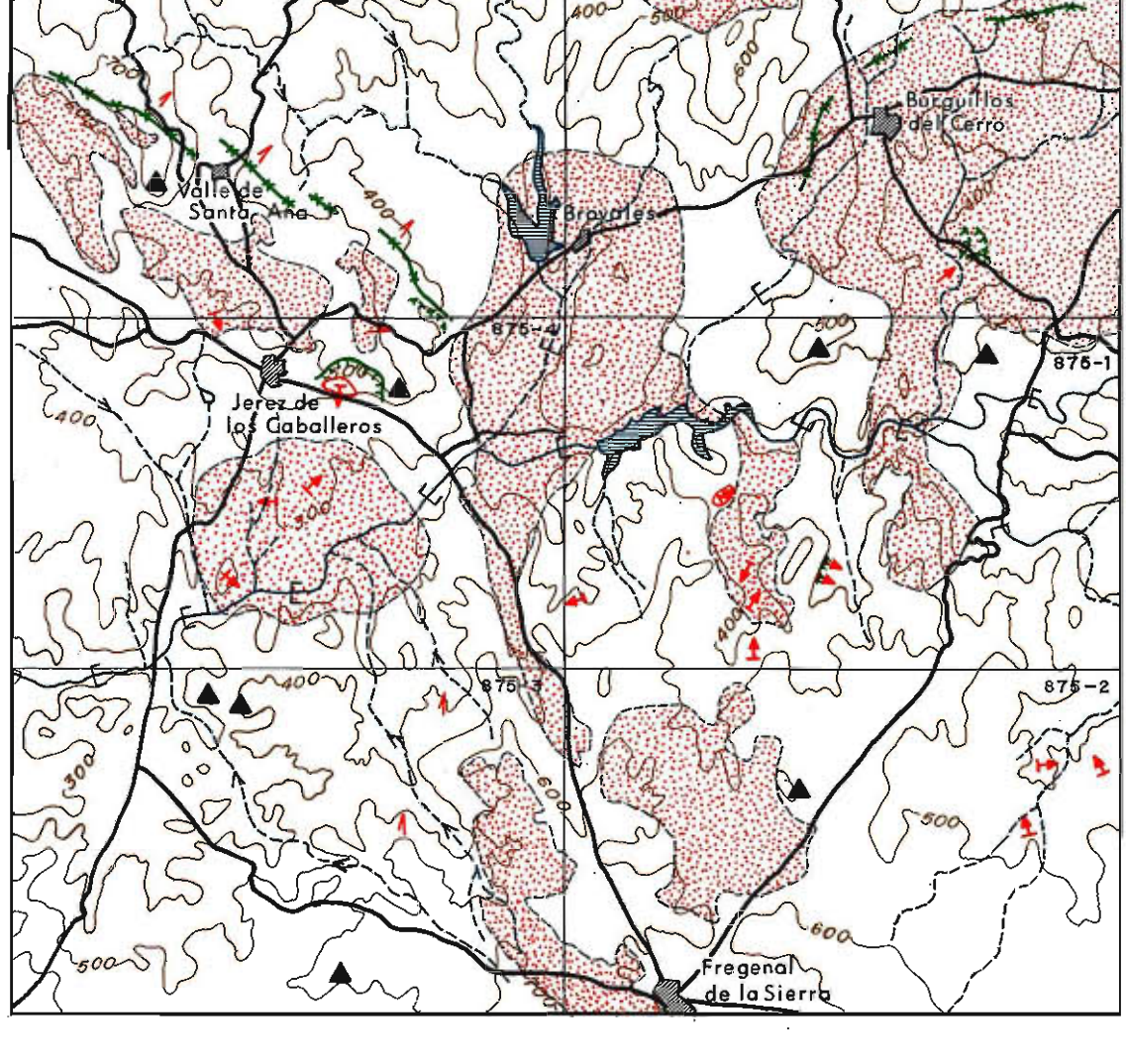
ESQUEMA GEOTECNICO



ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR



ESQUEMA GEOMORFOLOGICO



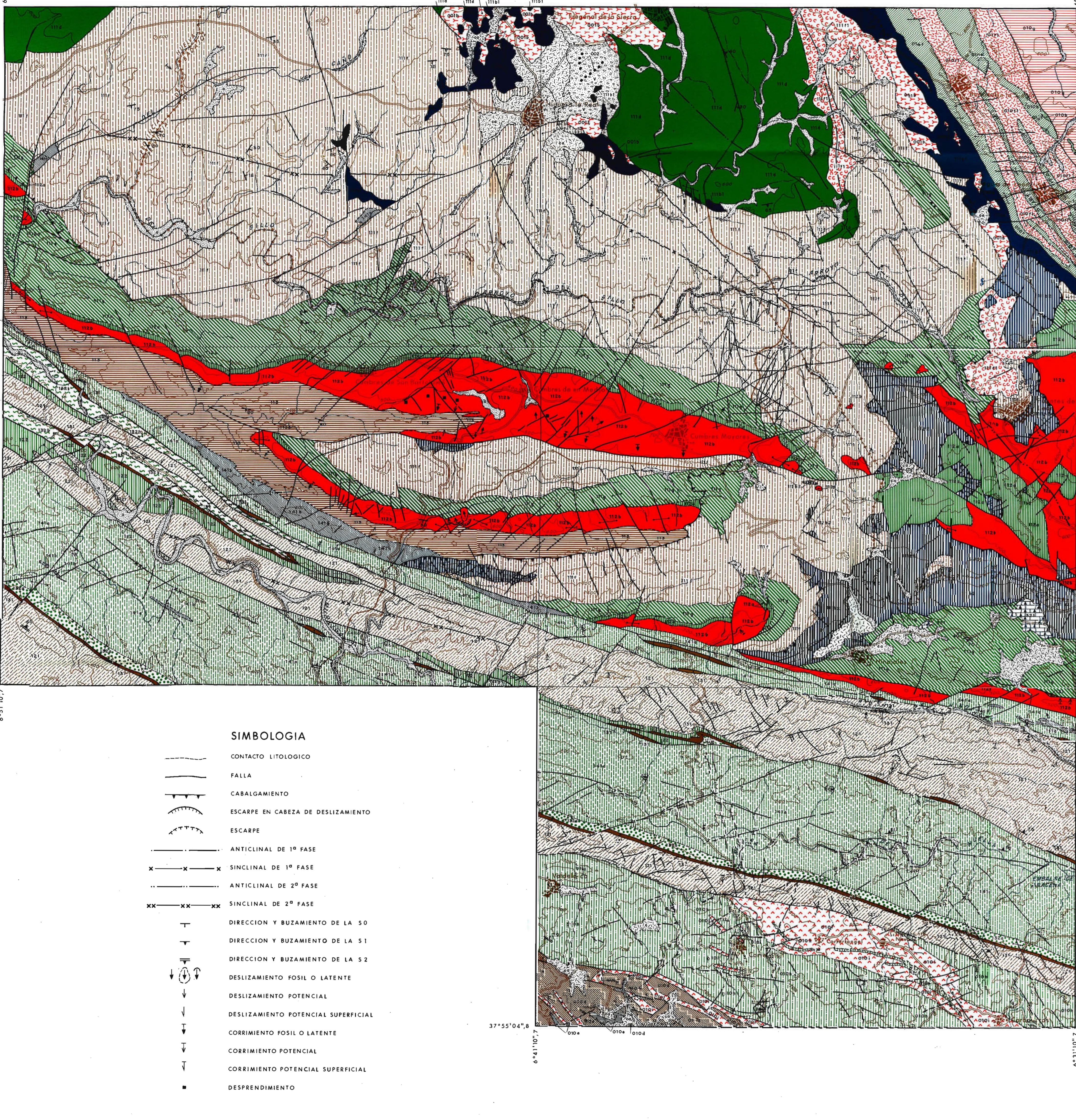
SIMBOLOGIA

- Contacto litológico
- Faltas
- Cabalgamiento
- Desplazamiento potencial superficial
- Escape
- Desplazamiento
- Corrimiento potencial superficial
- Desplazamiento potencial
- Desplazamiento folial o lateral
- Corrimiento potencial subterráneo
- Corrimiento potencial
- Corrimiento folial o lateral
- Escape en cabeza de deslizamiento
- Desplazamiento
- Desplazamiento folial o lateral
- Desplazamiento

- Dirección y buzamiento de la S₁
- Dirección y buzamiento de la S₂
- Dirección y buzamiento de la S₃
- Esplanitud de Fase 1 subhorizontal
- Lineación de Fase 1
- Lineación de Fase 2
- Dirección de la S₂ subvertical
- Dirección de la S₁ subvertical
- Foliación magnética
- Estructural de Fase 2
- Anticlinal de Fase 2
- Anticlinal

MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL

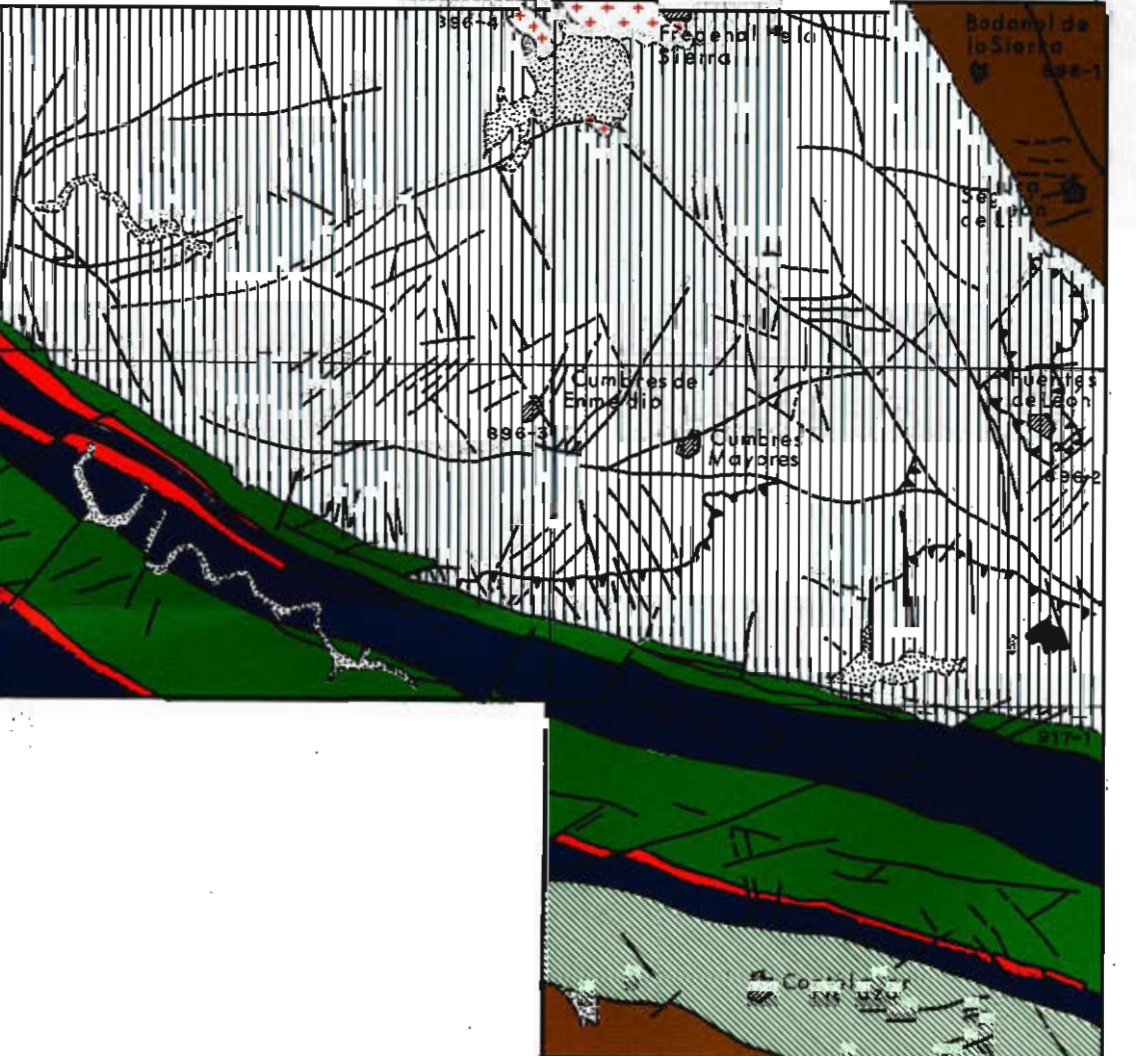
ESCALA 1:50.000



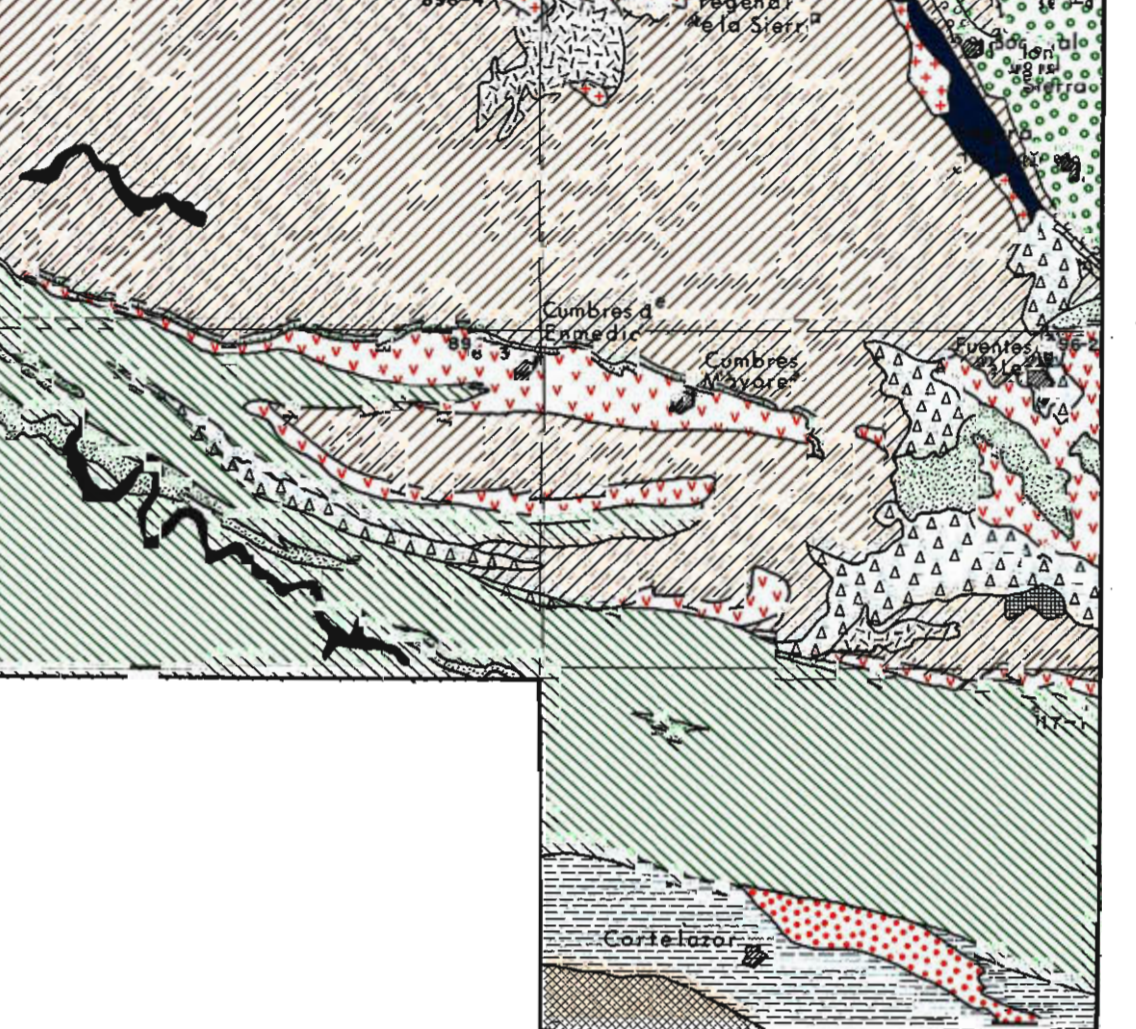
LEYENDA

- DEPOSITOS RECIENTES Y SUELOS DE ALTERACION
Arenas, gravas y bolos poligenicos...
Limos arcillosos y arcillas...
Depositos de naturaleza hibrida...
Calizas toboseras...
Suelo de color rojo...
ROCAS IGENAS
Granitos, porfidos graniticos...
Rocas de quimico basico...
Diques de granitos pegmatitos...
EDIFICACIONES PIZARRASAS Y ESCISTOSOS-DIAMORFICAS
Pizarras y filitas muy micaceas...
Pizarras, esquistos graviculosos...
Filitas de grano fino...
Esquistos graviculosos de tonos verdes...
Alternancia de pizarras y areniscas...
Pizarras micaceas de color rojo...
Pizarras areniscas...
Pizarras negras, gravicasas...
Esquistos cuarciticos...
Alternancia ritmica de pizarras...
Fortalezas cuarzofeldspatitas...
MICASITAS, ESQUISTOS BIFIDOS...
EDIFICACIONES CUARCITICAS
Cuarcitas y filitas de color negro...
Cuarcitas y micasiticas...
Cuarcitas y mica-areniscas...
EDIFICACIONES VOLCANICAS
Estalactas graviculosas...
Alternancia de basaltos...
EDIFICACIONES CARBONATADAS
Niveles de calizas y dolomas...
Rocas carbonatadas...
Calizas, margenes, calizas mamoneas...

