



# estudio previo de terrenos



## **Autopista del Mediterráneo**

**TRAMO : BENALMADENA - MANILVA**

**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.

**M.O.P.**  
**DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS**  
**SERVICIO DE TECNOLOGIA DE CARRETERAS**  
**SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES**

**ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS**  
**AUTOPISTA DEL MEDITERRANEO**  
**TRAMO: BENALMADENA – MANILVA**

**Estudio 76/1**

**Fecha de ejecución: Abril 1977**

## INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION . . . . .	1
2. CARÁCTERES GENERALES DEL TRAMO . . . . .	3
2.1. CLIMATOLOGIA . . . . .	3
2.2. TOPOGRAFIA . . . . .	3
2.3. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA . . . . .	6
2.4. ESTRATIGRAFIA . . . . .	7
2.5. GRUPOS GEOTECNICOS . . . . .	8
2.6. SISMICIDAD . . . . .	9
3. ESTUDIO DE ZONAS . . . . .	11
3.0. ZONAS DE ESTUDIO . . . . .	11
3.1. ZONA 1: CAMPO DE GIBRALTAR . . . . .	13
3.1.1. Geomorfología y Tectónica . . . . .	13
3.1.2. Columna estratigráfica . . . . .	16
3.1.3. Grupos litológicos . . . . .	19
3.1.4. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona . . . . .	37
3.2. ZONA 2: BANDA COSTERA . . . . .	39
3.2.1. Geomorfología y Tectónica . . . . .	39
3.2.2. Columna estratigráfica . . . . .	39
3.2.3. Grupos Geotécnicos . . . . .	45
3.2.4. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona . . . . .	67
3.3. ZONA 3: RELIEVES DE ROCAS ULTRABASICAS Y COMPLEJOS CALCA- REOS . . . . .	69
3.3.1. Geomorfología y tectónica . . . . .	69
3.3.2. Columna estratigráfica . . . . .	72
3.3.3. Grupos Geotécnicos . . . . .	75
3.3.4. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona . . . . .	89
4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO . . . . .	91
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS Y GEOMORFOLOGICOS . . . . .	91
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO . . . . .	91
4.3. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS . . . . .	92
5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS . . . . .	93
5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO . . . . .	93
5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS . . . . .	93
5.3. YACIMIENTOS GRANULARES . . . . .	93
5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES . . . . .	93
5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE . . . . .	97
5.6. CUADROS RESUMEN DE YACIMIENTOS . . . . .	97
6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA . . . . .	101

	<b>Pág.</b>
<b>4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO . . . . .</b>	<b>83</b>
4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS . . . . .	83
4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS . . . . .	83
4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO . . . . .	83
4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS . . . . .	87
<b>5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS . . . . .</b>	<b>89</b>
5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO . . . . .	89
5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS . . . . .	89
5.3. YACIMIENTOS GRANULARES . . . . .	89
5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES . . . . .	91
5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE . . . . .	91
5.6. CUADROS – RESUMEN DE YACIMIENTOS . . . . .	91
<b>6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA . . . . .</b>	<b>99</b>

## 1. INTRODUCCION

El objeto de este estudio es exponer las características litológicas, estructurales y geotécnicas, más sobresalientes, que de alguna manera pueden influir en una obra de tipo lineal como es una carretera. Todo el Estudio se dirige en este sentido, aunque sea inevitable, algunas veces, desviarse en otras direcciones, siempre con el interés de recoger una información complementaria mejor.

El tramo Benalmádena—Manilva (Fig. 1.1.) está situado fundamentalmente en la provincia de Málaga en un 80 por ciento y en la de Cádiz en un 20 por ciento. Comprende las siguientes hojas y cuadrantes del mapa Topográfico Nacional a escala 1/50.000.

Hoja	Cuadrante
1065	1, 2 y 3
1066	1, 2, 3 y 4
1071	1, 2 y 3
1072	1, 3 y 4
1075	1 y 4



**Fig.- 1.1 Situación del Tramo**

El Estudio se ha desarrollado en las siguientes fases:

- Recopilación y análisis bibliográfico de los trabajos geológicos y geotécnicos existentes dentro o en zonas próximas al estudio.
- Estudio fotogeológico sobre fotogramas a escala 1/33.000 de todo el área del estudio.
- Comprobación del estudio fotogeológico, corrección del mismo y toma de datos en el terreno, que se reflejan sobre superponibles de fotoplanos a escala 1:25.000.
- Análisis de muestras, preparaciones y ensayos de laboratorio. Aunque en esta fase se ha intentado siempre recoger las muestras más representativas de las diversas formaciones, la extensión del Tramo obliga a considerar estos datos como generales, siendo fiables sólo puntualmente.
- Reducción de los fotoplanos, escala 1:25.000, ya completados con los datos anteriores, a escala 1:50.000 y composición de un mosaico con cada una de estas unida-

- des cuyo resultado son los mapas adjuntos, a escala 1:50.000.
- Redacción de la memoria presente, y de los esquemas morfológicos, geotécnicos, de suelos y formaciones de pequeño espesor y geológicos, a escala 1:200.000, que acompañan a los mapas anteriormente citados.
  - Estas fases no se deben considerar independientes puesto que unas con otras se solapan y complementan.

Con respecto al alcance del estudio, éste depende directamente de dos factores: de su objeto y del tiempo en que se ha realizado. En cuanto al primero ya se expuso al principio. Se han tratado más intensamente los temas que más directamente pueden afectar al desarrollo de una obra lineal, tratándose más ligeramente aquellos temas que por su extensión, situación etc. van a influir en menor medida. El tiempo durante el cual se ha realizado el estudio ha sido el comprendido entre los meses de Marzo y Diciembre del año 1976, siendo repartido de la siguiente forma: El 10 por ciento de este tipo a la recopilación y análisis de la bibliografía, el 30 por ciento al estudio de la foto aérea, otro 30 por ciento a la comprobación y toma de datos en campo, y el otro 30 por ciento a la confección de superponibles (que no se acompañan), memoria y mapas. La simbología adoptada en la cartografía es la correspondiente a la incluida en el Pliego de Prescripciones Técnicas para el Estudio Previo de Terreno.

En el capítulo 2 de la memoria se dan unas ideas sobre los caracteres generales de todo el Tramo.

En el capítulo 3, se divide el Tramo en Zonas en las que las condiciones geológico–geotécnicas son comunes, pasando a continuación a describir separadamente estas Zonas.

En el capítulo 4 se sugieren los corredores que parecen más importantes para un estudio posterior.

En el capítulo 5, se señalan las canteras y yacimientos granulares que se han recopilado en el estudio.

Por último, en el capítulo 6, se presenta la bibliografía consultada.

Este Estudio Previo de Terrenos ha sido realizado por ESTEYCO, S.A. en colaboración con la Sección de Geotecnia y Prospecciones de la Dirección General de Carreteras del M.O.P.

Han supervisado y realizado este estudio:

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS  
SERVICIO DE TECNOLOGIA DE CARRETERAS  
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

D. Antonio Alcaide Pérez, Dr. Ingeniero de CC. CC. y PP.

D. Rafael del Prado Palomeque, Ingeniero de CC. CC. y PP.

D<sup>a</sup> Concepción Bonet Muñoz, Dr. en Ciencias Geológicas

ESTEYCO, S.A.

D. Jaime Sánchez Rivera, Ingeniero de CC. CC. y PP.

D. Ricardo Ortega Rodríguez–Arias, Licenciado en Ciencias Geológicas.

D. Fernando Moreno Serrano, Licenciado en Ciencias Geológicas

## 2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

### 2.1. CLIMATOLOGIA

En el presente apartado sólo se ha pretendido efectuar una recopilación de datos climáticos que puedan tener incidencia tanto en el proyecto como en la construcción de carreteras. Pensamos que hablar de clima lluvioso o seco, cálido o frío, son conceptos muy ambiguos para una obra de este tipo. Por este motivo, del libro de Datos Climáticos para Carreteras publicado por el M.O.P., hemos obtenido todos los datos correspondientes a precipitación, temperatura, insolación, humedad relativa y días de helada que hemos resumido en el cuadro adjunto.

MESES	TEMPERATURA											MEDIA MENSUAL DE HORAS DE INSOLACION	PRECIPITACION										HE-LADAS		HUMEDAD RELATIVA MEDIA	
	EXTREMAS		OSCILACION		VALORES MEDIOS			TEMPERATURA A 9H					VALORES MEDIOS					VALORES EXTREMOS OBSERVADOS			VALOR. MEDIOS					
	MAXIMAS	MINIMA	EXTREMA	MEDIA	MAXIMAS	MEDIA MENSUAL	MINIMAS	Nº DE DIAS	5 °C		10 °C		MEDIA MENSUAL	DIAS DE LLOVIA	DIAS CON PRECIPITACION				MAXIMA EN 24 H	MAXIMA MENSUAL	MINIMA MENSUAL	Nº DE DIAS	º/10 MENSUAL	Nº MIO DE DIAS DE NIEVE		
									º/10 MENSUAL	º/10 MENSUAL	INAPRECIBLE				1 mm.		10 mm.									
ENER.	29,0	0,0	29,0	8,0	16,5	12,5	8,5	29	93	16	51	185	58,7	6	2	6	81	2	93	71,1	179,2	1,0	1	97	0	69
FEB.	27,0	0,0	27,0	7,8	17,1	12,9	9,3	26	93	16	58	179	49,0	6	2	5	82	2	93	58,0	152,1	0,0	1	97	0	69
MARZ.	27,8	3,0	24,8	7,7	18,8	16,0	11,1	30	97	23	74	192	62,4	7	2	8	74	2	93	60,5	133,7	10,2	0	100	0	69
ABRIL	31,8	5,2	26,6	7,7	20,5	16,3	12,8	30	100	28	93	236	45,5	6	2	5	83	2	93	49,7	86,1	2,0	0	100	0	66
MAYO	33,6	7,6	26,0	8,1	23,3	19,3	15,2	31	100	31	100	299	24,7	4	2	2	83	1	97	36,5	84,4	0,0	0	100	0	62
JUNIO	39,0	12,2	27,0	7,5	26,5	22,8	19,0	30	100	30	100	344	5,5	1	1	1	97	0	100	38,8	25,3	0,0	0	100	0	62
JULIO	40,6	12,0	28,6	7,9	29,2	25,2	21,3	31	100	31	100	354	1,1	0	0	0	100	0	100	23,5	22,1	0,0	0	100	0	64
AGOS.	40,4	12,0	28,4	8,2	29,8	29,8	21,6	31	100	31	100	326	3,2	1	1	0	100	0	100	28,0	31,0	0,0	0	100	0	63
SET.	39,6	11,0	28,6	7,9	27,5	27,5	19,6	30	100	30	100	243	28,3	2	2	1	97	0	100	60,0	91,0	0,0	0	100	0	66
OCT.	34,6	4,2	30,4	7,5	23,4	23,4	15,9	31	100	31	100	209	62,0	5	2	4	87	1	97	88,0	22,6	0,0	0	100	0	70
NOV.	29,4	4,0	25,4	7,8	19,7	19,7	11,9	30	100	25	83	178	63,4	7	2	7	77	3	90	24,9	178,9	0,0	0	100	0	72
DIC.	29,2	2,0	27,2	7,7	17,1	17,1	9,4	30	97	17	54	167	65,6	7	2	7	77	2	93	84,5	259,6	2,3	0	100	0	70

### 2.2. TOPOGRAFIA

En el Tramo de Benalmádena—Manilva, recorrido de NE—SO por la carretera N—340 de Cádiz a Barcelona se pueden distinguir bajo el punto de vista topográfico tres unidades (Fig. 2.1.), con una dirección, todas sensiblemente, NE—SO. La primera, y más alejada de la línea costera, forma los relieves de una serie de sierras entre las que destacan como más importantes la Sierra Bermeja y Sierra Blanca. La segunda unidad está constituida por una serie de pequeñas alineaciones de topografía más o menos suave que aparecen localizadas a lo largo de toda la costa. Finalmente y constituyendo prácticamente la banda costera, existe una zona de suave pendiente, formada por pequeñas lomas, cuya altitud rara vez sobrepasa los 200 m.

Los perfiles de la Fig. 2.2., efectuados de N—S pasando por Estepona y de O—E pasando por S. Pedro de Alcántara, muestran las diferencias de alturas tan desiguales que presenta el Tramo.

La unidad primera está formada por una serie de alineaciones con dos direcciones

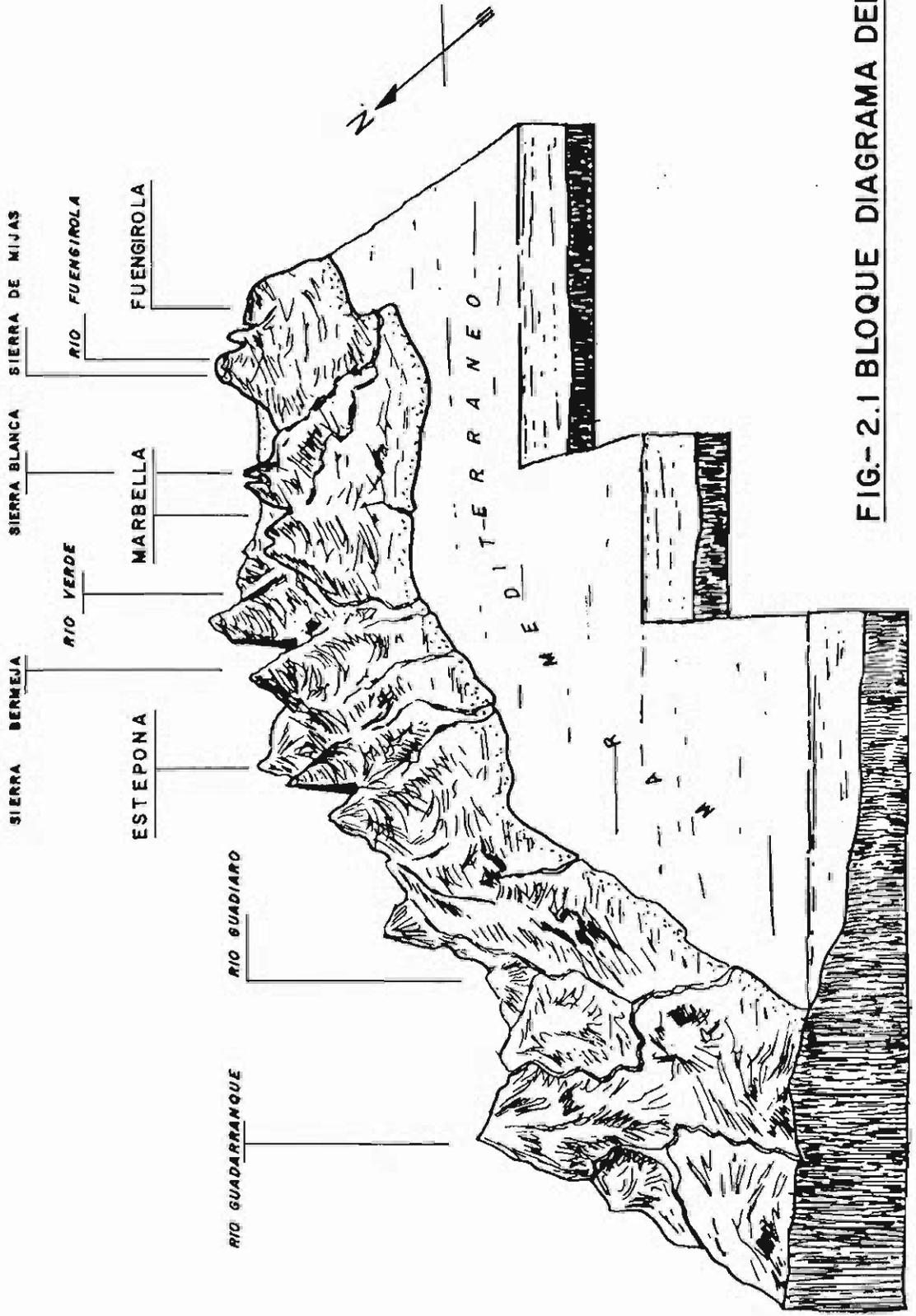


FIG.- 2.1 BLOQUE DIAGRAMA DEL TRAMO

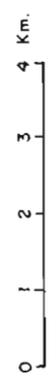
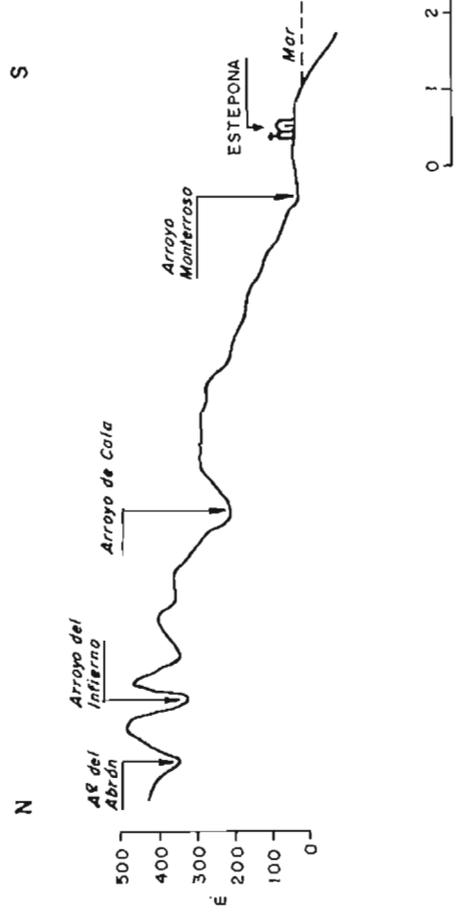
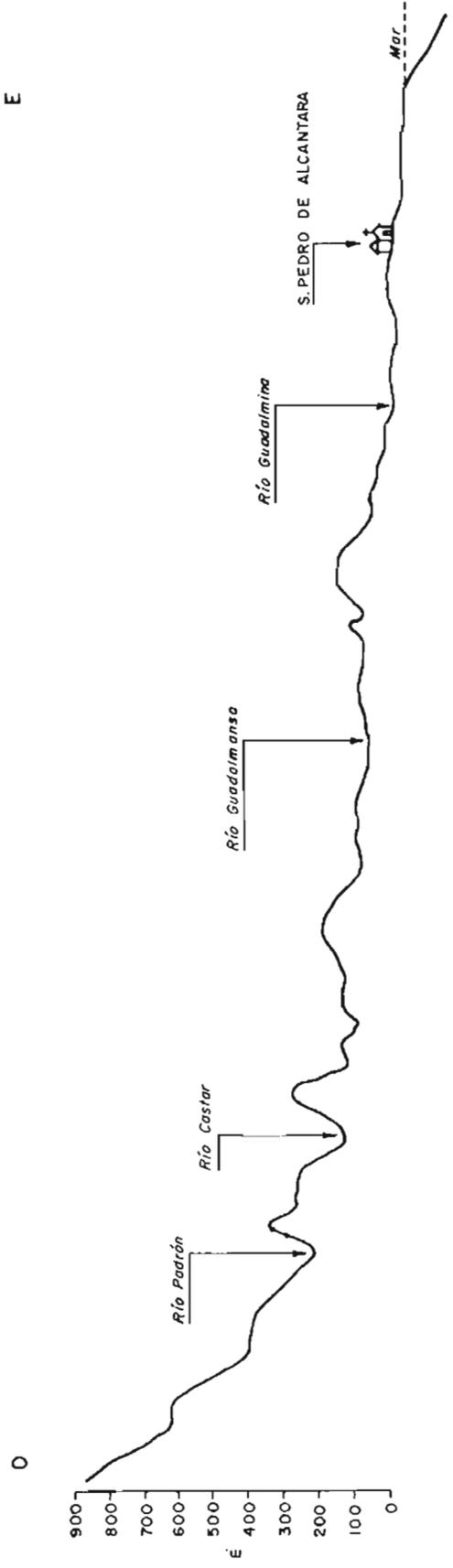


FIG-22 PERFILES GENERALES DEL TRAMO

predominantes SO–NE y NO–SE de entre las cuales podemos destacar, Sierra Bermeja (SO–NE), Sierra Palmitera (NO–SE), Sierra Real (NO–SE) y Sierra Alpujata (SO–NE), que constituyen en su mayor parte el complejo de las peridotitas. Dentro de esta serie de alineaciones las máximas alturas se encuentran en Sierra Palmitera, donde se llegan a alcanzar los 1472 m en el monte Encinetas. Cabe destacar también dentro de esta primera unidad la Sierra de Tolox, situada al Norte de Sierra Real, cuyas alturas sobrepasan generalmente los 1.000 m, constituida fundamentalmente por calizas Mesozoicas.

Mención especial dentro de esta unidad merece Sierra Blanca (SO–NE) que constituye una importante masa marmórea. Las alturas de todas estas alineaciones están comprendidas entre los 900–1450 m aproximadamente. Finalmente cabe destacar que en esta primera unidad la pendiente media es superior al 25 por ciento.

La segunda unidad está formada por una serie de pequeñas alineaciones y lomas aisladas, constituidas fundamentalmente por materiales terciarios. Entre Marbella y Estepona esta unidad viene definida geoméricamente por una estrecha franja que va ensanchándose hacia el SO hasta "desembocar" en forma de "abanico" en las formaciones terciarias y mesozoicas del Campo de Gibraltar. En esta segunda unidad cabe destacar como alineaciones más importantes Sierra Almenara (SO–NO) y Sierra del Arca (NO–SE). Aquí las cotas están comprendidas entre los 100 y 400 m aproximadamente. La pendiente media oscila entre el 10–25 por ciento.

Por último tenemos la tercera unidad que está constituida por una pequeña franja costera con pendientes suaves generalmente inferiores al 10 por ciento con presencia de materiales cuaternarios y restos terciarios. Las cotas suelen ser inferiores a los 50 m.

### 2.3. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA

El tramo en estudio está comprendido en su totalidad dentro de las Cordilleras Béticas. A grandes rasgos se pueden considerar dentro de las mismas tres unidades estructurales diferentes, con unas características tanto morfológicas como tectónicas, independientes en cada uno de los tres dominios. Las tres unidades a considerar son:

- Unidad Bética.
- Unidad Subbética.
- Unidades del Campo de Gibraltar.

Debido a sus características propias pasaremos a analizar someramente las tres unidades por separado.

#### UNIDAD BETICA

La unidad Bética es la que representa las zonas internas de las Cordilleras Béticas. En esta unidad el basamento (zócalo) aparece íntimamente ligado a los terrenos de cobertura, en las estructuras alpinas. La característica fundamental de esta unidad es la superposición de varios mantos de corrimiento. En el Tramo aparecen representados algunos de estos mantos como son el manto del complejo Maláguide y el del Alpujárride. En cuanto a la edad de estos mantos, existen diferentes teorías. No obstante parece existir unanimidad en que todos ellos son postríasicos y preoligocenos. Referente a las orogenias, los materiales parecen afectados por una orogenia prealpina y por otra alpina, no apareciendo rasgos característicos de la primera debido a la superposición de la segunda. La unidad bética es la única que muestra los efectos de haberse desarrollado en ella procesos de metamorfismo de edad alpina.

#### UNIDAD SUBBETICA

La estructura de esta segunda unidad es muy semejante a la estructura de la unidad Bética. En la unidad Subbética, los mantos que definen la estructura alpina, son mantos

de cobertera. El zócalo paleozoico no aflora. Por lo general presenta una cierta rigidez, no siendo afectado por el plegamiento. La respuesta de la cobertera al plegamiento alpino se manifiesta por una serie de estructuras de corrimiento.

La razón del diferente comportamiento del zócalo y la cobertera, estriba en la existencia de una "superficie de despegue". Dicha superficie parece estar localizada en el Triásico.

## UNIDADES DEL CAMPO DE GIBRALTAR

Con este nombre se denominan a una serie de elementos alóctonos, cuya "patria tectónica" es muy discutida.

La característica fundamental de estas unidades, es el que no participan en ellas nada más que terrenos de cobertera.

Según DIDON, en esta región se distinguen las unidades de Aljibe, Bolonia, Algeciras y Argüelles. La unidad de Aljibe, también denominada "manto de Aljibe", es la más alta de la región, bajo el punto de vista tectónico, como puede comprobarse por sus contactos marginales, las ventanas tectónicas que presenta y el aparecer recubriendo elementos del Subbético, parte de la unidad de Paterna, y fuera del Tramo, las demás unidades del Campo de Gibraltar.

Con respecto al resto de las unidades, existe el interrogante de si verdaderamente se trata de verdaderos mantos de corrimiento con autonomía propia, o si por el contrario se trata de retazos de unidades de orden superior. Por el momento no se dispone de datos suficientes para dar respuestas a esta cuestión.

La estructura de estos mantos característicos de las Unidades de Campo de Gibraltar es muy compleja, debido a la fracturación, despegues tectónicos y pliegues desarmónicos que presentan.

### 2.4. ESTRATIGRAFIA

La ejecución de una columna estratigráfica general del Tramo presenta una cierta complejidad debido a tener que considerar por separado la estratigrafía de las diferentes unidades tectónicas que aparecen en él. Como consecuencia del tiempo que sería necesario emplear en la confección de las columnas parciales de las diferentes zonas tectónicas, y debido también a que el objetivo del presente trabajo es netamente litológico, hemos confeccionado una columna estratigráfica muy general, sin tener en cuenta las diferentes unidades estructurales, aún a sabiendas de englobar en una misma serie materiales de distintos dominios paleogeográficos desarrollados durante la etapa preorogénica.

La columna estratigráfica del Tramo está constituida por materiales paleozoicos, mesozoicos, terciarios y cuaternarios. A esta sucesión hay que añadir un importante complejo de rocas ultrabásicas con gran desarrollo superficial.

Debido a la falta de fauna para su clasificación, los materiales paleozoicos no se han incluido dentro de ninguna serie, habiendo preferido presentarlos como una indeterminación estratigráfica dentro de dicho sistema. Así pues, en este apartado nos limitaremos a describir la sucesión de materiales tal y como se ha podido apreciar en el campo.

Comienza la serie paleozoica con unos episodios calcáreos de aspecto pizarreño, con intercalaciones de niveles pizarrosos. A medida que se asciende en la serie, se puede apreciar un aumento de los episodios pizarrosos hasta pasar a pizarras arcillosas, con desaparición de los niveles de calizas y aparición de facies detríticas conglomeráticas. A continuación viene una formación constituida por grauwakas de aspecto arenoso con intercalaciones de conglomerados y algún nivel de pizarras. Seguidamente vuelve a aparecer una secuencia de materiales pizarrosos con intercalaciones de esquistos que se van haciendo más patentes a medida que se asciende hacia el techo de la formación. Finaliza el paleozoico con unas calizas y pizarras arcillosas que sirven de base al techo propiamente dicho, constituido por cuarcitas y filitas.

El Triásico, en su base, viene definido por unos conglomerados poligénicos con cantos de mármoles y cuarcitas fundamentalmente. A continuación aparece una alternancia de esquistos grauwákicos y pudingas, que pasan a dolomías brechiformes hacia el techo de la formación.

El Jurásico en su base aparece constituido por calizas microcristalinas muy fosilíferas, algo karstificadas en superficie, terminando con un episodio dolomítico en el que aparecen intercalados niveles de margas.

El Cretácico es todo de naturaleza calcárea, apareciendo definido por calizas mesocristalinas de tonos claros y rojizos entre las que aparecen intercalados lechos margosos.

El Eoceno está constituido por arcillas, margas, calizas y areniscas con algunos niveles de conglomerados. Su característica fundamental es la presencia de numerosos cambios laterales de facies.

El Oligoceno presenta unas características litológicas prácticamente idénticas a las del Eoceno, con la única variante de que los términos detríticos se manifiestan con más frecuencia aquí, que en el Eoceno.

El Mioceno también presenta las mismas características litológicas que el Eoceno y Oligoceno. Está constituido por una alternancia de margas abigarradas y areniscas silíceas.

El plioceno viene representado por margas y arcillas de facies marinas que por cambio lateral de facies pueden pasar a areniscas y conglomerados.

Sobre el Plioceno aparecen unos episodios de facies continentales de edad pliocuaternaria que pueden "descansar" de forma discordante sobre cualquier formación. El Pliocuaternario viene representado por materiales detríticos fundamentalmente.

El Cuaternario viene definido por coluviales, aluviales terrazas, etc, con una distribución muy irregular en todo el Tramo.

Mención aparte merecen una serie de materiales que afloran fundamentalmente en la Zona 2 y Zona 3 y que aparecen reflejados en las columnas correspondientes a cada zona con las siglas O20. La característica fundamental es su indeterminación estratigráfica que ha sido la que nos ha inducido a formar con todos ellos un grupo aparte. Queremos hacer notar que las letras a, b, c... etc que siguen a las siglas O20, no indica ninguna sucesión estratigráfica entre ellas.

Finalmente hay que hacer mención al importante complejo de rocas ultrabásicas constituido fundamentalmente por peridotitas.

## 2.5. GRUPOS GEOTECNICOS

Teniendo en cuenta los diferentes grupos litológicos definidos en el Tramo y sus características geotécnicas, se han definido unos grupos geotécnicos cuya correlación con los grupos litológicos aparece reflejada en el cuadro adjunto.

### REFERENCIA

G. GEOT	GRUPO LITOLOGICO
G 1	A1-A2-A3-T1
G 2	C1-C2-C3-D-
G 3	Q1-
G 4	V1-V2-V3-Q2-
G 5	R-
G 6	E-
G 7	350b-350a-322k-322i-322h-322g-322a-322d-322c-322b-322a-313c-313b-313a-312d-312c-312a-310a-300b-300a-
G 8	322 m-
G 9	322f-
G 10	321a-312e-310b-
G 11	312h-312b-
G 12	312f-
G 13	311a-
G 14	210d-
G 15	232a-231a-230a-220c-220b-220a-210e-210c-210b-210a-
G 16	160a-100k-100i-100h-100g-100f-100e-100d-100c-100b-100a-020b-020a-020c-020d-020e-020f-020g-001a-001b-

## 2.6. SISMICIDAD

De acuerdo con el Mapa Sísmico Nacional definido en la Norma Sismorresistente PDS-1 de 1974, el Tramo de estudio está comprendido entre las isosistas VI y VII (Fig. 2.3), es decir, no son previsible sismos de intensidad superior a los de grado VII de la escala macrosísmica internacional (M.K.S.). En consecuencia, el Tramo está ubicado en la "zona 2ª" de sismicidad media.

Con respecto a las carreteras, la Norma hace las siguientes recomendaciones:

"En la zona 2ª no es obligatoria la consideración de los efectos sísmicos, salvo para autopistas o carreteras de gran interés".

Sin embargo la naturaleza generalmente cohesiva de casi todas las formaciones y la ausencia de niveles freáticos, hace bastante reducido el riesgo de daños sísmicos en las eventuales obras viables.

La sismicidad de la Zona 2ª obliga a contar con valores característicos del sólo tipo del orden siguiente:

Velocidad	3 cm/s
Aceleración	38 cm/s <sup>2</sup>
Desplazamiento	0,24 cm

para un período del suelo  $T = 0,5$  seg.

El coeficiente sísmico básico correspondiente es  $C = 0,004$  y para períodos distintos puede calcularse por la fórmula  $C = 0,02/T$ .

En los cálculos de estabilidad, excepto en las estructuras especiales, se considerará una acción sísmica horizontal en la dirección más desfavorable, igual al coeficiente sísmico correspondiente a un mínimo de riesgo en cincuenta años, multiplicado por el coeficiente de terreno y por el peso propio. No es necesario considerar la componente vertical de la acción sísmica.

Para la construcción de terraplenes se prescindirá, en lo posible, de materiales muy arcillosos y en cualquier caso compactarán del lado húmedo y por encima del 95 por 100 de la densidad máxima Proctor Normal.

En los cálculos de estabilidad se emplearán los coeficientes de cohesión y rozamiento deducidos de los ensayos estáticos y se prescindirá del posible incremento de la presión intersticial.

Se eludirá en lo posible la construcción de la carretera, aunque el terraplén sea mínimo, sobre terrenos echadizos no compactos, limosos y arenosos de consistencia muy floja y turbas. Cuando no sea posible evitarlos debe tenerse en cuenta que un terremoto puede ocasionar importantes asientos que destruyan la calzada y hagan intransitable la vía.

En el proyecto de una carretera donde sea obligatoria la consideración de las acciones sísmicas, se analizarán las pendientes y taludes naturales de las laderas por las que discurran, huyendo en lo posible, de aquellas cuyos coeficientes de seguridad, teniendo en cuenta la acción sísmica horizontal definida anteriormente, sean inferiores a 1,2 y de aquellas zonas en las que se hayan producido movimientos de terreno.

Los muros de contención se calcularán igualmente teniendo en cuenta la acción sísmica horizontal indicada anteriormente, con coeficiente de seguridad no inferior a 1,2.

Puede prescindirse de calcular, a efectos sísmicos, aquellas partes de obra cuya destrucción ocasiona daños fácilmente reparables o que no inutilicen la carretera.

Con respecto a puentes la norma hace las siguientes recomendaciones:

Se calcularán a efectos sísmicos todos los puentes de carretera situados en las zonas de media y alta sismicidad.



FIG.- 2.3 SITUACION DEL TRAMO EN LA DIVISION DE ZONAS SISMORRESISTENTES .

### 3. ESTUDIO DE ZONAS

#### 3.0. ZONAS DE ESTUDIO

Para exponer y comprender mejor las características del Tramo se ha considerado conveniente dividirlo en Zonas con morfología, litología y estructura propias.

En la figura 3.1. se representan las tres Zonas en las que se ha dividido el estudio que son:

- Zona 1.— Formaciones del "Campo de Gibraltar" con cotas entre 100 y 400 m, de relieves suaves y ondulados, con amplios valles, materiales terciarios y cuaternarios fundamentalmente y tectónica tranquila.
- Zona 2.— "Banda costera" con cotas entre los 50 y 300 m, de morfología irregular, con materiales cuaternarios y paleozoicos, de tectónica movida.
- Zona 3.— "Relieves de rocas ultrabásicas y complejos calcáreos", con cotas entre los 500 y 1.100 m, de elevaciones abruptas, valles angostos y con fracturas y pliegues frecuentes.

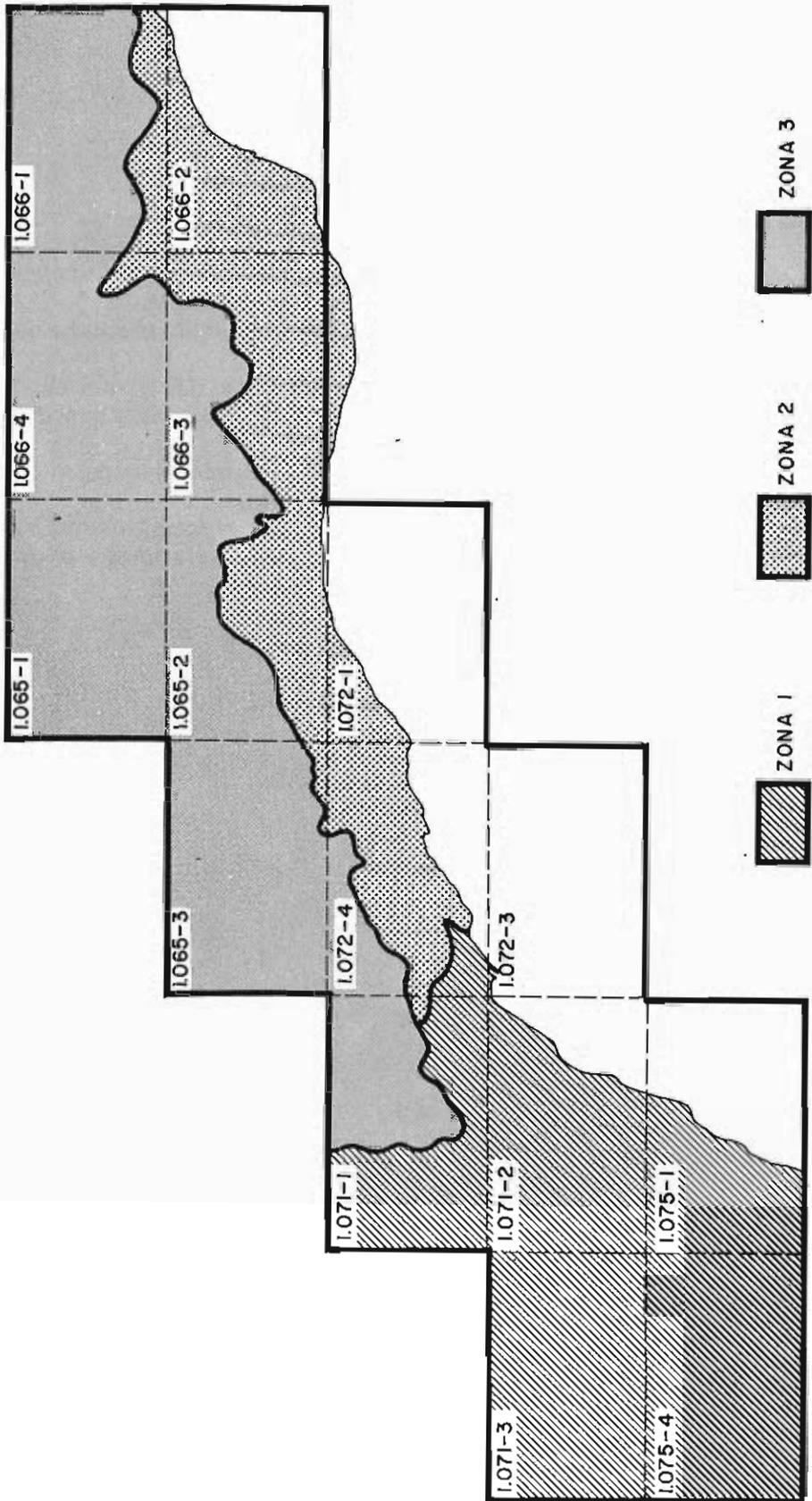


FIG.-3.1 DISTRIBUCION DE ZONAS

### 3.1. ZONA 1: CAMPO DE GIBRALTAR

#### 3.1.1. Geomorfología y Tectónica

##### Geomorfología.—

**Situación.**— Esta Zona se encuentra en un 60 por ciento enclavada en la provincia de Cádiz y el resto en la de Málaga. Limita al Norte con las estribaciones de Sierra Bermeja, al Sur con el Campo de Gibraltar, al Este con el Embalse de Guadarrenque y al Oeste con la línea de la costa, que lleva una dirección sensiblemente SO—NE.

Comprende esta Zona los siguientes cuadrantes:

1071	1	(parte)
1071	2	(entero)
1071	3	(entero)
1072	4	(parte)
1075	1	(entero)
1075	4	(entero)

que junto con las poblaciones y vías de comunicación más importantes, están representados en la fig. 3.2.

**Morfología.**— Dentro de esta Zona se pueden considerar dos unidades morfológicas (Fig. 3.3.)

- a) Valle del río Guadiaro.
- b) Relieves terciarios y mesozoicos.

##### a) Valle del río Guadiaro

El río Guadiaro es el principal de la Zona y el Tramo. Su trazado es algo sinuoso con algunos meandros que discurren por un valle de fondo plano, encajándose en la parte norte, fuera del Tramo, al atravesar la Serranía de Ronda en cuyas inmediaciones nace. Sus afluentes más importantes son el Genal que desemboca en su margen izquierda y el Hozgarganta que lo hace en la margen derecha.

Bajo el punto de vista litológico, los materiales predominantes son los aluviales y coluviales.

##### b) Relieves terciarios y mesozoicos

Esta segunda unidad comprende una serie de afloramientos terciarios, fundamentalmente, entre los que destacan a modo de "islas" restos de materiales mesozoicos. Los materiales terciarios son en su mayoría de tipo flysch y vienen caracterizados por areniscas, margas, calizas y arcillas. (Fig. 3.4.)

Las formas de relieve pierden en esta Zona el carácter de horizontalidad de otras regiones. Por lo general las formaciones aparecen basculadas, presentando en ocasiones relieves tipo cuesta. Los materiales mesozoicos aparecen más afectados por la tectónica, presentando relieves de tipo anticlinales y sinclinales.

**Tectónica.**— Bajo el punto de vista tectónico, esta Zona es la menos afectada de todas, pudiéndose localizar dentro de ella dos subzonas, la oriental y la occidental. La primera es la más afectada de las dos. Como unidad más compleja de la subzona oriental tenemos la unidad de Argüelles que presenta una serie de escamas tectónicas en las que aparece la serie invertida.

La subzona occidental es la menos afectada tectónicamente, presentando las estructuras una dirección sensiblemente N—S.

La estructura de la Zona no es tan simplista como se ha indicado con anterioridad. No obstante hemos creído que debido al objetivo y alcance de este estudio, no sería

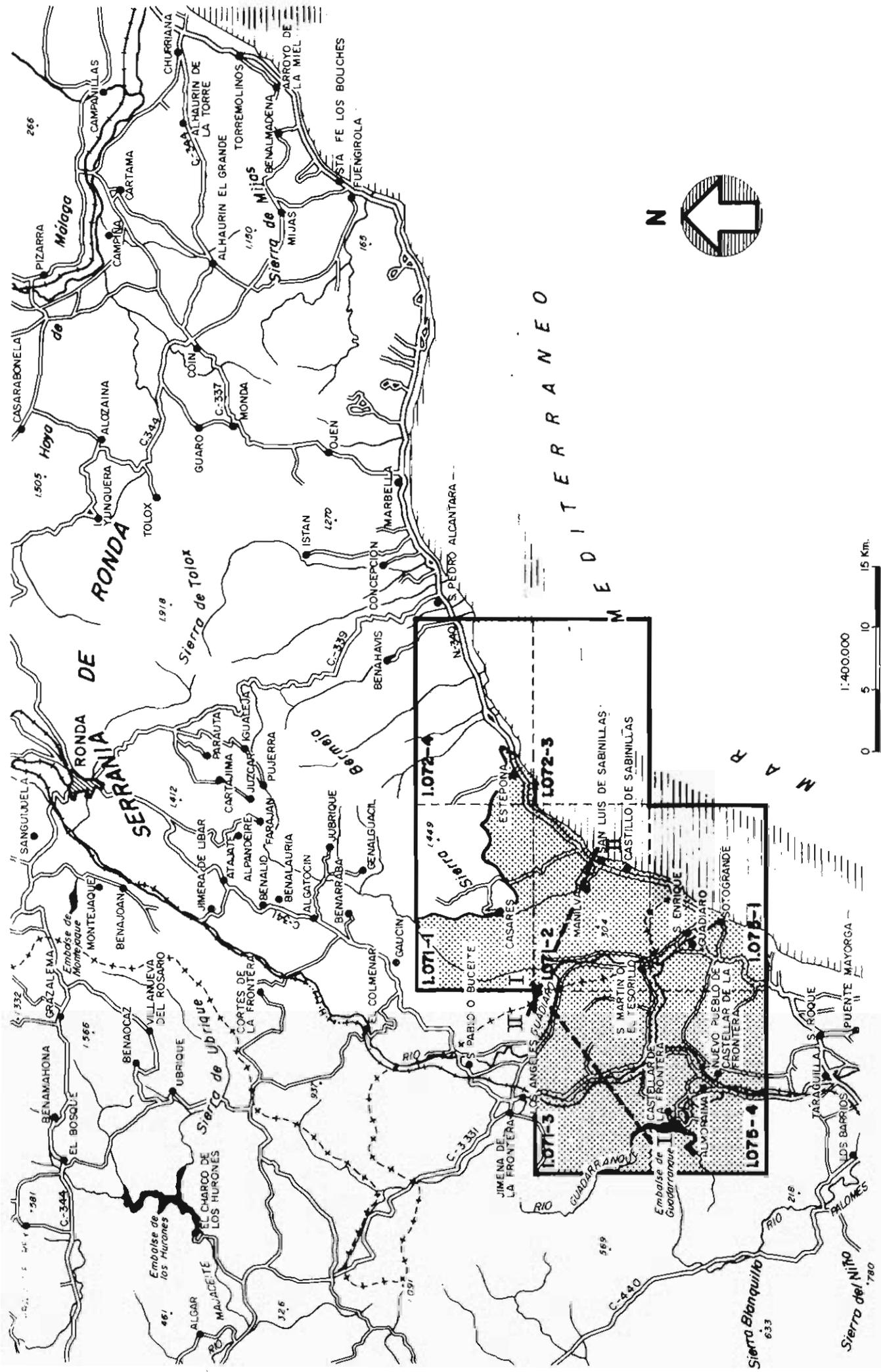


FIG.- 3.2 ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA I Y SITUACION DE CORTES GEOLOGICOS I-I' y II-II'