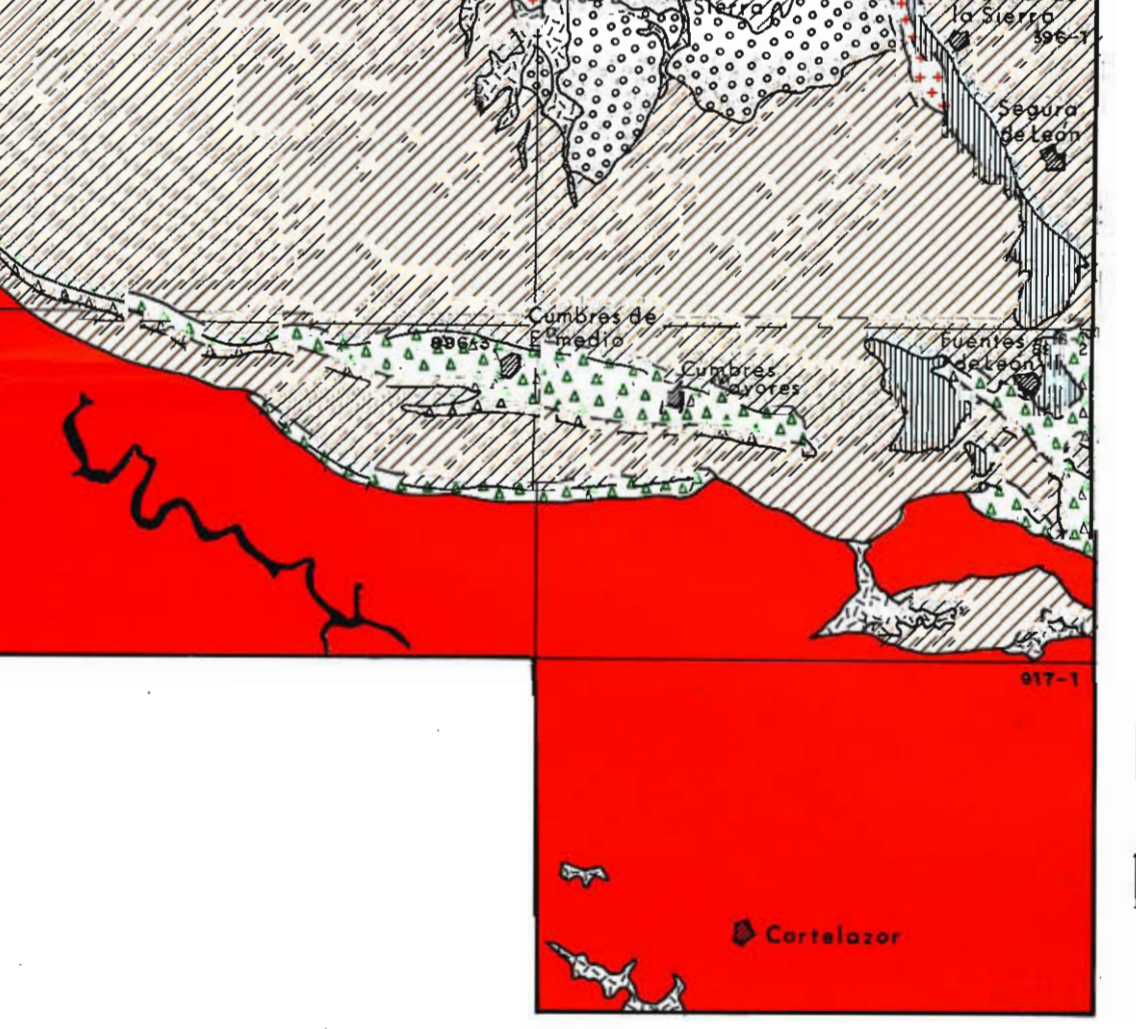
ESQUEMA GEOLOGICO



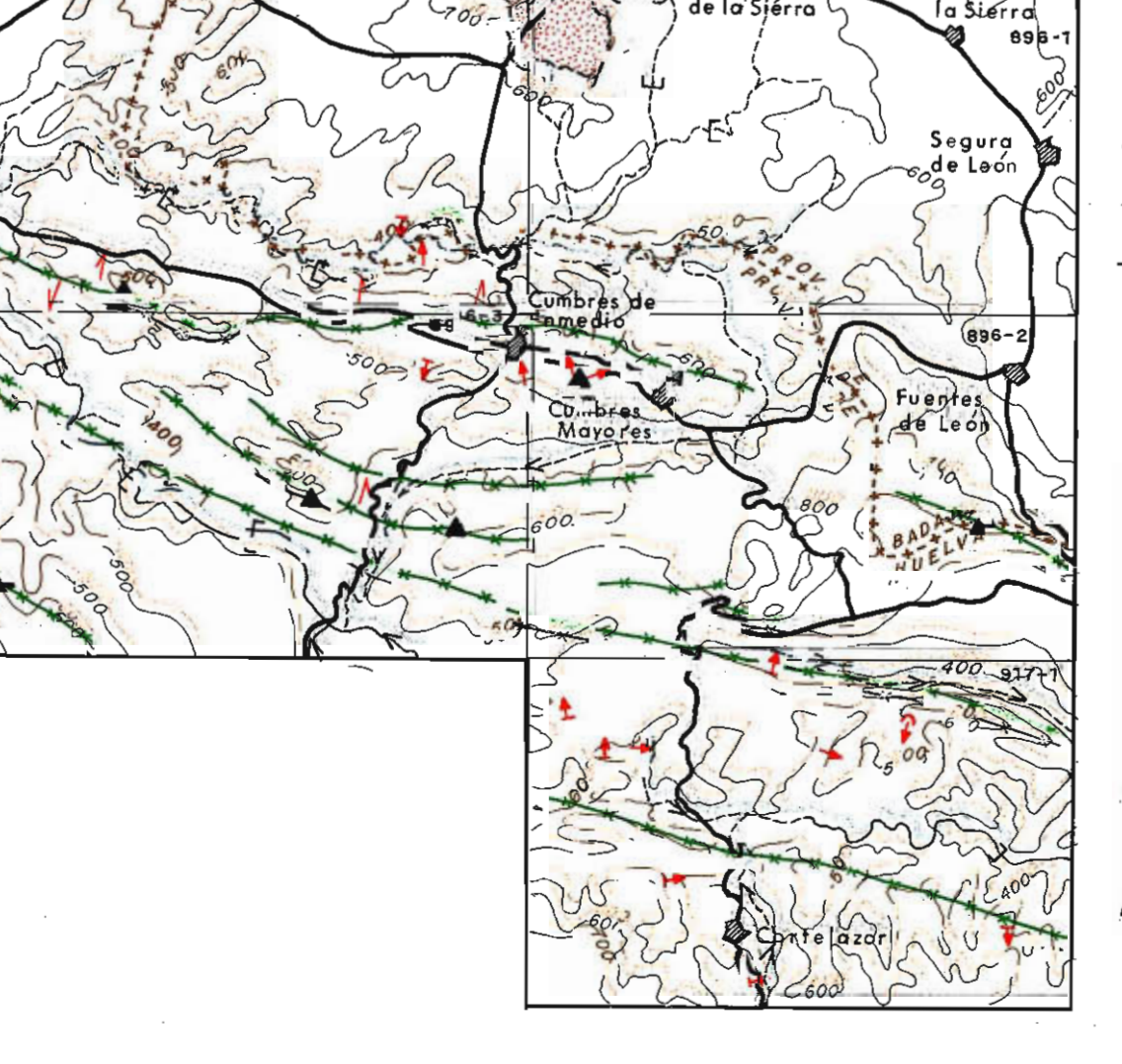
ESQUEMA GEOTECNICO



ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR



ESQUEMA GEOMORFOLOGICO



SIMBOLOGIA

- CONTACTO LITOLOGICO
FALLA
CABALGAMIENTO
ESCARPE EN CABEZA DE DESLIZAMIENTO
ESCARPE
ANTICLINAL DE 1ª FASE
SINCLINAL DE 1ª FASE
ANTICLINAL DE 2ª FASE
SINCLINAL DE 2ª FASE
DIRECCION Y BUZAMIENTO DE LA S0
DIRECCION Y BUZAMIENTO DE LA S1
DIRECCION Y BUZAMIENTO DE LA S2
DESPLIZAMIENTO FOSIL O LATENTE
DESPLIZAMIENTO POTENCIAL SUPERFICIAL
CORRIMIENTO FOSIL O LATENTE
CORRIMIENTO POTENCIAL
CORRIMIENTO POTENCIAL SUPERFICIAL
DESPRENDIMIENTO



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