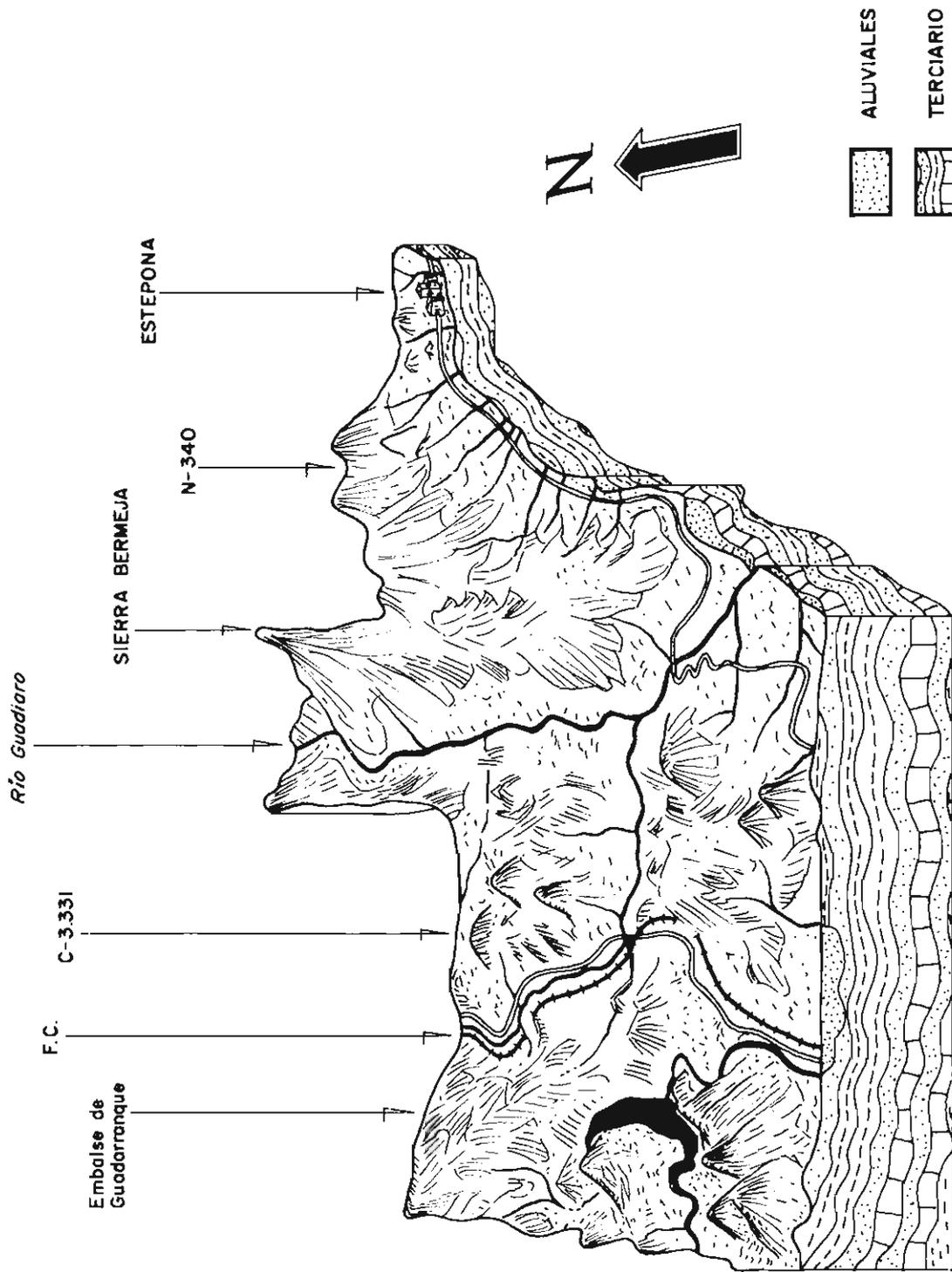


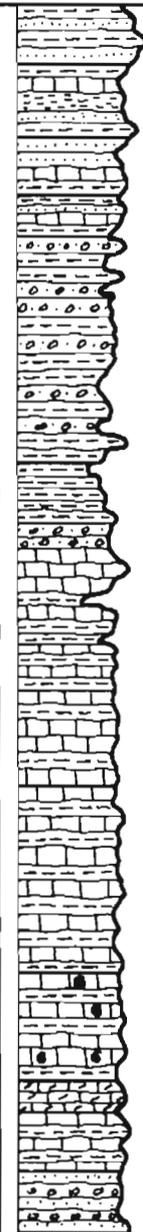
FIG.-3.3 BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA I

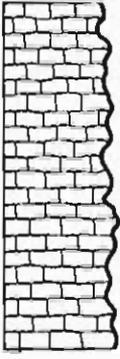
aconsejable entrar a analizar toda la problemática que representa el estudio tectónico de las Cordilleras Béticas. En la bibliografía se ha indicado una serie de trabajos que tratan el tema con profundidad.

### 3.1.2. Columna estratigráfica

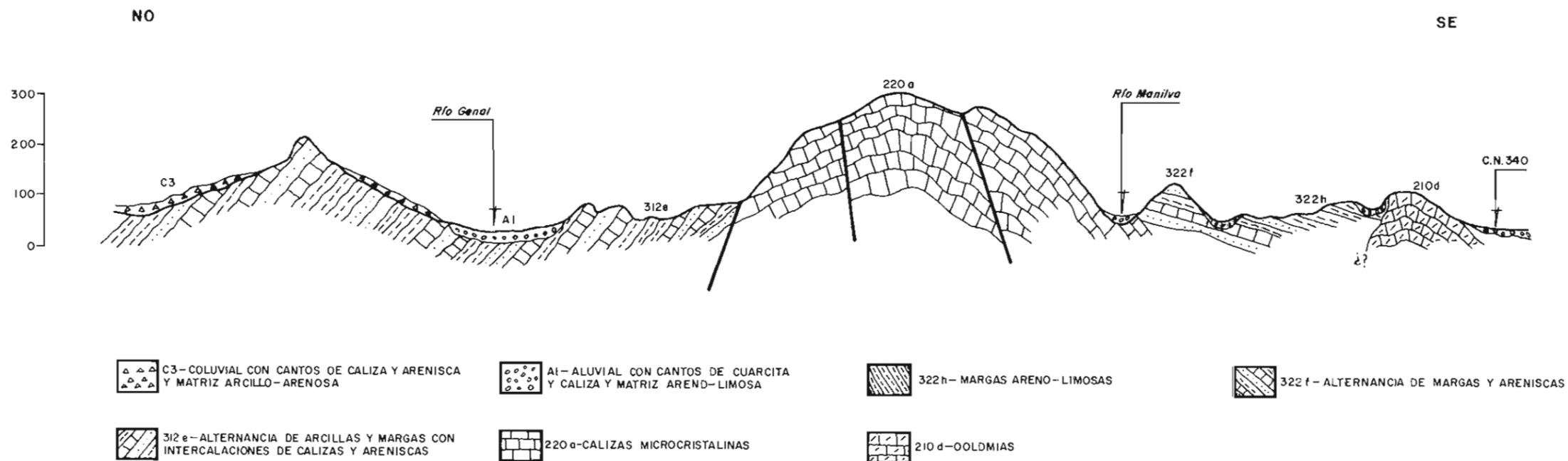
En la columna estratigráfica que a continuación se expone, quedan reseñados los distintos grupos litológicos y geotécnicos que aparecen en la Zona 1.

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA		DESCRIPCION	EDAD
	GRUPO GEOTECN.	GRUPO LITOLÓG.		
	G1	A1	Aluvial de cantos redondeados de cuarzo y caliza con matriz arena-limosa de grano grueso.	CUATERNARIO
	G1	A2	Aluvial de cantos redondeados de peridotitas y mármoles, con matriz arena-limosa.	CUATERNARIO
	G2	C1	Coluvial constituido por cantos angulosos de pizarras y/o peridotitas y/o neises con matriz arcillosa de color rojizo.	CUATERNARIO
	G2	C3	Coluvial constituido por cantos subangulosos de caliza y arenisca con matriz arcillo-arenoso.	CUATERNARIO
	G4	V1	Eluvial arena-limoso con cantos de areniscos.	CUATERNARIO
	G2	D	Arenas arcillosas y limas con cantos marmóreos.	CUATERNARIO
	G5	R	Arenas poligénicas con cantos y conchas dispersos.	CUATERNARIO
	G6	E	Arenas cuarzosas de origen eólico, sin cemento ni matriz, de grano medio a fino.	CUATERNARIO
	G8	322m	Alternancia de arcillos rojos algo arenosos en algunos puntos, y arenas de grano fino con restos de conchas.	PLIOCENO
	G7	322i	Areniscos calcáreos de grano grueso y cemento calcáreo con intercalaciones de niveles de calizas margosas.	PLIOCENO
	G7	322g	Areniscos calcáreos de aspecto malásico con restos de conchas.	PLIOCENO
	G9	322f	Alternancia irregular de margas algo plásticas y areniscos de grano fino.	PLIOCENO
	G7	322b	Brecha de borde de cuenca con cantos de peridotitas, areniscos y caliza, con cemento silíceo.	PLIOCENO
	G7	322o	Brecha de cantos angulosos de naturaleza marmórea, con matriz arcillosa y cemento calcáreo.	PLIOCENO
	G10	321o	Alternancia irregular de margas abigarrados de tonos violáceos y areniscos silíceos de grano fino.	MIOCENO MEDIO
	G7	313c	Areniscos silíceos de grano fino, duros y compactos con cemento silíceo.	OLIGOCENO
	G7	313b	Areniscos de grano fino y tonos claros con intercalaciones esporádicas de niveles de arcillas y areniscos de tonos oscuros.	OLIGOCENO
	G7	313a	Areniscos micáceos de grano fino y color amarillento, con intercalaciones de lechos margosos de tonos oscuros.	OLIGOCENO

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	GRUPO GEOTECH.	GRUPO LITOLÓG.		
	012	312 f	Alternancia irregular de areniscas de grano fino y naturaleza silicea y margas arenosas.	EOCENO
	010	312 e	Alternancia irregular de arcillas margosas y margas arenosas, con intercalaciones de calizas y areniscas.	EOCENO
	07	312 d	Areniscas de grano fino y color rojo-amarillento con intercalaciones de margas rojizas y calizas criptocristalinas.	EOCENO
	011	312 b	Alternancia irregular de margas y areniscas con intercalaciones de niveles calcáreos.	EOCENO
	013	311 a	Alternancia irregular de conglomerados constituidos por cantos de caliza bien redondeados y margas de tonos obscuros.	PALEOCENO
	010	310 b	Arcillas areno-limosas de tonos parduzcos si están frescas, y amarillentas si están meteorizadas.	PALEOGENO
	07	310 a	Calizas microcristalinas de tonos grisáceos, algo arenosas, con intercalaciones de macro y micro conglomerados con cantos de caliza y cuarcita y niveles margosos de tonos parduzcos.	PALEOGENO
	015	232 a	Alternancia de calizas rojas o rosadas y limolitas.	CRETACICO SUP.
	015	231 o	Calizas mesocristalinas de tonos grises con intercalaciones de lechos margosos de tonos claros.	CRETACICO INF.
	015	230 a	Alternancia irregular de calizas mesocristalinas de tonos claros, muy fracturadas, y margas amarillentas.	CRETACICO INDIF.
	015	220 a	Calizas microcristalinas fosilíferas de tonos claros con intercalaciones de margas arcillosas y niveles calcáreos de tonos rojizos.	JURASICO
	015	210 e	Dolomías criptocristalinas de tonos claros y aspecto masivo.	TRIASICO
	014	210 d	Dolomías brechiformes con intercalaciones de margas de tonos rojizos.	TRIASICO
	015	210 c	Alternancia de esquistos grauwáquicos y puddingos de cantos de cuarzo y cemento siliceo	¿ TRIASICO ?

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	GRUPO GEOTECN.	GRUPO LITOLÓG.		
	G 16	O 20 o	Mármoles dolomíticos mesocristalinos de tonos blancos y grises.	EDAD INDETERMIN.

I-I'



II-II'

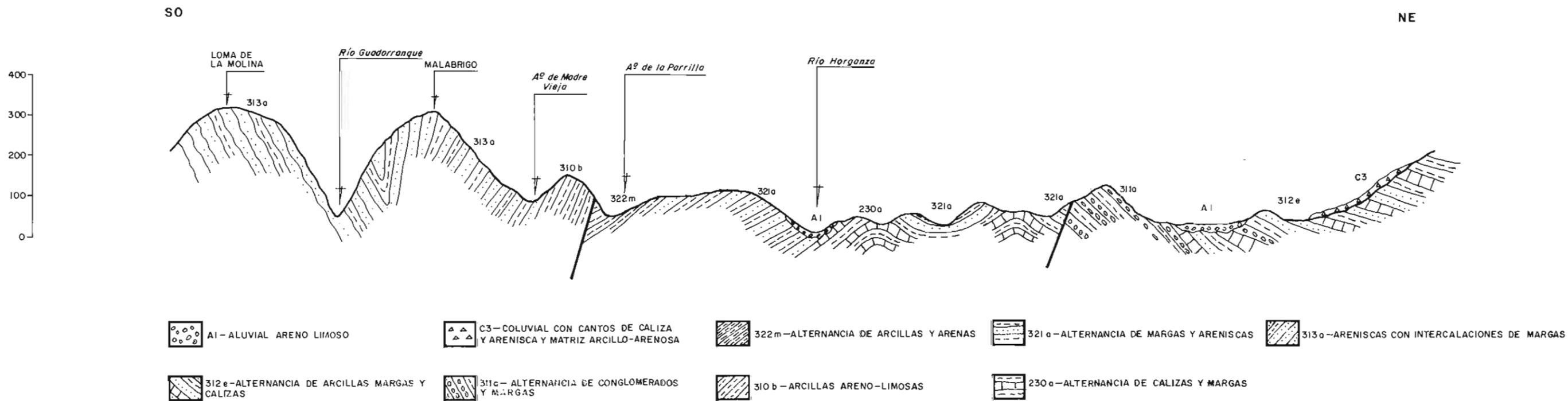


FIG.-3.4 ESQUEMAS DE LOS CORTES LITOLÓGICO-ESTRUCTURALES DE LA ZONA I

### 3.1.3. Grupos litológicos

#### ALUVIAL DEL RIO GUADIARO Y AFLUENTES (A1)

Los aluviales de la Zona son por lo general muy uniformes en su composición, a excepción de los existentes en los alrededores de Estepona que presentan un mayor contenido en gravas.

**Litología.**— Grupo constituido por limos y arenas que engloban cantos subredondos y heterométricos de cuarcita y caliza fundamentalmente, pudiendo aparecer esporádicamente alguno de peridotita. Constituye un conjunto caótico en el cual la relación matriz/cantos es mayor que 1. En ocasiones y debido a la dinámica del río, se pueden localizar zonas con dominio absoluto de las arenas. Potencia estimada de 1–10 m. (Foto 1).



Foto 1.— Aspecto del aluvial del río Guadiaro al fondo.

**Comportamiento.**— Conjunto con permeabilidad de media a alta, con buen drenaje superficial por infiltración, pudiendo dar lugar a acuíferos subálveos.

Constituyen un mal cimiento para estructuras, pues pueden tener asentamientos diferenciales debido a su heterogeneidad y baja compacidad. Como además es erosionable y socavable, los puentes en los ríos con avenidas deberán cimentarse sobre el sustrato firme si el aluvial no es muy potente.

Estos materiales son fácilmente excavables con pala cargadora.

Actualmente se explotan para graveras como puede apreciarse en las inmediaciones de San Martín o El Tesorillo. Se pueden utilizar como material de préstamo.

#### ALUVIALES DE LA ORLA COSTERA (A2)

#### ARENAS EOLICAS (E)

#### COLUVIALES DE LA ORLA COSTERA (C1)

#### CONOS DE DEYECCION (D)

Estos grupos se describen en la Zona 2 por ser más representativos de la misma.

#### COLUVIALES DE CASARES (C3)

Los Coluviales de este tipo son casi exclusivamente representativos de la Zona 1. Se les ha denominado "de Casares" por ser en las inmediaciones de dicha localidad donde adquieren su máximo desarrollo, aunque se pueden localizar en cualquiera de los cuadrantes que constituyen el mapa núm. 1.

**Litología.**— Coluvial constituido fundamentalmente por cantos angulosos y subangulosos de caliza y arenisca. Sus tamaños pueden oscilar entre 5 y 15 cm, pudiéndose localizar singularidades que se salgan fuera de la media.

Los cantos aparecen englobados en una matriz arcillo—arenosa, que adquiere en algunos puntos tonalidades rojizas.

Estos coluviales recubren con frecuencia grandes extensiones, con lo que se dificulta el estudio de los grupos 312 e, 322 g, 313 a, etc, sobre todo el primero de ellos.

Su potencia puede oscilar entre 1 y 5 m. (Foto 2).

**Comportamiento.**—

Conjunto con permeabilidad de media a alta, drenaje superficial bueno debido a la pendiente topográfica. Erosionabilidad alta produciéndose eventuales fenómenos de acaravamiento.

Pueden presentar problemas locales de deslizamientos. Facilmente excavables.

El forzar artificialmente las pendientes de estos taludes es peligroso pues podría reactivar su movimiento, en cuyo caso habría que pensar en el empleo de muros de fábrica, tierra armada u otras soluciones especiales. Constituyen zonas delicadas para el trazado de carreteras. Material utilizable como préstamos.



Foto 2.— Aspecto en primer término del coluvial C 3.

#### ELUVIALES DE MANILVA (V1)

**Litología.**— Grupo constituido por arenas arcillosas y limos arcillosos, con predominio local de uno u otro material. Presenta inclusiones de cantos de areniscas calcáreas poco elaborados. La potencia del conjunto no sobrepasa los 3 m.

**Comportamiento.**— Conjunto de permeabilidad media, con drenaje deficiente salvo en aquellas zonas en las que la pendiente sea favorable.

#### PLAYAS ACTUALES (R)

La característica fundamental de este grupo es su potencia no excesivamente elevada, frente a la gran longitud de afloramiento, ya que constituye las playas actuales.

**Litología.**— Este grupo está constituido por arenas poligénicas de granulometría media con cantos poligénicos y heterométricos. Su potencia puede oscilar entre 3 y 10 m.

**Comportamiento.**— Material de elevada porosidad intergranular con permeabilidad muy alta. Es frecuente la presencia de sal dispersa entre sus granos.

#### ARCILLAS Y ARENAS DE ALMORAIMA (322 m)

**Litología.**— Este grupo aparece formado por una alternancia irregular de arcillas y arenas de aspecto masivo. Las arcillas con tonalidades rojizas, presentan tramos algo arenosos, con presencia de cantos de cuarzo y alguno de cuarcita, bien redondeados, de

tamaños comprendidos entre 1 y 5 cm de longitud.

Las arenas son de grano fino y tonos grisáceos, pudiendo en ocasiones englobar en su masa restos de conchas. Por lo general son blandas y deleznales, apareciendo algunos niveles algo más compactos. La potencia del conjunto puede oscilar entre 80 y 100 m, pudiéndose encontrar intercalados en la serie niveles margosos.

**Estructura.**— Formación horizontal sin fracturación aparente.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable, no alterable, semipermeable. El drenaje superficial es bueno debido a la pendiente topográfica. Se pueden presentar problemas de desprendimientos locales. Se observaron taludes artificiales inestables B 45°.

### MOLASAS DEL GUADIARO (322 i)

**Litología.**— A pesar de tratarse de unos sedimentos de "facies molásicas", bajo el punto de vista litológico se trata de unas areniscas. Así pues, este grupo está constituido por areniscas calcáreas de grano grueso de tonos claros y cemento calcáreo, estratificadas en capas de 60 cm de potencia. Alternando con las areniscas aparecen niveles de calizas margosas de tonos claros. Son frecuentes los cambios laterales de facies, pudiendo pasar las calizas margosas a areniscas margosas. (Foto 3). Potencia aproximada 100 m.

**Estructura.**— Formación en disposición horizontal.

**Comportamiento.**— La característica fundamental de la mayor parte de las formaciones terciarias de la Zona es su acusado índice de erosionabilidad. Este grupo es permeable, con drenaje superficial bueno, con problemas locales de desprendimientos. Ripable, se han observado taludes artificiales inestables I 60°.



Foto 3.— Molasas de Guadiaro (322 i)

### ARENISCAS DE ESTEPONA (322g)

**Litología.**— Este grupo está constituido por unas areniscas calcáreas de aspecto molásico de tonos claros, cuya principal característica es la abundancia de restos de conchas que presentan. Son de tonos claros y por lo general son blandas y deleznales salvo en algunas ocasiones que aparecen con una "cementación" incipiente debido a la circulación de aguas ricas en carbonatos. Se presentan estratificadas en capas de 0,50 a 0,80 m. Potencia de 20–60 m. Recubierto en ocasiones por coluviales y aluviales de tipo C 3 y A 2.



Foto 4.— Afloramiento del grupo 322 g

**Estructura.**— Conjunto en disposición subhorizontal, poco o nada fracturado. (Fotos 4 y 5).

**Comportamiento.**— Grupo erosionable, alterable, semipermeable, drenaje superficial bueno debido a la pendiente topográfica. Por lo general ripable. Se han observado taludes artificiales estables B 40°.

MARGAS Y ARENISCAS DE S. ENRIQUE  
(322 f)

**Litología.**— Grupo constituido por una alternancia irregular de margas nodulosas de tonos claros, algo plásticas, que en algunos puntos se hacen arenosas por cambios laterales de facies, y areniscas de grano fino ricas en carbonatos. Estas últimas aparecen bastante sueltas y sin cementación aparente. El conjunto aparece estratificado en capas de potencia variable. En ocasiones las margas presentan un carácter arcilloso, con tonalidades rojizas muy marcadas (Foto 6). Potencia aproximada 50–60 m.



Foto 5.— Detalle del grupo 322 g.

**Estructura.**— Formación subhorizontal con un huzamiento muy suave (menor de 10°) hacia el Sur. La fracturación es escasa pudiéndose localizar en ocasiones fallas normales de pequeño salto.

**Comportamiento.**— Material de permeabilidad prácticamente nula como consecuencia de la gran cantidad de finos. Drenaje superficial bueno por lo general, salvo en zonas topográficamente muy deprimidas en las cuales se pueden producir encharcamientos en épocas de lluvias. Conjunto ripable. Riesgo de desprendimientos y deslizamientos locales con aterramiento de cunetas. Se han observado taludes artificiales inestables B 60° y

naturales estables B 45°

### BRECHA DE MESAS DE SALAVIEJA (322b)

**Litología.**— Este grupo está definido por una brecha de borde de cuenca, constituida por cantos de peridotitas, areniscas, y esporádicamente alguno de caliza. El tamaño de los mismos puede oscilar entre 2 y 5 cm, apareciendo toda la masa bien cementada por cemento silíceo. La potencia puede variar entre 5 y 10 m. (Foto 7)



Foto 6.— Afloramiento del grupo 322 f en las proximidades de S. Enrique

**Estructura.**— Conjunto en disposición subhorizontal, sin fracturación aparente. (Foto 8).

**Comportamiento.**— Formación alterable, semipermeable, con drenaje superficial bueno debido a la pendiente topográfica. Se han apreciado taludes artificiales estables B 45°

Foto 7.— Aspecto de la brecha del grupo 322 b.



Foto 8.— Detalle del grupo 322 b.

## BRECHA DE ISTAN (322a)

Este grupo se describe en la Zona 3 por ser más representativo de la misma.

## MARGAS Y ARENISCAS DE JIMENA (321a)

**Litología.**— Grupo constituído por una alternancia irregular de margas abigarradas



de tonos violáceos y areniscas silíceas de grano fino. Las margas, blandas y deleznales, aparecen estratificadas en lechos de 5–10 cm de potencia. Las areniscas de grano fino presentan el mismo tipo de estratificación. Es frecuente también la presencia de niveles calcáreos intercalados en la serie. Su potencia aproximada puede oscilar entre 80–100 m. La foto 9 muestra un afloramiento de dicho grupo.

Foto 9.— Afloramiento del grupo 321 a en la carretera local de Campillos a Jimena de la Frontera. (Fuera del tramo).

### **Estructura.**—

Formación algo fracturada. Constituye una serie monoclinnal con dirección sensiblemente N–S y buzamientos del orden de 30° aproximadamente.

### **Comportamiento.**—

La característica fundamental de este grupo desde el punto de vista geotécnico, es su gran inestabilidad. Presenta un elevado índice de erosionabilidad. Por lo general es impermeable, siendo el drenaje superficial



Foto 10.— Movimiento en los taludes del grupo 321 a.

aceptable debido a la pendiente topográfica. Su ripabilidad es baja salvo en los tramos dónde existe un predominio de margas.

Se han observado importantes deslizamientos, apareciendo localizados los más notables en la carretera local de S. Roque a Olvera (1071–3). Fuera del Tramo y en la carretera local de Jimena de la Frontera a Campillos, y a 1 km aproximadamente del cruce con la carretera a Olvera, aparece localizado el deslizamiento más importante. (Foto

10). En el talud se puede observar una serie de estacas que fueron colocadas para controlar su movimiento, las cuales o aparecen completamente inclinadas o tumbadas.

La carretera también está afectada por el deslizamiento, como lo demuestra el cuarteamiento de la capa de rodadura (cubierto con posterioridad) y la deformación de las rayas de separación del arcén. También las proximidades de Cerro Gordo (1071-3) se puede observar como el camino que conduce a Sambana ha sido cortado por un deslizamiento, a pesar de estar flanqueado en muchos puntos por un pequeño muro de contención. (Foto 11) Se han observado taludes artificiales inestables B 20°.



Foto 11.— Concha de deslizamiento en el grupo 321 a.

Como resumen podemos afirmar que este grupo presenta grandes dificultades geotécnicas tanto para el trazado de carreteras como para el emplazamiento de obras de fábrica.

**Estudio petrográfico.**— El estudio petrográfico de uno de los niveles calcáreos intercalados en la serie es el siguiente: (Foto 12).

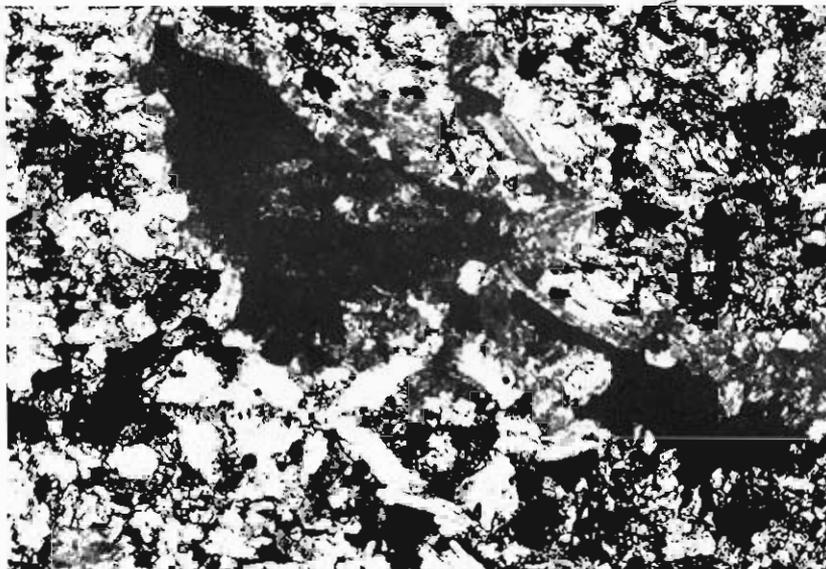


Foto 12.— Fotomicrografía, sección transparente (L. N. x 10) de los niveles calcáreos del grupo 321 a.

**Textura:** Oolítica fosilífera.

**Composición:** Oolitos de calcita y microfósiles cementados por calcita.

**Clasificación:** Encrinita.

*Observaciones:* Caliza constituida fundamentalmente por restos de microorganismos rellenos por calcita autigénica así como por oolitos rellenos de calcita.

#### ARENISCAS DE LA LOMA DE LAS MESAS (313 c)

**Litología.**— Areniscas de grano fino, de color gris claro, duras y compactas, estratificadas en lechos de 40 cm de potencia. Presentan cemento silíceo.

La potencia del conjunto puede oscilar entre los 20 y 30 m. En ocasiones pueden aparecer recubiertas por un coluvial del tipo C3, menor de 3 m, de potencia (Foto 13).

**Estructura.**— Los materiales presentan una dirección aparente NE-SO y están altamente afectados por la tectónica.

La fracturación es intensa igual que el plegamiento.

Algunos pliegues presentan estructuras de "boudinage" como puede apreciarse en la Foto 14.

**Comportamiento.**— Conjunto permeable por fracturación, con drenaje superficial bueno debido a la pendiente topográfica. Puede presentar problemas de desprendimientos locales debido a la intensa fracturación que presentan los materiales. Conjunto no ripable. Se han observado taludes artificiales estables M 40°.

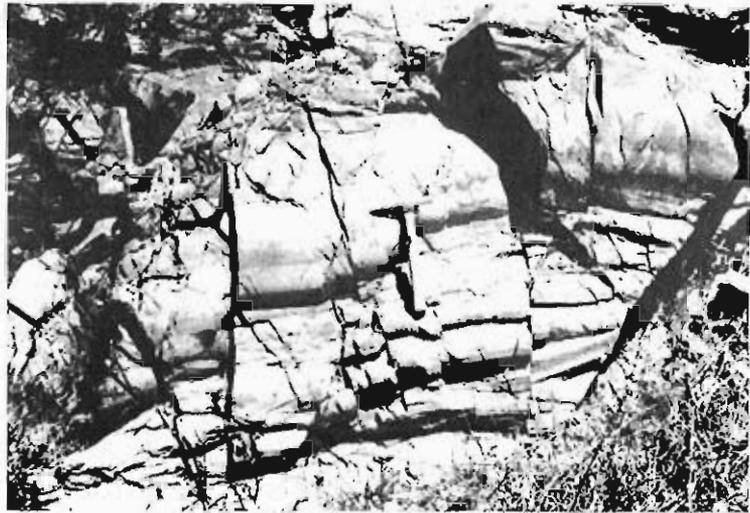


Foto 13.— Aspecto del afloramiento del grupo 313 c.



Foto 14.— Detalle del grupo 313 c.

#### ARENISCAS DE LA TORRE QUEBRADA (313 b)

Los principales afloramientos de este grupo aparecen localizados en el cuadrante número 2 de la hoja 1071.

**Litología.**— Este grupo está constituido por areniscas de grano fino y tonos claros, con cemento silíceo de dureza media, que presentan esporádicamente intercalaciones de

niveles de arcillas y areniscas de tonos oscuros.

Por lo general todo el conjunto es muy deleznable. Su potencia aproximada es de 50 m. (Foto 15). Ocasionalmente aparecen recubiertas por un coluvial del tipo C 3.



Foto 15.— Aspecto del grupo 313 b

to en general no ripable. Se han apreciado taludes naturales estables B 35° y artificiales estables B 45° (Foto 16).



Foto 16. Taludes en el grupo 313 b.

**Estructura.**— Conjunto en disposición horizontal o subhorizontal, no afectado por fracturas visibles.

**Comportamiento.**— Formación con permeabilidad media debido a la abundante proporción de fracción arcillosa. Por lo general es bastante erosionable, presentando un drenaje superficial aceptable, a excepción de las zonas deprimidas donde pueden producirse encharcamientos temporales. Pueden producirse problemas de desprendimientos locales. Conjuntos

#### ARENISCAS DE JIMENA DE LA FRONTERA (313a)

Este grupo aparece localizado en el borde occidental de las hojas 1071-3 y 1075-4. Se han denominado areniscas de Jimena de la Frontera, aunque dicho pueblo cae fuera del Tramo (situado en la hoja 1071-4) por ser en las proximidades de dicha localidad donde los afloramientos están más desarrollados.

**Litología.**— Areniscas silíceas de grano fino y matriz arcillosa, color amarillento, estratificadas en capas de 0,80 a 2 m de potencia. Presentan intercalaciones de lechos de margas de tonos oscuros, blandas y deleznales. En algunos puntos aparecen recubiertas por un pequeño coluvial del tipo C 3, de naturaleza arcillo-arenosa. Potencia aproximada de 100-300 m (Foto 17).

**Estructura.**— El conjunto aparece bastante fracturado debido a la tectónica que afectó a la zona. Los afloramientos más occidentales presentan una dirección N-S con un buzamiento de unos 30° E, mientras que en los afloramientos más orientales la dirección

predominante es la NE—SO.

**Comportamiento.—**

Conjunto erosionable, algo alterable y con permeabilidad elevada debido a la fracturación. El drenaje superficial es bueno a causa de la pendiente topográfica.

Este grupo presenta problemas de desprendimientos locales, debido a descalces producidos como consecuencia del mayor grado de erosionabilidad de los niveles margosos y la mediana compactidad de los paquetes de arenisca. Presenta taludes artificiales inestables B 60° y naturales estables B 30°.



Foto 17.— Afloramiento del grupo 313 a, en las proximidades de las playas de Manilva.

#### ARENISCAS Y MARGAS DE MANILVA (312f)

**Litología.—** Alternancia irregular de areniscas y margas. Existen zonas donde aparecen recubiertas por un coluvial (C 3) arcillo—arenoso con cantos de caliza y arenisca.

Las areniscas son de grano fino y naturaleza silíceas, matriz arcillosa. Presentan tonalidades amarillo—rojizas, y por lo general son duras y compactas..

Las margas, de naturaleza arenosa, presentan tonos parduzcos. Son blandas y algo deleznales. La potencia del conjunto puede oscilar alrededor de 50 m.

**Estructura.—** Formación poco o nada fracturada en disposición subhorizontal.

**Comportamiento.—** Conjunto erosionable y alterable. Existe peligro de desprendimientos y deslizamientos locales. El drenaje superficial es bueno debido a la pendiente topográfica. Permeabilidad de baja a nula. Ripable la zona de margas. Se han observado taludes naturales estables A 40°.

#### FLYSCH MARGO ARENISCOSO (312e)

Este grupo es el que presenta el máximo desarrollo dentro de la Zona 1, aunque existen pocos puntos donde aflora con normalidad. Por lo general aparece recubierto por un coluvial (C 3) arcillo—arenoso con cantos subangulosos y redondeados, de caliza y arenisca.

**Litología.—** Este grupo está constituido fundamentalmente por una alternancia irregular de arcillas margosas y margas arenosas. Como intercalaciones presentan lechos de calizas y areniscas.

Las arcillas presentan tonalidades pardo—rojizas. Son ricas en carbonatos, y por lo general son blandas y deleznales. Los tramos margosos son de tonos claros apareciendo algo más compactos que los tramos arcillosos. (Foto 18).

Como intercalaciones caben destacar los niveles de areniscas, de grano fino y color pardo—rojizo. Son de naturaleza silíceas. El cemento es silíceo. Aparecen estratificadas en lechos y capas de potencia variable. Por lo general son muy duras. (Fotos 19 y 20).

Los niveles calcáreos, de naturaleza algo arenosa, presentan tonalidades oscuras.



Foto 18.- Aspecto del grupo 312 e recubierto por un coluvial C 3.

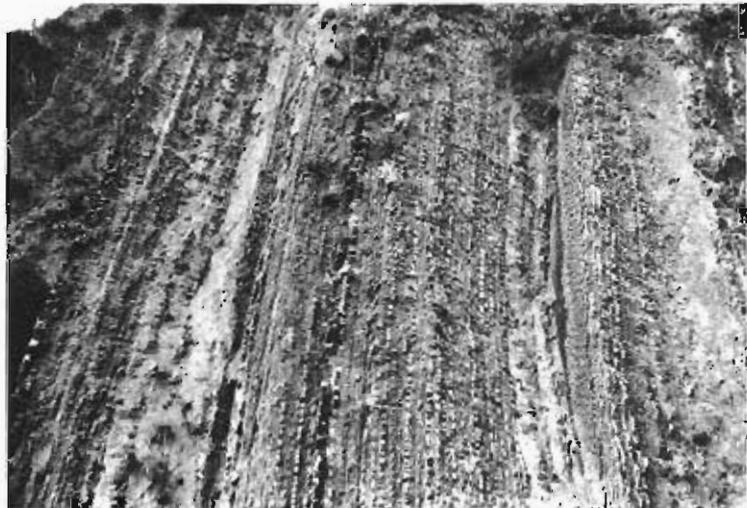


Foto 19.- Afloramiento del grupo 312 e en las proximidades de Guadiaro



Foto 20.- Detalle del grupo 312e

Aparecen estratificados en lechos de 10–20 cm de espesor. Potencia aproximada 50–80 m.

**Estructura.**— Formación algo fracturada y tectonizada. Debido al recubrimiento que presenta, sólo se han podido efectuar observaciones estructurales en dos o tres puntos.

Su dirección de afloramiento parece ser N 70° E y su buzamiento subvertical.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable (erosión diferencial), alterable, impermeable, con drenaje superficial bueno. La acción de las aguas de escorrentía puede producir, al erosionar los taludes, fenómenos de desprendimientos y deslizamientos. Conjunto ripable en los tramos blandos. Se han observado taludes naturales estables M 60° y artificiales inestables M 70°

#### ARENISCAS DEL PUERTO DE ESTEPONA (312d)

Los mejores afloramientos de este grupo se encuentran situados en el puerto marítimo de Estepona y en las proximidades de las nuevas obras que se están efectuando para la construcción de muelles pesqueros.

**Litología.**— Areniscas de grano fino y cemento calcáreo, de color rojo—amarillento, duras. Aparecen estratificadas en lechos de unos 40 cm de potencia.

Presentan intercalaciones esporádicas de niveles margosos de color amarillo rojizo y de calizas criptocristalinas de tonos claros, estratificadas en lechos. (Foto 21). Potencia aproximada 50 m.



**Estructura.**— El conjunto está algo fracturado y presenta una dirección sensiblemente E—O con un buzamiento aparente de 30° S.

**Comportamiento.**— Formación erosionable, permeable por fracturación, drenaje superficial bueno, no ripable, con problemas de desprendimientos locales. Se han observado taludes artificiales inestables B 30° y B 50°

Foto 21.— Afloramiento del grupo 312 d en el puerto marítimo de Estepona.

#### ALTERNANCIA DE MARGAS Y ARENISCAS DEL ARROYO MONTERROSO (312b)

En el camino viejo que conduce de Estepona a Casares, y a 1 km de distancia, aproximadamente, del cruce de dicho camino con el arroyo Monterroso, aparece perfectamente definido el grupo.

**Litología.**— El grupo está constituido por una alternancia irregular de margas y areniscas con intercalaciones de calizas.

En la fotografía núm. 22 se pueden apreciar perfectamente los tramos margosos. Las margas presentan tonos ocre y violáceos. Aparecen estratificadas en lechos y capas de 20–50 cm de potencia. Son muy blandas y erosionables.

Las areniscas son de grano fino y naturaleza silíceas. Presentan cemento carbonático y aparecen con tonos amarillentos. Su estratificación es también en lechos de 0,30 cm de potencia (Foto 23).



Foto 22.— Aspecto de las margas del grupo 312 b.



Foto 23.— Aspecto de las areniscas del grupo 312b



Foto 24.— Detalle de los tramos calcáreos (312 b)

Los tramos calcáreos aparecen muy localizados en la serie. Se trata de calizas de aspecto tableado, mesocristalinas y bastante duras. En la foto núm. 24 se puede apreciar un tramo calcáreo que aparece bastante erosionado. Potencia aproximada del conjunto 20–30 m.

**Estructura.**— Formación con estratificación subhorizontal, algo fracturada en las zonas areniscosas.

**Comportamiento.**— La característica fundamental de este grupo es su elevado índice de erosionabilidad, sobre todo, en los tramos margosos. Debido a la pequeña pendiente topográfica en algunos puntos, pueden producirse encharcamientos. Drenaje superficial deficiente. Si se perturban sus condiciones de equilibrio puede presentar problemas de deslizamiento (zona de margas). Debido a la fracturación que presentan en algunos tramos las areniscas, se pueden producir en ellas desprendimientos locales. Conjunto ripable en las zonas blandas. Se han observado taludes naturales inestables B 20° (tramo de margas) y artificiales inestables B 35° (zona de areniscas).

#### CONGLOMERADOS Y MARGAS DE MARCHENILLA (311a)

Este grupo aparece localizado en los alrededores del pueblo de Marchenilla que se encuentra enclavado en la hoja núm. 1071 cuadrante núm. 3.

**Litología.**— Alternancia irregular de conglomerados y margas.

Los conglomerados están constituidos fundamentalmente por cantos redondeados de caliza entre los que suelen aparecer algunos de materiales metamórficos. El tamaño de los mismos suele oscilar entre 3 y 5 cm, estando unidos por cemento calcáreo. Aparecen estratificados en capas y bancos, de dureza y compacidad elevada.

Las margas de tonos oscuros, se presentan masivamente y por lo general son blandas.

La potencia de este grupo puede oscilar alrededor de los 200 m.

**Estructura.**— Conjunto algo fracturado y replegado con una dirección aparente NO–SE. Las deformaciones que pueden presentar son debidas a los movimientos tardíos de la orogenia alpina.

**Comportamiento.**— Se trata de materiales de muy baja o nula permeabilidad y erosionable en los tramos margosos. El drenaje superficial es bueno debido a la pendiente topográfica. A causa de la existencia de tramos margosos, pueden existir problemas locales de deslizamientos y desprendimientos. Ripable la zona de margas. Presenta taludes naturales inestables B 30°.

#### ARCILLAS DE LA LOMA DE LA SANGRE (310b)

**Litología.**— Arcillas areno–limosas de aspecto masivo. Presentan unas tonalidades parduzcas si no están alteradas en superficie, en cuyo caso contrario aparecen con tonos amarillentos. Por lo general son blandas y deleznales a excepción de algunas zonas que aparecen algo más compactadas. Potencia aproximada 50 m.

**Estructura.**— Bajo el punto de vista estructural, este grupo aparece concordante con el grupo 313 a, presentando la misma dirección que él, es decir N–S. Los buzamientos, generalmente hacia el E, son suaves no sobrepasando casi nunca los 30°

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable, alterable y ripable debido a su naturaleza arcillosa. Presenta permeabilidad baja o nula. El drenaje superficial es bueno debido a la pendiente topográfica. Puede presentar problemas locales de desprendimientos aunque de escasa importancia. Se han observado taludes artificiales inestables B 30°.

#### CALIZAS DE ARGÜELLES (310a)

**Litología.**— Grupo constituido por calizas microcristalinas de tonos grisáceos, algo arenosas en algunos puntos, estratificadas en lechos y capas de potencia variable; por lo

general duras y compactas. Las capas superficiales presentan una karstificación incipiente de escasa importancia. Como intercalaciones en la serie aparecen unos niveles de macro y micro conglomerados constituídos por cantos de caliza (macros) y de cuarcita (micros) unidos por cemento silíceo. Presentan dureza y compacidad elevada.

En la serie, también aparecen intercalados niveles de margas arcillosas lo que ha dificultado, en ocasiones, la explotación de algunas canteras emplazadas en esta formación. La foto 25 muestra un aspecto del grupo donde ha sido ubicada una cantera actualmente en explotación. Potencia aproximada 100m.

**Estructura.**— Según J. DIDON en su trabajo "Le Flysch gaditan au nord et au nord-est d'Algeciras" (1960), ésta formación presenta dos rasgos característicos en cuanto a estructura y tectónica: Por un lado la inversión estratigráfica que presenta y por otro la posibilidad de repetición de la serie a causa de la disposición en escamas tectónicas.

El conjunto tiene una estructura "grosso modo" monoclinual con buzamiento hacia el S de unos  $30^{\circ}$  –  $40^{\circ}$  y fracturación y diaclasamiento notable. (Foto 26).

**Comportamiento.**—

Grupo erosionable, alterable debido a la fracturación; no ripable. Drenaje superficial bueno debido a la pendiente topográfica. Existe el peligro de desprendimientos y deslizamientos locales si se tallan taludes en el sentido del buzamiento, como ha podido comprobarse en la cantera existente en la carretera que conduce de la C<sup>a</sup>N-340 a Casares y en la proximidades del cortijo de Argüelles. Presenta taludes naturales estables M  $40^{\circ}$  y artificiales estables M  $30^{\circ}$ .



Foto 25.— Afloramiento del grupo 310 a, actualmente en explotación

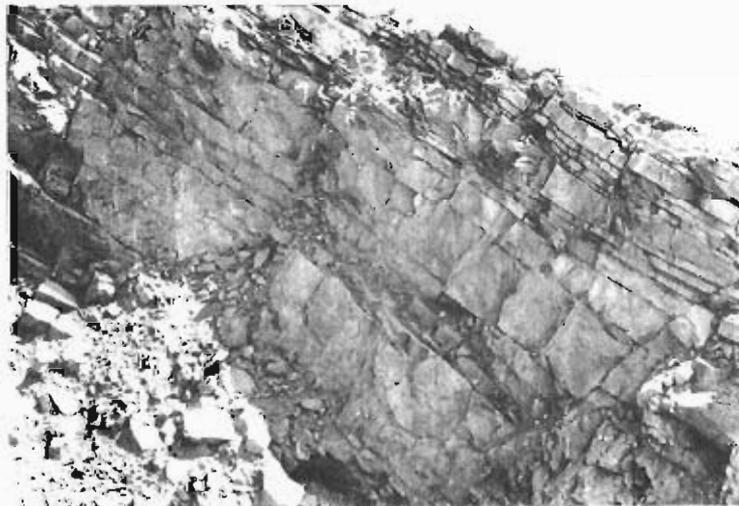


Foto 26.— Detalle de la fracturación y diaclasamiento en el grupo 310 a.

**Estudio petrográfico.**— El estudio petrográfico de estas calizas dió el siguiente resultado: (Foto 27)

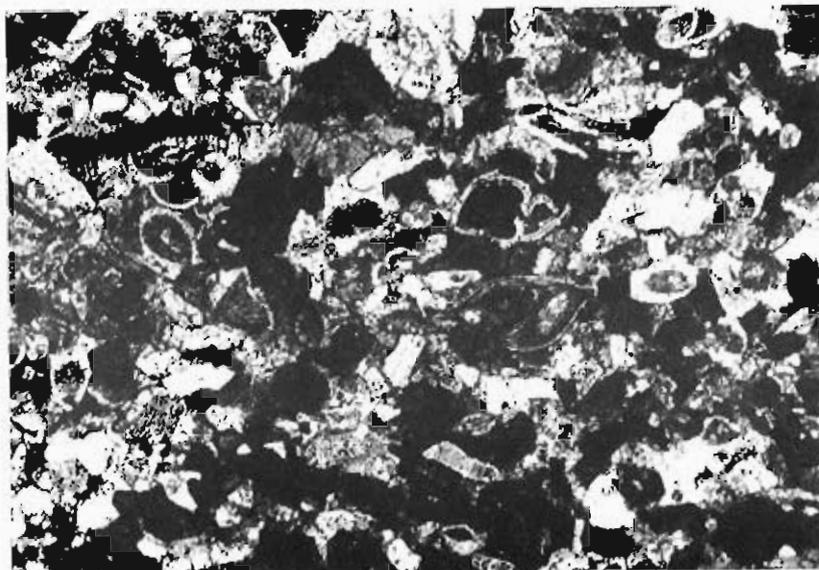


Foto 27.— Microfotografía, sección transparente (L. N. x 10) de una caliza microfósilífera (grupo 310 a)

**Textura:** Oolítica fósilífera.

**Composición:** Calcita primaria y composicional, calcita de neoformación, cuarzo y glauconita.

**Clasificación:** Encrinita.

**Observaciones:** Existen abundantes restos de microfósiles rellenos por calcita secundaria y sílice criptocristalina. Aparecen fragmentos angulosos y subredondeados de cuarzo autigénico así como escasa glauconita.

#### SERIES ROJAS (232a)

**Litología.**— Este grupo denominado según la bibliografía consultada como "Series rojas" o también "Capas rojas" está constituido por una alternancia de calizas rojas o rosadas, de aspecto tableado y limolitas margosas de color rojo, estratificadas en capas delgadas y lajeadas; y frecuentes horizontes calco-margosos. Su estratificación, en lechos de pocos centímetros de espesor, es sumamente característica.

De manera minoritaria suelen aparecer intercalados en la serie algunos horizontes calco-arcillosos con restos de fósiles. Potencia aproximada de 30–50 m.

**Estructura.**— Formación muy tectonizada. Presenta una dirección NO–SE y un buzamiento por lo general menor de 30°. Serie monoclinial normalmente de poca potencia.

**Comportamiento.**— Conjunto con permeabilidad baja y drenaje superficial aceptable.

Puede presentar problemas de desprendimiento de bloques en aquellas zonas donde la incidencia de la tectónica haya sido mayor. Ripables.

Presenta taludes artificiales estables B 50°.

### CALIZAS DE LA LOMA DE BARQUITON (231a)

**Litología.**— Calizas mesocristalinas de tonos grises, con estratificación en capas de unos 60 cm de potencia. Por lo general son duras y compactas.

En algunos tramos presentan intercalaciones de lechos margosos de tonos claros, blandos y deleznales. Debido al índice de erosionabilidad de las margas, hace que resalten los horizontes calizos. Su potencia es de 80–100 m.

**Estructura.**— Todo el conjunto aparece bastante afectado por la tectónica presentando una dirección de plegamiento NE–SO y un buzamiento 60–80° NO.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable en los tramos margosos, pudiéndose producir aterramientos locales de las cunetas si dicha formación es atravesada por un trazado. Su coeficiente de impermeabilidad es elevado, presentando por el contrario un drenaje superficial bueno.

Se han observado taludes artificiales estables B 50°. No ripable

### CALIZAS Y MARGAS DE CERRO GORDO (230a)

**Litología.**— Alternancia irregular de calizas y margas. Las calizas, son mesocristalinas y de tonos claros, duras y compactas, presentando por lo general una fracturación intensa. Aparecen estratificadas en capas de unos 80 cm de potencia.

Las margas presentan tonos amarillentos y son normalmente blandas. Aparecen estratificadas en lechos y capas. Potencia aproximada 150–200 m.

**Estructura.**— Presentan una dirección NO–SE y constituyen bajo el punto de vista estructural un cierre periclinal sinclinal. El buzamiento de los flancos puede oscilar alrededor de los 40°

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable en el tramo margoso, con drenaje superficial bueno, semipermeable y no ripable.

Pueden producirse desprendimientos locales por descalce (erosión tramo margoso). Presenta taludes naturales estables B 40°.

### CALIZAS DE MANILVA (220a)

**Litología.**— Grupo constituido por calizas microcristalinas de tonos claros, estratificadas en capas y bancos de potencia variable. Como intercalaciones en la serie calcárea, aparecen niveles de margas arcillosas de tonos parduzcos y otros de calizas microcristalinas de tonos rojos muy característicos. Todo el conjunto es fosilífero (preferentemente los niveles superiores) habiéndose encontrado diferentes especies de Ammonites. La foto 28 muestra un aspecto del grupo.

El techo de la formación presenta una cierta karstificación pudiéndose apreciar pequeños lapiazes y dolinas. (Foto 29).

En la base hay localizadas pequeñas cuevas y simas, también de origen kárstico. La potencia del grupo puede oscilar entre 80–100 m. Desarrollo en algunos puntos (techo de la formación) de arcillas de color rojo característico, producto final de procesos de descalcificación.

Foto 28.— Afloramiento del grupo 220 a en los Canutos.



**Estructura.**— Conjunto muy fracturado con una dirección de plegamiento N—S. Constituye una estructura en anticlinal con buzamiento de los flancos de unos 30—40°

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable y alterable (fundamentalmente por procesos de disolución), con permeabilidad buena debido a la fracturación y grado de karstificación que presenta. El drenaje superficial es aceptable. Por lo general no ripable.

Pueden existir riesgos de desprendimientos debido a la intensa fracturación que presenta.

A veces los taludes aparecen recubiertos de un pequeño canturreal producido por el desplome de cantos y bloques de los niveles superiores. En la foto 30 puede apreciarse un desprendimiento de bloques recubriendo el talud.

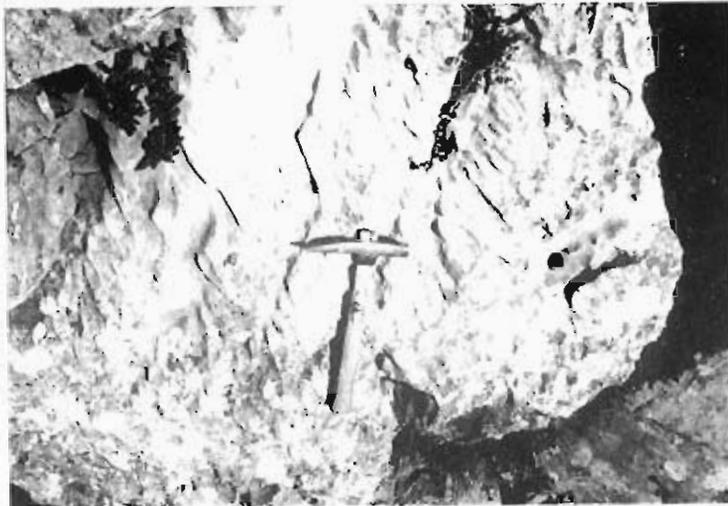


Foto 29.— Karstificación de los niveles superiores (220 a)



Foto 30.— Cantos y bloques recubriendo los taludes (220 a)

de oscilar entre 20—30 m. (Foto. 31).

**Estructura.**— Debido a la fracturación no se aprecian con claridad ni direcciones ni estructuras. Por la tónica general de las formaciones mesozoicas puede estimarse una dirección de plegamiento N—S.

**Comportamiento.**— Conjunto permeable por fracturación, con drenaje superficial bueno; no ripable. Presenta taludes artificiales estables E 60°. Este grupo fué explotado

Se observaron taludes naturales estables I 90° y artificiales estables M 90°. Este grupo en la actualidad se está explotando en canteras para la obtención de áridos.

**DOLOMIAS DE LA CARRETERA DE CASARES (210e)**

**Litología.**— Formación calcárea constituida por dolomías criptocristalinas de color blanco y aspecto masivo, estratificadas en bancos de potencia variable. Presentan abundantes recristalizaciones de calcita. La potencia del conjunto pue-

para la construcción de la doble vía de circulación en algunos tramos de la carretera nacional 340 de Cádiz a Barcelona.

#### DOLOMIAS DE FUENGI-ROLA (210d)

Este grupo se describe en la Zona 2 por ser más representativo de la misma.

Foto 31.— Canteras abandonadas del grupo 210 e.



#### ESQUISTOS DEL CERRO CAMAROTE (210c)

De este grupo sólo se ha detectado un pequeño afloramiento situado en las proximidades del cerro Camarote que se encuentra al comienzo de la carretera de Casares.

**Litología.**— Grupo constituido por esquistos de aspecto grauwáquico de tonos oscuros, ricos en micas (biotita y moscovita), algo alterados en superficie. Aparecen alternando con pudingas constituídas por cantos de cuarzo y cemento silíceo. Su potencia aproximada es de 50 m.

**Estructura.**— Formación muy replegada y fracturada debido a la tectónica. No se aprecia con claridad la dirección del plegamiento.

**Comportamiento.**— Conjunto semipermeable debido a la fracturación, drenaje superficial bueno, no ripable. Presenta taludes naturales estables M 40°

#### MARMOLES DE SIERRA BLANCA (020a)

Este grupo se describe en la Zona 2 por ser más representativo de la misma.

##### 3.1.4. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona.

Topográficamente la Zona presenta grandes dificultades. Está constituida por una serie de colinas suavemente onduladas, sin grandes desniveles en los aluviales. La pendiente más normal será inferior al 10 por ciento. Dentro de esta Zona se encuentran restos de la cordillera Penibética, como la sierra de Almenara (areniscas) y el cerro de Esquivel (calizas) cuya topografía es más abrupta, pero que son fenómenos puntuales considerando la Zona en su conjunto.

La mayor dificultad topográfica se encuentra en la parte occidental del Tramo, (Hojas núm. 1071-3 y 1075-4) constituida por la Sierra de los Melones y las lomas del Carrascón, de la Sangre y de Cantaraz. En ella se encuentra el embalse de Guadarranque.

Esta Zona no es atravesada en sentido normal por ninguna carretera y en ella se encuentra el pueblo de Castellar de la Frontera semiabandonado y de aspecto medieval, lo que da una idea de las dificultades topográficas.

El aluvial más desarrollado en esta Zona es el del río Guadiaro y su afluente el Hozgarganta que requerirán largas estructuras para atravesarlos. El perfil del río indica que dentro de la Zona se encuentra en el tramo de sedimentación, por lo que cabría esperar cimentaciones bastante profundas. El resto de las corrientes fluviales, que se encuentran ya en la parte más oriental, son más bien que ríos, torrentes o arroyos que se encuentran en su fase erosiva y no presentan grandes problemas.

En el tramo más occidental de la Zona Penibética se aproxima a la costa dejando una estrecha franja en la que las cotas descienden desde los 1.000 m y más, hasta el nivel del mar. Esta topografía facilita la formación de coluviales (C-1, C-2, C-3, D) y conos de deyección que son unidades a las que siempre habrá que dedicar especial atención, ante el temor de romper su estabilidad y provocar deslizamientos importantes.

Toda la Zona está constituida por materiales terciarios y con una topografía suave en su mayor parte, lo que nos da un índice de su erosionabilidad.

Los grupos litológicos más peligrosos desde el punto de vista geotécnico son el 321 a, 312 e y 310 b. que constituyen el grupo G-10. Dentro de este grupo se han podido observar deslizamientos recientes que han llegado a cortar las carreteras, existiendo muros de contención aún para pequeños desmontes (menos de 2 m) y con taludes muy suaves  $10^{\circ}$  y  $15^{\circ}$ .

Son también visibles deslizamientos fósiles. Todo ello nos da una imagen de la inestabilidad de estos terrenos.

Los grupos litológicos 312 h y 312 b, incluidos en el G-11, presentan también fenómenos de deslizamiento, aunque en grado menor que los anteriores.

El resto de los grupos presentan menos problemas o ninguno. La principal actividad se debe a la erosión, que provoca desprendimientos locales. La actividad de la erosión está ligada a la litología, estructura de la formación etc. El grupo G-12 que lo constituyen las areniscas y margas de Manilva, es el grupo más erosionable.

Los grupos G-8, G-9 y G-13 presentan problemas de deslizamientos locales principalmente a causa de la erosión diferencial.

El resto de los grupos litológicos, que se han incluido en el grupo geotécnico G-7, están constituidos por calizas, brechas, conglomerados, areniscas y margas areniscosas, todos ellos presentan una gran resistencia a los agentes atmosféricos.

Finalmente cabe añadir, aunque no está cartografiado, la posibilidad de encontrar áreas de escaso relieve, en el que el drenaje de la zona sea difícil y facilite el deslizamiento; éste parece haber sido el caso del deslizamiento observado en la carretera comarcal 341 a unos 2 km. al Norte de Jimena de la Frontera y ya fuera del Tramo objeto de estudio.

### 3.2. ZONA 2: BANDA COSTERA

#### 3.2.1. Geomorfología y Tectónica

##### Geomorfología.—

Situación.— La Zona de estudio se encuentra enclavada dentro de la provincia de Málaga. El límite norte está señalado "grosso modo" por Sierra Bermeja y Sierra Blanca, siendo la línea de costa el límite por la zona sur.

Comprende los siguientes cuadrantes:

1065	2	(parte)
1065	3	(parte)
1066	1	(parte)
1066	2	(parte)
1066	3	(parte)
1066	4	(parte)
1071	1	(parte)
1072	1	(parte)
1072	4	(parte)

que junto con los ríos y ciudades principales se representan en la Fig. 3.5.

**Morfología.—** En esta Zona se pueden observar dos unidades (Fig. 3.6.):

- 1.— Unidad de dominio marino
- 2.— Unidad de dominio continental.

La unidad de dominio marino ocupa una estrecha franja que circunda la costa. Su característica fundamental es la escasez de relieves pronunciados, como lo demuestra la suave pendiente que presenta (0-5 por ciento). Generalmente se trata de una zona llana ocupada fundamentalmente por materiales plio- cuaternarios, entre los que puede resaltar algún "cerro testigo" con cotas siempre inferiores a los 50 m.

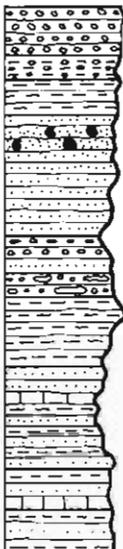
La unidad de "dominio continental" presenta una pendiente más pronunciada aunque nunca superior al 10 por ciento. Está constituida por pequeñas alineaciones de lomas con cotas que rara vez sobrepasan los 50 m. En esta zona existe un predominio de materiales terciarios aunque es frecuente la aparición de afloramientos paleozoicos, que incluso pueden llegar hasta la misma costa.

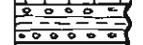
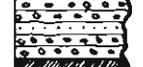
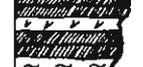
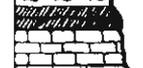
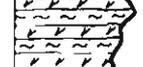
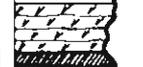
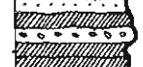
Los principales ríos o arroyos que cortan la Zona son: Padrón, Castor, Guadaira, Verde y Fuengirola. Estos cursos de agua presentan un perfil transversal del valle en V en sus zonas altas, mientras que en las proximidades de la desembocadura la V aparece muy abierta, hasta llegar en muchos casos a presentar una morfología de valle de fondo plano. (Fig. 3.7).

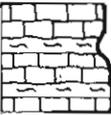
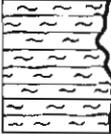
**Tectónica.—** Bajo el punto de vista tectónico, el área de dominio marino, no presenta ningún tipo de problemas, en cuanto a formaciones terciarias y cuaternarias se refiere. Las formaciones que se encuentran por debajo del terciario aparecen afectadas por la orogenia Alpina con las características que imprime el dominio bético. La zona de dominio continental se presenta mucho más movida. Son característicos los mantos de corrimiento y la presencia, en ocasiones, de pliegues gravitacionales.

#### 3.2.2. Columna estratigráfica

En la columna lito-estratigráfica que a continuación se expone, quedan reseñados los distintos grupos geotécnicos que aparecen en la Zona 2.

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	GRUPO GEOTECN.	GRUPO LITOLÓG.		
	G1	A1	Aluvial de cantos redondeados de cuarcito y colizo con matriz areno-limosa de grano grueso.	CUATERNARIO
	G1	A2	Aluvial de cantos redondeados de peridotitas y mármoles, con matriz areno-limosa.	CUATERNARIO
	G1	A3	Aluvial de cantos subangulosos de mármoles de colores blancos y grises con matriz areno-limosa.	CUATERNARIO
	G2	C1	Coluvial constituido por cantos angulosos de pizarra y/o peridotito y/o neises con matriz arcillosa de color rojo.	CUATERNARIO
	G2	C2	Coluvial constituido por cantos de calizo marmóreo con matriz areno-limosa.	CUATERNARIO
	G1	T1	Gravos con cantos de peridotitas y/o mármoles y/o pizarras con matriz areno-limosa.	CUATERNARIO
	G3	O1	Calizos travertínicos de tonos claros y aspecto oqueroso.	CUATERNARIO
	G4	V2	Arcillas limosas de tonos parduzcos, con cantos de pizarra y arenisco.	CUATERNARIO
	G4	V3	Margas arcillosas con cantos dispersos de areniscos y calizos.	CUATERNARIO
	G2	D	Arenas arcillosas y limas con cantos marmóreos.	CUATERNARIO
	G5	R	Arenas poligénicas con cantos y conchas dispersas.	CUATERNARIO
	G6	E	Arenas cuarzosas de origen eólica, sin cemento ni matriz, de grano medio a fino.	CUATERNARIO
	G7	350 b	Conglomerado de cantos de naturaleza marmórea englobados en una matriz arcillo-arenosa.	PLIO-CUATERNARIO
	G7	350 o	Arcillas limo-arenosas con cantos de peridotitas, neises y alguno de grava.	CUATERNARIO
	G7	322 h	Margas areno-limosas de tonos claros y aspecto masivo.	PLIOCENO
	G7	322 g	Areniscas calcáreas de aspecto molásico con restos de conchas.	PLIOCENO
	G7	322 e	Areniscas margosas de grano fino con abundantes restos de conchas.	PLIOCENO
	G7	322 d	Conglomerado de cantos de peridotitas y neises con intercalaciones de niveles de areniscas margosas.	PLIOCENO
	G7	322 c	Conglomerado de cantos de peridotitas y alguno de pizarras y neises.	PLIOCENO
	G11	312 h	Margas arcillosas de tonos abigarrados.	EOCENO
	G7	312 d	Areniscas de grano fino y color rojo-amarillento con intercalaciones de margas rojizas y calizos criptocristalinos.	EOCENO
	G7	312 c	Areniscas de grano grueso y naturaleza silíceo con intercalaciones de margas amarillentas.	EOCENO
	G11	312 b	Alternancia irregular de margas y areniscos con intercalaciones de niveles calcáreos.	EOCENO
	G7	312 a	Margas de aspecto pizarroso con intercalaciones de niveles de areniscas de grano grueso.	EOCENO

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	GRUPO GEOTECN.	GRUPO LITOLÓG.		
	G14	210 d	Dolomías brechiformes con intercalaciones de margas de tonos rojizos.	TRIASICO
	G15	210 b	Conglomerados de color rojo con cantos de cuarzo y cuarzo englobados en una matriz silíceica, con intercalaciones de arenisco de grano fino.	TRIASICO
	G15	210 o	Conglomerados de cantos de mármoles, cuarcitos, pizarras, neises, peridotitas y cuarzo, con intercalaciones de niveles de arenisco de grano fino.	¿TRIASICO?
	G16	100 k	Pizarras arcillosas con intercalaciones de neises y esquistos.	PALEOZOICO IND.
	G16	100 i	Calizas microcristalinas de color negro y aspecto tableado.	PALEOZOICO IND.
	G16	100 h	Alternancia irregular de esquistos micáceos y neises de aspecto glandular.	PALEOZOICO IND.
	G16	100 g	Esquistos micáceos ricos en biotita con feldspatos muy alterados.	PALEOZOICO IND.
	G16	100 f	Pizarras arenosas de grano fino, con intercalaciones de esquistos micáceos ricos en biotita.	PALEOZOICO IND.
	G16	100 e	Pizarras arcillosas algo silíceas de color negro azulado.	PALEOZOICO IND.
	G16	100 d	Grauwacas de aspecto arenoso con intercalaciones de conglomerados y pizarras de aspecto satinado.	PALEOZOICO IND.
	G16	100 c	Pizarras arcillosas con intercalaciones de areniscos silíceos y conglomerados de cantos de cuarzo y arenisco.	PALEOZOICO IND.
	G16	100 b	Calizas de color negro con intercalaciones de pizarras arcillosas.	PALEOZOICO IND.
	G16	100 o	Alternancia irregular de calizas negras de aspecto pizarroso, y pizarras sericíficas de color negro.	PALEOZOICO IND.
	G16	020 b *	Neises glandulares de tonos cipros, ricos en biotita y moscovita.	¿?

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	GRUPO GEOTECN.	GRUPO LITOLÓG.		
	G16	O20 e *	Mármoles mesocristalinos con intercalaciones de neises y anfibalitos.	¿ ?
	G16	O20 f *	Neises de textura fina algo alterados en superficie.	¿ ?
	G16	O20 g *	Neises de textura fajeado de color obscura, alterados en superficie.	¿ ?
	G16	O01 o	Peridotitas de color verde oscuro serpentinizados localmente.	¿ ?
<p>■ Las letras b, e, f, g, etc. no indican sucesión estratigráfica.</p>				



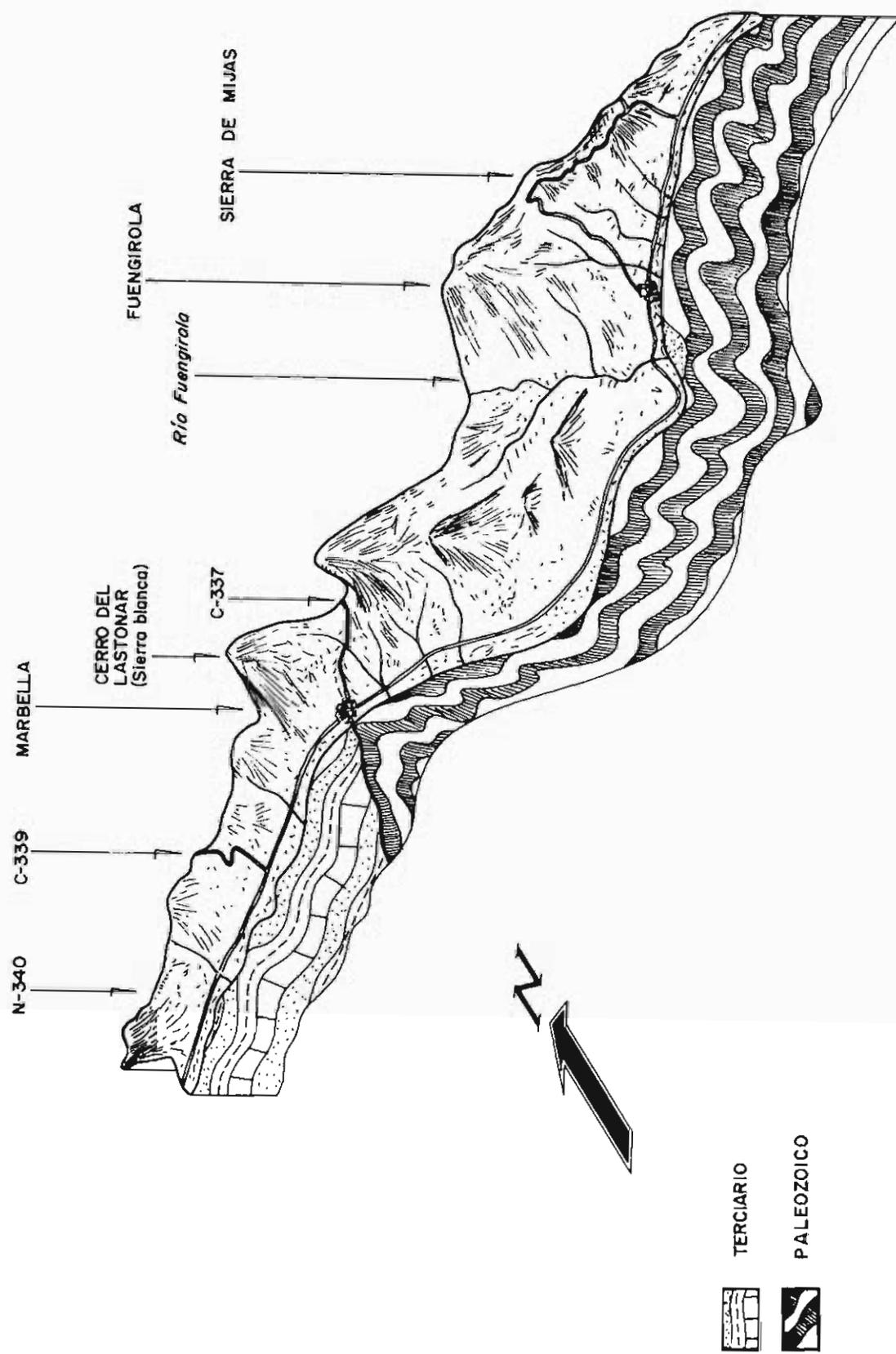


FIG.-3.6 BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 2

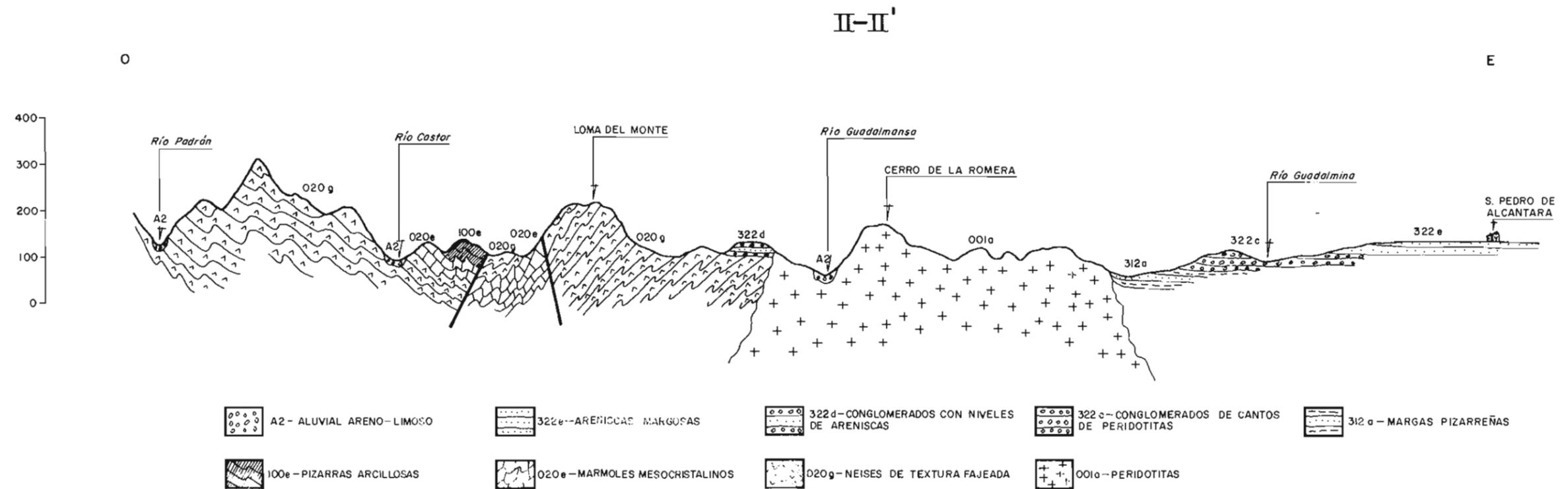
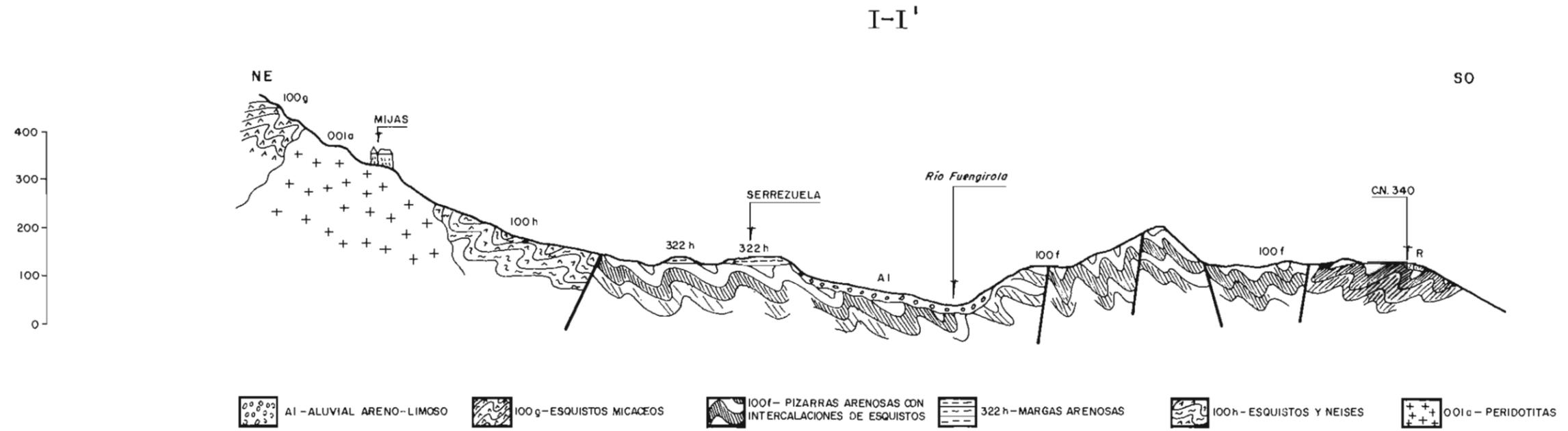


FIG.-3.7 ESQUEMAS DE LOS CORTES LITOLÓGICO-ESTRUCTURALES DE LA ZONA 2

### 3.2.3. Grupos Geotécnicos

#### ALUVIAL DEL RIO GUADIARO Y AFLUENTES (A1)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 1 por ser más representativo de la misma.

#### ALUVIALES DE LA ORLA COSTERA (A2)

Este grupo está constituido por todos aquellos aluviales depositados por los ríos que presentan una dirección perpendicular a la línea de costa, y que aparecen localizados fundamentalmente en el tramo comprendido entre Estepona y Fuengirola.

**Litología.**— Grupo constituido por cantos redondeados de peridotitas de longitud variable (1–60 cm) y cantos de mármoles redondeados, englobados en una matriz areno-limosa. También dentro del conjunto suelen aparecer cantos de pizarras, neises, areniscas y cuarzo.

Potencia aproximada de 1–10 m (Foto 32).



Foto 32.— Aluvial del A<sup>o</sup> Padrón (A2)

**Comportamiento.**— Erosionable y no alterable. Su permeabilidad es grande, presentando también buen drenaje superficial, pudiendo dar origen a acuíferos subálveos. Desprendimientos locales. Se han observado taludes naturales y artificiales inestables B 30°. En la actualidad se explotan como graveras en algunos puntos y se pueden utilizar como áridos.

### ALUVIALES MARMOREOS (A3)

Este grupo se describe en la Zona 3 por ser más representativo de la misma.

### COLUVIALES PIZARROSOS (C1)

**Litología.**— Coluvial constituido por cantos angulosos y subangulosos de pizarras y/o peridotitas y/o néises, de tamaños comprendidos entre 1 y 10 cm. Aparecen englobados en una matriz arcillosa de color rojizo. Generalmente en este tipo de coluviales suele predominar una de las litologías, apareciendo en ocasiones casi como material único. Su potencia puede oscilar entre 1 y 10 m. (Fotos 33 y 34).

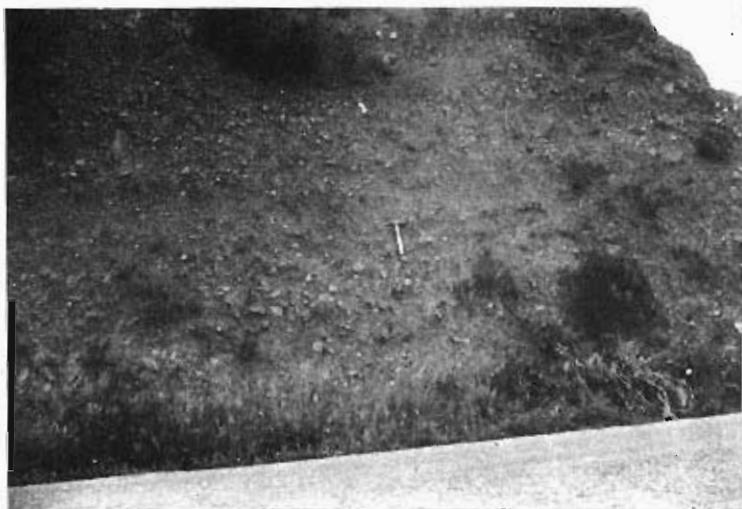


Foto 33.— Coluvial con predominio de materiales pizarrosos (C1).

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable, con permeabilidad baja debido a la matriz arcillosa. Drenaje superficial aceptable. Si se rompe su estado de equilibrio puede ocasionar problemas de deslizamientos importantes. Se observaron taludes naturales inestables M 50° y artificiales inestables B 70°



Foto 34.— Coluvial con predominio de peridotitas (C1).

### COLUVIALES MARMOREOS (C2)

**Litología.**— Este grupo está constituido por cantos de calizas marmóreas de tonos claros y grises, de tamaños comprendidos entre 1–15 cm. Los cantos aparecen englobados en una matriz areno-limosa. Potencia aproximada 10 m.

**Comportamiento.**— Formación erosionable, permeable, con drenaje superficial bueno. Puede presentar importantes problemas de deslizamientos, si es alterado su estado de equilibrio. Se observaron taludes naturales inestables B 45°

## TERRAZAS (T1)

**Litología.**— Este grupo está constituido por gravas de cantos de peridotitas bien redondeadas, de tamaños comprendidos entre 1 y 20 cm de longitud. Esporádicamente pueden aparecer también cantos de mármoles y/o pizarras y/o neises. Todos los cantos aparecen englobados en una matriz areno—limosa.

Ocasionalmente puede presentar lentejones más arenosos debido a un cambio en la dinámica de deposición del río.

En ocasiones se apoyan sobre materiales terciarios y a veces lo hacen directamente sobre el paleozoico. La foto 35 muestra un detalle de una terraza (T1) que aparece "fosilizando" un basamento paleozoico de naturaleza pizarrosa (100c). Su potencia puede oscilar entre 1 y 5 m.



Foto 35.— Terraza (T 1) "fosilizando" un sustrato pizarroso (100 c).



**Comportamiento.**— Conjunto erosionable, permeable, con drenaje en profundidad bueno. En la actualidad se están explotando algunas de estas terrazas (Foto 36) para la obtención de áridos. Se han observado taludes naturales inestables B 40°

Foto 36.— Explotación de las terrazas para obtención de gravas (T 1)

## CUATERNARIOS DE ISTAN Y DE OJEN (Q1)

Estos grupos se describen en la Zona 3 por ser más representativos de la misma.

## ELUVIALES DE ESTEPONA (V2)

**Litología.**— Grupo constituido por arcillas limosas de tonos parduzcos que engloban en su masa cantos de pizarra y alguno de arenisca. Potencia inferior a 3 m.

**Comportamiento.**— Conjunto impermeable, erosionable, con drenaje superficial de-

ficiente. Puede presentar problemas de asientos diferenciales, aunque debido a su pequeña potencia es aconsejable su excavación. Formación ripable. No se observaron taludes.

#### ELUVIALES DE S. PEDRO DE ALCANTARA (V3)

**Litología.**— Formación constituida por margas arcillosas con dominios más arenosos, y presencia de cantos dispersos de areniscas y caliza. El tamaño de los cantos es inferior a 5 cm; la potencia del grupo suele ser inferior a 3 m.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable, impermeable, con problemas de asientos diferenciales. El drenaje superficial es aceptable. No se observaron taludes.

#### CONOS DE DEYECCION DE MARBELLA (D)

**Litología.**— Se trata de formaciones deyectivas constituidas por materiales areno-arcillosos y limosos que engloban cantos marmóreos heteromorfos y heterométricos. La potencia puede oscilar entre 1 y 10 m.

**Estructura.**— No presenta estratificación definida, apareciendo toda la masa con estructura caótica.

**Comportamiento.**— El conjunto presenta permeabilidad baja y drenaje superficial aceptable. Existe el riesgo de asientos diferenciales y deslizamientos en los desmontes. Se han observado taludes naturales estables M 30°

#### PLAYAS ACTUALES (R)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 1 por ser más representativo de la misma.

#### ARENAS EOLICAS (E)

**Litología.**— Grupo constituido por arenas cuarzosas de origen eólico, de grano fino y tonos claros. Por lo general son redondeadas y mal graduadas. Se localizan en la zona costera, apareciendo en ocasiones recubriendo otras formaciones. (Fotos 37 y 38). Potencia aproximada 1-5 m.



Foto 37.— Dunas costeras en el grupo E.

**Comportamiento.**— Formación erosionable con problemas de aterramientos debido a su movilidad, a pesar de estar fijadas en algunos puntos por la vegetación. Permeabilidad alta y drenaje en profundidad bueno. Presenta taludes naturales inestables B20°.

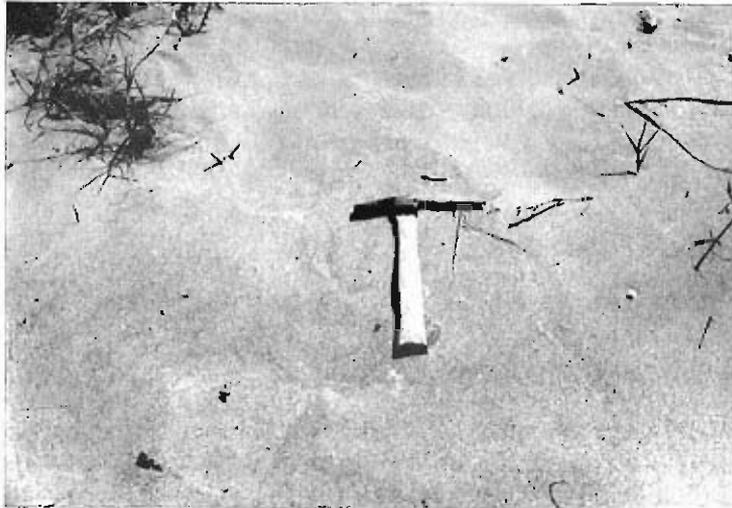


Foto 38.— Detalle del grupo E

#### CONGLOMERADOS DE ALHAURIN EL GRANDE (350b)

Este grupo se describe en la Zona 3 por ser más representativo de la misma.

#### ARCILLAS DE PUERTO BANUS (350a)

**Litología.**— Conjunto constituido por arcillas de naturaleza limo—arenosa de tonos rojizos y aspecto masivo que engloban en su masa gravas constituidas por cantos redondeados o subredondeados de peridotitas, neises y algunos esporádicos de pizarras. La potencia de la formación está comprendida entre 10 y 15 m. La foto 39 muestra un afloramiento del grupo.

**Estructura.**— No presenta ningún tipo de estructura.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable, no alterable, e impermeable. El drenaje superficial es deficiente debido a la horizontalidad del terreno. Formación ripable. Se observaron taludes artificiales inestables B15°



Foto 39.— Afloramiento del grupo 350 a.

#### MARGAS DE ARROYO VERDE (322h)

**Litología.**— Grupo constituido por margas areno—limosas de tonos claros y amari-

lentos de aspecto masivo. Su contenido en carbonatos no es muy elevado. Duras y compactas. La potencia de la formación oscila entre 20–30 m. El grupo aparece recubierto por pequeños derrubios de ladera de la formación suprayacente, lo que dificulta su estudio con detalle.

**Estructura.**— Conjunto en disposición horizontal sin fracturación aparente.

**Comportamiento.**— Formación erosionable, algo alterable, con permeabilidad baja o nula y drenaje superficial bueno debido a la pendiente topográfica. Ripable. Se observaron taludes naturales estables B–30°

#### ARENISCAS DE ESTEPONA (322g)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 1 por ser más representativo de la misma.

#### ARENISCAS DE SAN PEDRO (322e)

**Litología.**— Areniscas margosas de grano fino y tonos claros, con abundantes restos de conchas. Aparecen estratificadas en lechos de 30–40 cm de potencia. Presentan una ligera cementación en algunos puntos, siendo por lo general blandas y deleznales. Como intercalaciones entre las areniscas aparecen niveles margosos de tonos claros, estratificados en lechos de 10–15 cm de potencia. Potencia aproximada del conjunto 60 m.

**Estructura.**— Formación horizontal sin fracturación aparente.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable con permeabilidad de media a alta, drenaje superficial bueno. Pueden existir problemas de desprendimientos locales.

Se han observado taludes artificiales estables B–90 y M–70°

#### CONGLOMERADOS DEL CASERON DE LOS FRAILES (322d)

Este grupo presenta su máximo desarrollo en la hoja 1072 cuadrante 4 y en las proximidades de la margen derecha del río Guadalmanza.

**Litología.**— Conglomerado constituido por cantos de peridotitas, fundamentalmente, y de neises y pizarras, estratificados en lechos de unos 30 cm de potencia. Presentan cemento silíceo. Esporádicamente parecen intercalados en la serie niveles de areniscas margosas de grano fino y tonos claros, blandas y deleznales. Las areniscas aparecen estratificadas en lechos de unos 40 cms de potencia (Fotos 40 y 41). Potencia aproximada 30 m.



**Estructura.**— Formación no afectada por la fracturación, con una dirección N 30° E y buzamiento 10° SE.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable, semipermeable, con drenaje superficial bueno, por lo general no ripable. Se han observado taludes naturales inestables A 30°.

Puede existir el riesgo de desprendimientos locales.

Foto 40.— Afloramiento del grupo 322 d.



Foto 41.— Niveles de areniscas en el grupo 322 d.

#### CONGLOMERADOS DE EL PARAISO (322c)

**Litología.**— Formación constituída por cantos alterados de peridotitas fundamentalmente, entre los que pueden aparecer esporádicamente algunos de pizarras y neises también muy alterados. La alteración de los cantos de peridotitas suele ser muy intensa, como puede apreciarse en las Fotos 42 y 43. Todo el conjunto aparece englobado en una matriz areno—arcillosa con cemento silíceo. Aparecen estratificados en lechos de 40 cm de espesor. Potencia aproximada 20 m.



Foto 42.— Afloramiento de los conglomerados en la Urbanización El Paraiso (322 c).

**Estructura.**— Conjunto en disposición horizontal y con fracturación casi nula.

**Comportamiento.**— Formación erosionable con permeabilidad media y drenaje superficial bueno. Por lo general no ripable salvo en aquellas zonas con índice de alteración alto. Riesgo de desprendimientos locales. Taludes naturales estables M 45°.



Foto 43.- Alteración de los cantos de peridotitas (322 c)

#### MARGAS DE NUEVA ANDALUCIA (312h)

Este grupo presenta su máximo desarrollo en la urbanización Nueva Andalucía y muy cerca del campo de Golf de la misma (hoja 1065-2).

**Litología.**— Este grupo está constituido por margas arcillosas de tonos abigarrados y aspecto masivo. Con frecuencia presentan superficies satinadas y gran contenido en sulfatos. Ocasionalmente presentan una superficie de alteración en arcillas. Si están secas, son duras y compactas. La potencia suele oscilar entre 60-80 m. (Fotos 44 y 45).



Foto 44.- Emplazamiento de un campo de golf en el grupo 312 h.

**Estructura.**— Presenta una disposición subhorizontal sin fracturación aparente.

**Comportamiento.**— La principal característica de este grupo es su gran inestabilidad. Su índice de erosionabilidad es grande a igual que su alterabilidad.

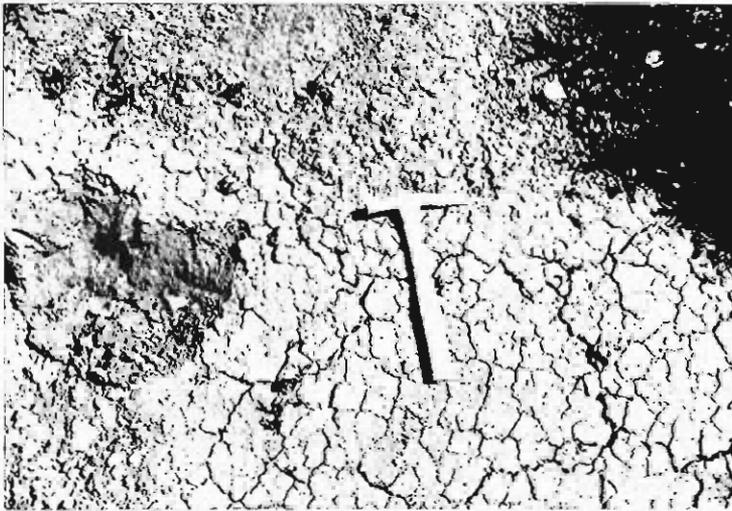


Foto 45.- Suelos poligonales en las margas del grupo (312 h)

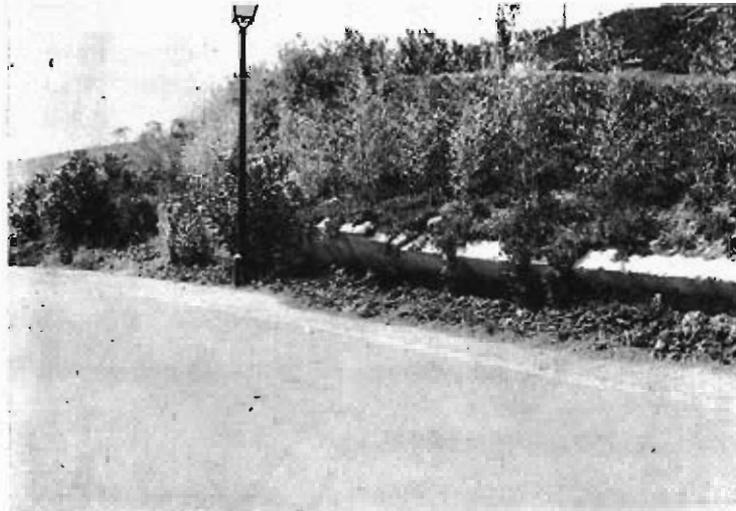


Foto 46.- Muro de hormigón armado tumbado por el movimiento de las margas (312 h)



Foto 47.- Grietas en las aceras, producidas por el movimiento de las margas (312 h)

En la urbanización Nueva Andalucía y en las calles próximas al campo de golf se pueden apreciar los efectos producidos por los deslizamientos que se han ocasionado en el interior de la masa de margas, (foto 46). Dichos movimientos deben estar favorecidos por el agua de infiltración.

Otro de los efectos observados y producidos por el movimiento de la masa margosa, es el agrietamiento (poco pronunciado) producido en las aceras (Foto 47).

Se observaron taludes artificiales inestables B—40°

#### ARENISCAS DEL PUERTO DE ESTEPONA (312d)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 1 por ser más representativo de la misma.

#### ARENISCAS DEL ARROYO DE MATAS VERDES (312c)

Los únicos afloramientos de este grupo aparecen en las proximidades de la confluencia de la carretera nacional 340 de Cádiz a Barcelona con la local que conduce a Benahavis.

**Litología.**— Este grupo está constituido por areniscas de grano grueso de naturaleza silíceas y cemento calcáreo. Como intercalaciones en la serie aparecen lechos margosos de tono amarillento, blandos y deleznable, entre los que aparecen intercalados a su vez niveles de areniscas silíceas muy compactas.

En ocasiones toda la formación aparece recubierta por un aluvial del tipo A2 de potencia inferior a 3 m, lo que dificulta notablemente su estudio. La potencia aproximada del conjunto es de 20 m.

**Estructura.**— Formación horizontal sin fracturación aparente.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable sobre todo si no aparece recubierto por el aluvial. Permeabilidad de media a alta, con un drenaje superficial bueno. Ripable. Se observaron taludes naturales inestables M—30°

#### ALTERNANCIA DE MARGAS Y ARENISCAS DEL ARROYO MONTERROSO (312b)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 1 por ser más representativo de la misma.

#### MARGAS PIZARREÑAS (312a)

**Litología.**— Grupo constituido por margas de aspecto pizarreño de color gris verdoso que aparecen estratificadas en lechos de unos 10 cm de potencia. Por lo general las margas son blandas y deleznable. Como intercalaciones, aparecen en la serie niveles de areniscas de grano grueso, y cemento silíceo de tonos claros y niveles de calizas margosas. Las calizas presentan variaciones en su contenido en materiales detríticos, debido probablemente a cambio laterales de facies.

En ocasiones el grupo aparece recubierto por un coluvial de naturaleza arcillosa cuya potencia no sobrepasa los 3 m. La potencia total de la formación puede oscilar entre 10—20 m.

**Estructura.**— Conjunto en disposición horizontal sin fracturación aparente.

**Comportamiento.**— Erosionable con permeabilidad baja y drenaje superficial aceptable. Pueden existir riesgos de desprendimientos locales y de encharcamientos temporales en zonas deprimidas. Por lo general ripable (a excepción de los tramos calcáreos). Se observaron taludes naturales inestables B—30°

#### DOLOMIAS BRECHIFORMES (210d)

A pesar de presentar este grupo sus afloramientos más representativos en la Zona 2,

también existen algunos en la Zona 1, aunque de escasa importancia.

**Litología.**— Grupo constituido por dolomías brechiformes de tonos claros y grises, duras y compactas que aparecen estratificadas en bancos de potencia variable. Presentan intercalaciones de margas de tonos rojizos y amarillentos, son blandas y deleznales. (Foto 48).

Hay que destacar que en las proximidades de unos afloramientos existentes de este grupo en Fuengirola (entre los



Foto 48.— Tramo dolomítico del grupo 210 d

P.K. 218 y 219 de la Nacional 340 y en las inmediaciones del camino Pajares), aparece una importante masa de yeso no "in situ" pudiéndose apreciar también en un cierto entorno de este punto, cristales especulares de yeso dispersos. Debido a la proximidad de los afloramientos de este grupo y a su edad Triásica, (posible Keuper) puede pensarse que dicha masa de yeso antes de ser erosionada formaba parte de este grupo. En estudios posteriores se recomienda un análisis más detallado de esta formación.

La potencia del grupo puede estimarse en unos 50 m.

**Estructura.**— Formación muy fracturada y tectonizada con una dirección, en algunos puntos, N—S y un buzamiento de unos 35° E.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable, alterable, permeable por fracturación. El drenaje superficial es bueno debido a la pendiente topográfica. Presenta problemas de desprendimientos locales. La presencia de yesos en sus proximidad hace dedicarle un estudio más detallado al grupo para trabajos posteriores. No ripable, se observaron taludes estables M—60°

#### CONGLOMERADOS DEL ARROYO PADRON (210b)

En la confluencia de la carretera nacional 340 de Cádiz a Barcelona con el arroyo Padrón sale un camino que va bordeando dicho arroyo y que conduce al Cerro de Atanasio. En las inmediaciones de este pequeño monte, pueden apreciarse restos de este grupo, que ha sido dismantelado en muchos puntos por la erosión, (hoja 1072—4).

**Litología.**— Está constituido por conglomerados de naturaleza silíceo de color rojo con cantos de cuarcita y cuarzo fundamentalmente, pudiendo aparecer por lo general los cantos cuarcíticos bien redondeados, mientras que los de cuarzo muestran aristas todavía "vivas" (Foto 49). Aparecen englobados en una matriz de naturaleza silíceo con cemento ferruginoso. Intercalados en la serie aparecen niveles de areniscas de grano fino y tonalidades amarillentas. Su grado de cementación es variable y su dureza es media, habiéndose observado tránsitos locales a ortocuarzitas.

La Foto 50 muestra un detalle de estos materiales donde se puede apreciar el grado de cementación de los cantos.

La potencia del grupo, a pesar de aparecer muy erosionado, se puede estimar en unos 30 m.

**Estructura.**— Todo el grupo aparece bastante tectonizado y fracturado. Debido al

grado de erosión que presenta no se puede apreciar ningún tipo de estructura.

**Comportamiento.—**

Conjunto erosionable, alterable, impermeable, con drenaje superficial bueno debido a la pendiente topográfica.

Se han observado taludes naturales estables B-45°. Formación no ripable.

Algunos autores consultados mencionan en este grupo la existencia de yesos que no fueron vistos por nosotros. Debido a esta circunstancia es aconsejable, en trabajos posteriores, un estudio más detallado del grupo con el fin de dilucidar la presencia o no de sulfatos, con la consiguiente incidencia en el comportamiento del grupo.



Foto 49.— Restos de un afloramiento del grupo 210 b.



Foto 50.— Detalle del grupo 210 b

### CONGLOMERADOS DE BENALMADENA (210a)

**Litología.—** Conglomerado de naturaleza silíceo compuesto de cantos angulosos y subangulosos de mármoles, cuarcitas, pizarras, neises, peridotitas y cuarzo, englobadas en una matriz silíceo de color parduzco. Todo el conjunto aparece cementado con cemento ferruginoso. El tamaño de los cantos puede oscilar entre 5-60 cm de longitud. Entre la masa de conglomerados aparecen como intercalaciones niveles de arenisca silíceo de grano

fino y tonos claros.

La potencia aproximada del conjunto es de unos 50 m.

**Estructura.**— Formación con disposición horizontal o subhorizontal sin fracturación aparente.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable, con permeabilidad aceptable y drenaje superficial bueno. Debido al tamaño tan grande de algunos cantos (60 cm) existen problemas de desprendimientos locales de los mismos, producidos por descalces. Ripabilidad media. Se observaron taludes artificiales estables M 85°

#### PIZARRAS DE BENALMADENA (100k)

**Litología.**— Formación constituida por pizarras arcillosas de color parduzco muy fracturadas y alteradas, con intercalaciones de neises y esquistos. Los neises, ricos en feldespatos y micas, aparecen en muchos puntos bastante alterados. El conjunto aparece recubierto por un eluvial arcilloso del tipo V2 de menos de 3 m de espesor. La potencia del conjunto puede oscilar entre 60–80 m.

**Estructura.**— Formación muy replegada y tectonizada sin que se aprecien direcciones de plegamiento. Tan sólo a pequeña escala se pueden observar micropliegues de fluidez en los esquistos.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable e impermeable con drenaje superficial bueno debido a la pendiente topográfica. Puede presentar problemas de desprendimientos locales debido al grado de alteración y de fracturación que presentan. Se han observado taludes naturales inestables B 40°

#### CALIZAS DEL CHAPARRAL (100i)

**Litología.**— Grupo constituido por calizas microcristalinas de color negro y aspecto tableado, estratificadas en lechos y capas de potencia variable. Presentan abundantes recristalizaciones de calcita en las fracturas. Son de elevada dureza y compacidad. (Foto 51). La potencia del grupo puede oscilar entre 20 y 50 metros.

**Estructura.**— Formación muy fracturada, con una dirección aparente de plegamiento N–S y un buzamiento de 35° E.

**Comportamiento.**—

Formación permeable por fracturación, con drenaje superficial bueno. Puede presentar problemas de desprendimientos locales. Se han observado taludes artificiales estables B 50°



Foto 51.— Recristalizaciones de calcita en las calizas del grupo 100 i.

## ESQUISTOS Y NEISES DE PUERTO GOMEZ (100h)

**Litología.**— El grupo está constituido por una alternancia irregular de esquistos micáceos ricos en biotitas de color gris y neises. Estos últimos presentan esporádicos fenocristales de feldspatos en ocasiones algo alterados. Esta formación aparece atravesada por una red de diques de lamprófidos, diabasas y aplitas. Las fotos 52 y 53 muestran



dos aspectos de afloramiento de este grupo. La formación presenta una potencia aproximada de 60 m.

**Estructura.**— Formación muy fracturada y tectonizada con una esquistosidad muy pronunciada en algunos puntos y buzamientos subverticales.

Foto 52.— Afloramiento del grupo 100 h.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable con permeabilidad media y drenaje superficial bueno. Ripabilidad nula. Se han observado taludes naturales estables M 45°



Foto 53.— Detalle de afloramiento del grupo 100 h

**Estudio petrográfico.**— El estudio petrográfico de un dique de diabasa es el siguiente (Foto 54).

**Textura** — Diabásica

**Composición:** Plagioclasa, anfíbol, clorita, epidota, esfena y opacos.

**Clasificación:** Diabasa

**Observaciones:** La roca se presenta muy transformada. La plagioclasa aparece zonada y transformada a carbonatos. De igual forma los ferromagnesianos están completamente transformados a clorita y epidota, sin embargo aún conservan su hábito tabular original encontrándose aunque de forma escasa, el anfíbol original (Hornblenda). La esfena y los opacos son secundarios, resultado de la transformación del anfíbol original.

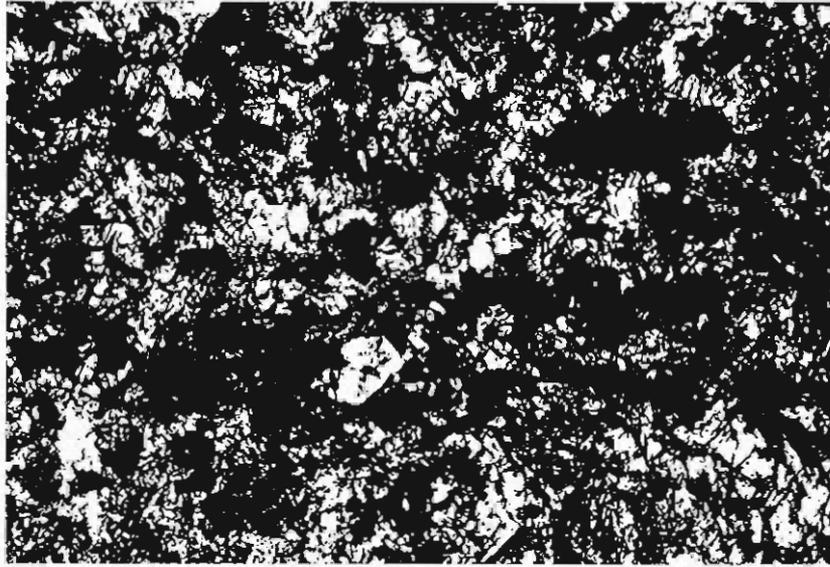


Foto 54.— Microfotografía de un dique de diabasa (LN x 10)

#### ESQUISTOS DE MIJAS (100g)

**Litología.**— Esquistos micáceos de color gris si aparecen frescos y rojizos si están meteorizados. Presentan gran abundancia de micas (moscovita fundamentalmente) y feldespatos. Por lo general están muy alterados, presentando los feldespatos un elevado índice de "caolinización". (Foto 55). El grupo presenta una potencia aproximada de 50 m.

**Estructura.**— El conjunto aparece muy fracturado y tectonizado, no apreciándose dirección de plegamiento alguna. A pequeña escala se pueden apreciar una serie de micropliegues de flujo.



Foto 55.— Aspecto de la alteración de los esquistos del grupo 100 g

**Comportamiento.**— Formación muy erosionable y alterable. El índice de permeabilidad es bajo debido a la pendiente topográfica. Ripabilidad alta si la alteración es intensa. Existe el riesgo de desprendimientos locales. Se observaron taludes artificiales estables M 80°

#### PIZARRAS DE LA SOGA (100f)

**Litología.**— Grupo constituido por pizarras arenosas de grano fino y tonos grisáceos



Foto 56.— Aspecto de las pizarras del grupo 100 f

no. Existen riesgos de desprendimientos locales debido a la tectónica que presenta el grupo. Ripabilidad nula salvo en las zonas en las cuales la fracturación sea muy intensa. Se han observado taludes naturales estables  $M 80^\circ$ .

#### PIZARRAS DE LA LOMA DE LA MENTIRA (100e)



Foto 57.— Detalle de un afloramiento de las pizarras (100 e)

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable y alterable, semipermeable, drenaje superficial deficiente. Presenta pequeños problemas de desprendimientos locales. Se observaron taludes naturales inestables  $M 45^\circ$

con abundantes recristalizaciones de calcita. Como intercalaciones en la serie aparecen niveles de esquistos micáceos ricos en biotitas y moscovitas, de tonos parduzcos. (Foto 56). Potencia aproximada de 100–150m.

**Estructura.**— El grupo aparece muy fracturado y tectonizado, presentando una dirección de plegamiento  $N 130^\circ E$  y un buzamiento subvertical.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable con permeabilidad media debido a la fracturación, y drenaje superficial bue-

**Litología.**— Este grupo situado entre los ríos Velerín y Castor (hoja 1072–4) está constituido por pizarras arcillosas y silíceas de color negro azulado. Superficialmente aparecen alteradas a arcillas dando lugar a un pequeño eluvial del tipo V2. Por lo general son duras y compactas. La Foto 57 muestra un afloramiento de las mismas. Potencia de la formación 60 m

**Estructura.**— Formación muy fracturada y tectonizada, no pudiéndose apreciar direcciones de plegamiento.

## GRAUWACKAS DE LA DEHESILLA (100d)

**Litología.**— El grupo está constituido por grauwackas de grano grueso y aspecto arenoso, ricas en cuarzo y feldespato, duras y compactas. Esporádicamente aparecen intercalaciones de conglomerados constituidos por cantos de cuarzo y alguno de materiales metamórficos, por lo general bien redondeados, con cemento silíceo, lo que les confiere una dureza elevada. Como intercalaciones suelen aparecer niveles de pizarras de aspecto satinado y naturaleza arcillosa. (Foto 58 y 59).

**Estructura.**— Conjunto con fracturación muy intensa afectado por las últimas deformaciones de los movimientos alpinos.

**Comportamiento.**— Conjunto con permeabilidad media debido a la fracturación, erosionable y algo alterable, no ripable. El drenaje superficial es bueno debido a la pendiente del terreno. Pueden existir problemas de desprendimientos locales. Se observaron taludes naturales estables B 30°



Foto 58.— Afloramiento de las grauwackas (100 d)



Foto 59.— Detalle de los conglomerados (100 d)

## PIZARRAS DE ESTEPONA (100c)

**Litología.**— Pizarras arcillosas de color oscuro, en ocasiones con inyecciones de sílice, de dureza elevada. (Foto 60). Presentan intercalaciones de areniscas y conglomerados.

Foto 60.- Afloramiento de pizarras en el grupo 100 c.

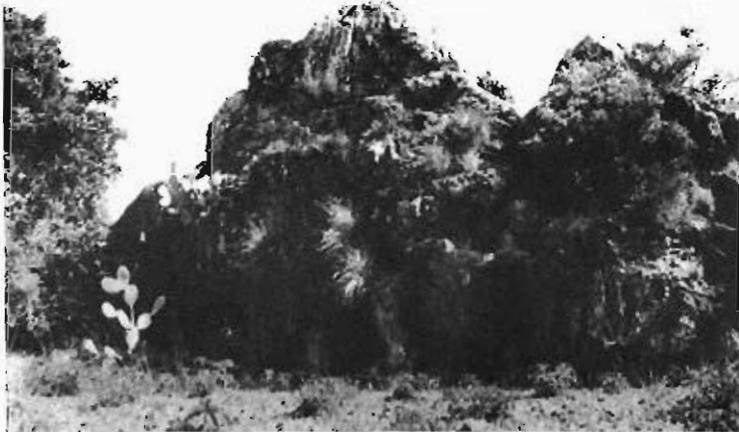


Foto 61.- Afloramiento de areniscas (100 c)

Foto 62.- Afloramiento de conglomerados en el grupo 100 c.



Las areniscas, de naturaleza silíceas, son de grano fino; su color es amarillento y aparecen estratificadas en bancos de potencia variable. Por lo general son de dureza elevada, salvo en aquellos casos en que estén muy afectadas por la meteorización. La Foto 61 muestra un afloramiento de las areniscas.

Los conglomerados están constituidos por cantos angulosos y subangulosos de cuarzo y arenisca fundamentalmente. El cemento es de naturaleza silícea. (Foto 62).

Los tramos de areniscas y conglomerados aparecen bastante erosionados lo que motiva que con frecuencia sólo se encuentren retazos de los afloramientos de dichos materiales.

La potencia del grupo puede oscilar entre 250–300 m. A veces el grupo presenta una alteración superficial, dando lugar a un eluvial del tipo V2.

**Estructura.**— El grupo presenta una dirección sensiblemente N–S y un buzamiento de 40° E aproximadamente. La fracturación es intensa como se puede observar en las pizarras y areniscas.

**Comportamiento.**— Conjunto permeable por fracturación, con drenaje superficial bueno debido a la pendiente topográfica. Al ser la fracturación intensa existe el peligro de desprendimientos locales como se ha podido observar al norte de Estepona y en las proximidades del arroyo Monterroso. Presenta taludes naturales estables M 50°.

**Estudio Petrográfico.**— El estudio petrográfico de las pizarras es el siguiente (Foto 63).

**Textura:** Pizarrosa.

**Composición:** Cuarzo, moscovita, sericita y opacos.

**Clasificación:** Filita.

**Observaciones:** Se observa una esquistosidad de flujo, plegada, a la que se sobreimpone una esquistosidad de fractura, por lo que se deduce que la roca, ha sufrido dos fases de deformación sin-esquistosas y una tercera fase de fracturación de menor importancia.

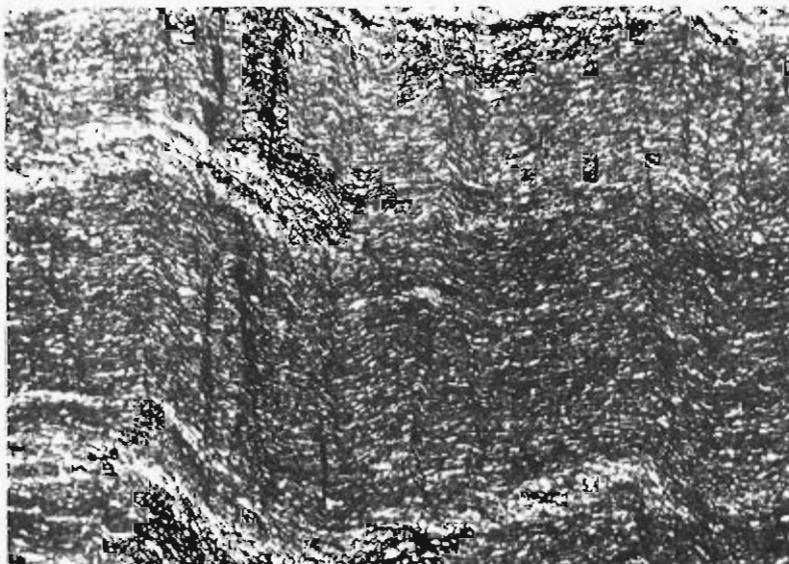


Foto 63.— Microfotografía de una muestra de filita (LN x 10)

#### CALIZAS DE RIO REAL (100b)

Los principales afloramientos de este grupo se encuentran situados en las hojas 1065-2 y 1066-3.

**Litología.**— Formación constituida por calizas de color negro con abundantes recristalizaciones de calcita, duras y compactas. Presentan estratificación en lechos y capas de 40–50 cm de potencia (Foto 64). Las calizas muestran intercalaciones de pizarras (Foto 65) algo arcillosas de color gris oscuro. En algunos puntos el grupo aparece recubierto por un coluvial del tipo C1 de menos de 3 m. de espesor. El conjunto tiene una potencia del orden de 25 m.

**Estructura.**— Conjunto muy fisurado y tectonizado con una dirección aparente SO–NE y un buzamiento de unos 30° SE.

**Comportamiento.**— Grupo erosionable y semipermeable debido a la fracturación. A causa de ésta, puede existir el peligro de desprendimiento de pequeños bloques en zonas muy localizadas. Se observaron taludes artificiales estables B 45°.



Foto 64.— Detalle de las calizas del grupo 100 b.



Foto 65.— Intercalaciones de pizarras del grupo 100 b

#### CALIZAS Y PIZARRAS DE LA PRESA LA CONCEPCION (100a)

**Litología.**— Este grupo está constituido por una alternancia irregular de calizas de color negro y aspecto pizarreño y pizarras de aspecto sericítico y de color negro. Las calizas, con abundantes recristalizaciones de calcita, presentan una estratificación en lechos de 20 cm de potencia, siendo por lo general duras y compactas. La potencia aproximada del conjunto puede oscilar entre los 20 y 50 m. En ocasiones suelen aparecer recubiertas o bien por coluviales del tipo C1 o bien por arenas cólica (E) pero siempre el recubrimiento es menor de 3 m.

**Estructura.**— Todo el conjunto aparece muy fracturado y tectonizado, haciéndose más patente en los tramos pizarrosos que en los tramos calizos. Así, se puede apreciar en las pizarras un replegamiento muy pronunciado, e incluso a escala pequeña micropliegues de arrastre.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable (tramos pizarrosos) y algo alterable, con permeabilidad buena por fracturación y drenaje superficial bueno debido a la pendiente topográfica. Pueden existir problemas de desprendimientos locales debido a la erosión diferencial de los tramos pizarrosos. Formación no ripable.

Se observaron taludes artificiales estables  $M=80^\circ$

#### NEISES DE ISTAN (020b)

Debido a la controversia existente entre diferentes autores respecto a la edad de estos materiales, hemos considerado oportuno tomar como referencia del grupo el símbolo 020b a pesar de no figurar dicho símbolo en la normativa estratigráfica empleada por el M.O.P. para este tipo de trabajos. Lo único que hemos pretendido con dicho cambio, es reflejar la indeterminación estratigráfica de dichos materiales. Este mismo criterio se ha seguido igualmente para el resto de los grupos cuyo símbolo comienza (020 ...) y que describiremos a continuación de éste.

**Litología.**— Este grupo está constituido por neises glandulares de tonos claros si no presentan alteración y grisáceos si aparecen meteorizados. Con frecuencia presentan "glándulas" de feldspatos y abundancia de micas (fundamentalmente biotita). Son duros y quebradizos. La potencia aproximada de la formación puede ser de 100 m.

**Estructura.**— No se aprecian en el grupo estructuras bien desarrolladas. Por lo general presenta una fracturación bastante pronunciada y una foliación incipiente con buzamientos suaves.

**Comportamiento.**— Grupo con permeabilidad media por fracturación y drenaje superficial bueno. Su ripabilidad es nula. Se observaron taludes artificiales estables  $M=60^\circ$

**Estudio Petrográfico.**— El estudio petrográfico de los neises es el siguiente: (Foto 66)

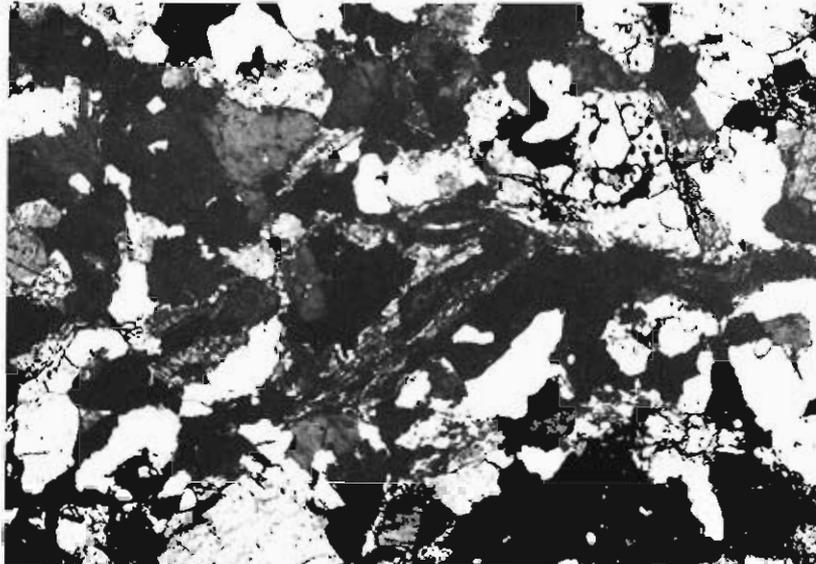


Foto 66.— Microfotografía de un neis del grupo 020 b (LP x 10)

**Textura:** Neísica

**Composición:** cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita, moscovita, sillimanita, apatito y turmalina.

**Clasificación:** Neis

**Observaciones:** Las plagioclasas se encuentran polisintéticamente macladas y en con-

tacto con el feldespato potásico presentan cuarzo mirmequítico, incluyen asimismo cuarzo en gotas. El feldespato potásico está pertitzado e incluye cuarzo, plagioclasa maclada y sillimanita. La moscovita aparece inestable presentando sus bordes reabsorbidos. Se encuentran también presentes apatitos de gran tamaño. Este neis es característico de zonas migmatíticas que corresponden a un metamorfismo de alto grado (WINKLER 1970). Asimismo se encuentra afectado por una esquistosidad de flujo de 2ª fase.

#### MARMOLES DE OJEN (020e)

Este grupo se describe en la Zona 3 por ser más representativo de la misma.

#### NEISES DEL CERRO DEL PILAR (020 f)

Los afloramientos más importantes de esta Zona, están localizados en la hoja 1066-3 y en las proximidades del cerro El Pilar.

**Litología.**— Grupo constituido por neises de textura fina algo alterados en superficie, ricos en biotita y moscovita. Aparecen atravesados por una red de diques de diabasa de color azul verdoso. Por lo general son duros y compactos. En muchos puntos aparecen recubiertos por un coluvial de matriz arcillosa, del tipo C1, que dificulta su estudio. La potencia de la formación sobrepasa los 100 m.

**Estructura.**— Conjunto muy fracturado con una dirección de plegamiento NO-SE y un buzamiento inferior a 45°

**Comportamiento.**— Formación erosionable, alterable, e impermeable debido al recubrimiento. El drenaje superficial es bueno salvo en zonas deprimidas, en las cuales pueden existir problemas de encharcamientos temporales. Problemas de desprendimientos locales. No ripable. Se observaron taludes artificiales inestables B 40°

#### NEISES DE LA LOMA DE LA PONTEZUELA (020g)

**Litología.**— Grupo constituido por neises de textura fajeada de color oscuro, ricos en micas. En algunas zonas presentan una alteración superficial que da lugar a un pequeño eluvial de naturaleza arcillosa de potencia despreciable. (Foto 67). La potencia de la formación es superior a los 120 m.



Foto 67.— Morfología del afloramiento del grupo 020 g.

**Estructura.**— Formación muy fracturada y replegada. Debido a la fuerte tectónica no se aprecian con facilidad macroestructuras. A pequeña escala se pueden apreciar pequeños pliegues de fluidez que igualmente aparecen afectados por la tectónica, presentando sus flancos deformados y fracturados. (Foto 68).



Foto 68.— Tectonización del grupo 020 g.

**Comportamiento.**—

Conjunto erosionable y alterable, con permeabilidad media por fisuración. El drenaje superficial es bueno, pudiéndose producir por escorrentía la erosión del pequeño eluvial que recubre a la formación en muchos puntos. Ripabilidad alta en aquellos puntos en los que la alteración sea muy elevada. Se han observado taludes naturales inestables a 45°.

#### PERIDOTITAS DE SIERRA BERMEJA (001a)

Este grupo se describe en la Zona 3 por ser más representativo de la misma.

#### 3.2.4. Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona

La Zona aparece limitada entre la Cordillera Penibética y el mar, y entre Torremolinos y Estepona. Constituye una estrecha faja de 60 km de longitud, y de anchura variable entre 1,0 y 5,00 km.

Topográficamente en la única Zona apta para la implantación de una red viaria entre los pueblos mencionados anteriormente. Puede observarse en el mapa de carreteras (la CN-340) un eje longitudinal que constituye el eje básico de las comunicaciones terrestres y una serie de carreteras locales transversales que, a manera de las púas de un peine, comunican los pueblos de la montaña con este eje. Esta vía discurre prácticamente pegada a la línea de la costa, realizada así antiguamente por facilidad topográfica y unir los pueblos dedicados al mar, hoy potenciados por el turismo.

En todo el Tramo sólo se encuentra una carretera la C-339 que atraviesa la Penibética uniendo Ronda y San Pedro de Alcántara.

Desde el punto de vista geotécnico, habrá que superar las dificultades de los aluviales G-1. Exceptuando el del río Fuengirola, el resto se reducen a pequeños arroyos que apenas presentan dificultades al trazado.

Asociados a las laderas de los montes se encuentran una serie de coluviales G-2 con los problemas de inestabilidad correspondientes.

El grupo geotécnicamente más peligroso es el G-11, Margas de Nueva Andalucía, situado en las proximidades de San Pedro de Alcántara y que debe considerarse como terreno de posibilidades de deslizamientos y escaso drenaje.

El resto de los grupos que presenta la Zona: G-7 (322 g, 350 b, 350 a, 322 h, 322 e, 322 d, 322 c, 312 d, 312 c, 312 a) G-14 (210 d), y G-16 (100 k, 100 i, 100 h, 100 g, 100 f, 100 e, 100 d, 100 c, 100 b, 100 a, 020 b, 020 e, 020 f, 020 g, 001 a) no presentan

problemas. Conviene señalar que en el grupo G-14 se han encontrado bloques de yeso y que debería ser estudiado más cuidadosamente en estudios posteriores. El grupo G-16 lo constituyen materiales paleozoicos, con escaso recubrimiento de suelo y con una fracturación muy acusada.

### 3.3. ZONA 3: RELIEVES DE ROCAS ULTRABÁSICAS Y COMPLEJOS CALCAREOS

#### 3.3.1. Geomorfología y tectónica

##### Geomorfología.—

Situación.— La Zona en estudio se encuentra dentro de los límites de la provincia de Málaga. Al Norte limita con la carretera local de Alhaurín de la Torre a Coín, al Sur con los bordes de Sierra Bermeja, Sierra Blanca y Sierra Alpujarra, al Este con Torremolinos, y al Oeste con la sierra de Crestellina.

Comprende esta Zona los cuadrantes siguientes:

1065	1	(entero)
1065	2	(parte)
1065	3	(parte)
1066	1	(parte)
1066	3	(parte)
1066	4	(parte)
1071	1	(parte)
1072	4	(parte)

que junto con los ríos y poblaciones más importantes se representan en la figura 3.8.

**Morfología.**— Dentro de la Zona se pueden distinguir dos unidades morfológicas (fig. 3.9).

- 1) Relieves de rocas ultrabásicas y mármoles.
- 2) Relieves paleozoicos y terciarios de la zona de Coin.

Los relieves de rocas ultrabásicas y mármoles están constituidos por una serie de Sierras de entre las cuales hay que destacar Sierra Bermeja (peridotitas) y Sierra Blanca (mármoles). Estos materiales dan lugar a relieves de alturas moderadas (800–1200 m), bastante abruptos en algunos puntos, enlazando con los materiales terciarios del norte y del sur mediante taludes pronunciados.

Ríos importantes no presenta la Zona. Tan sólo hay que hacer mención a la serie de gargantas que con nacimiento en las zonas altas, corren en dirección N y S, respectivamente. En las partes más elevadas estos cauces suelen ser estrechos, presentando un perfil transversal característico en forma de V.

Adosados a los mármoles y a las peridotitas aparece tanto por la parte norte (zona de Coin), como por la parte sur, un "rosario" de materiales paleozoicos y terciarios que dan relieves por lo general suaves debido al grupo de erosión que presentan los materiales.

**Tectónica.**— Esta Zona es la que reviste más importancia desde el punto de vista tectónico.

Se caracteriza por la presencia de importantes mantos de cabalgamiento de unas unidades sobre otras, como resultado de la Orogenia Alpina. Dentro de este apilamiento de unidades, el complejo maláguide ocupa la posición tectónicamente más alta. En algunos puntos aparecen estructuras de detalle mucho más complejas y de difícil estudio.

En esta Zona la estructura del "zócalo" y la cobertera presentan características diferentes. En el "zócalo", según la mayoría de los autores, aparecen superpuestas deformaciones de diferentes ciclos tectónicos (preherciniano, herciniano y alpino), mientras que la estructura de la cobertera es menos compleja, apareciendo por lo general afectada por un sólo ciclo tectónico. La respuesta a la deformación también es diferente. Mientras el



NOTA: Debido a la complejidad de la geología, solo se han representado grandes unidades.

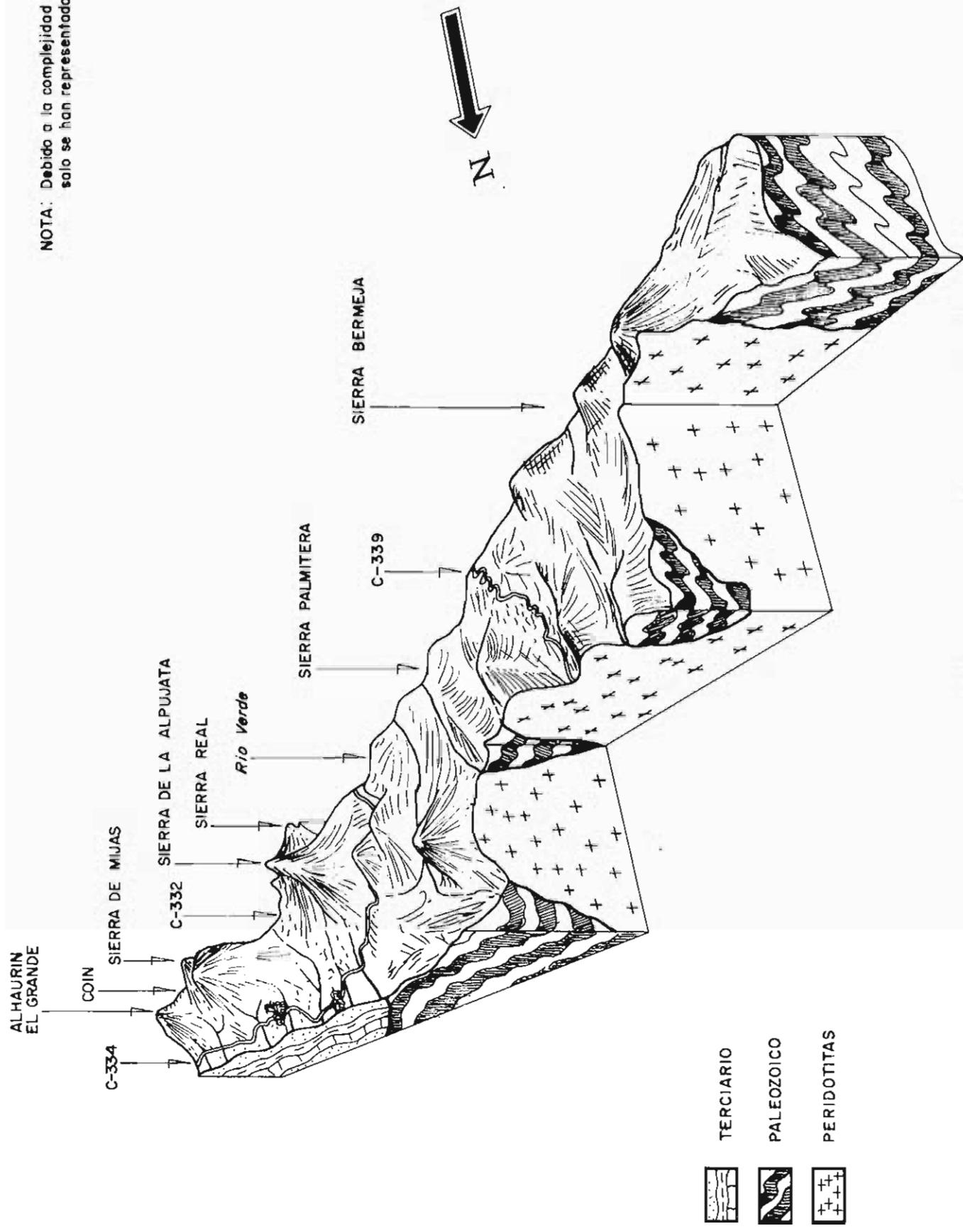
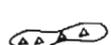
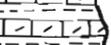


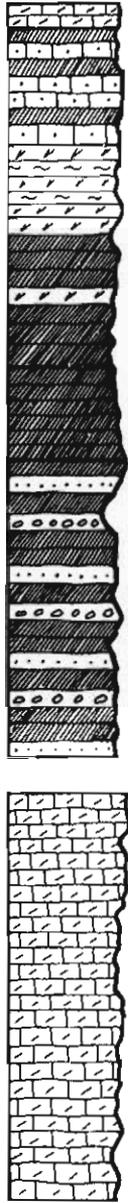
FIG. -3.9 BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 3

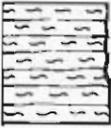
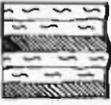
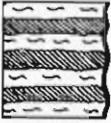
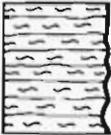
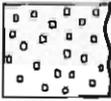
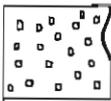
zócalo se manifiesta de una forma rígida, la cobertera actua como "un material mucho más competente". Este diferente comportamiento puede estar motivado por la existencia de superficies de despegue entre una unidad y otra (Fig. 3.10)

### 3.3.2. Columna estratigráfica

En la columna lito-estratigráfica que a continuación se expone, quedan reseñados los distintos grupos geotécnicos que aparecen en la Zona 3.

COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA		DESCRIPCION	EDAD
	GRUPO GEOTECHN	GRUPO LITOLÓG.		
	G1	A1	Aluvial de cantos redondeados de cuarcito y calizo con matriz arenosa-limosa de grano grueso.	CUATERNARIO
	G1	A2	Aluvial de cantos redondeados de peridotitas y mármoles, con matriz arenosa-limosa.	CUATERNARIO
	G1	A3	Aluvial de cantos subangulosos de mármoles de colores blancos y grises con matriz arenosa-limosa.	CUATERNARIO
	G2	C1	Coluvial constituido por cantos angulosos de pizarras y/o peridotitas y/o neises, con matriz arcillosa de color rojo.	CUATERNARIO
	G2	C2	Coluvial constituido por cantos de caliza marmórea, con matriz arenosa-limosa.	CUATERNARIO
	G1	T1	Gravas con cantos de peridotitas y/o mármoles y/o pizarras con matriz arenosa-limosa.	CUATERNARIO
	G3	Q1	Calizas trovertinicas de tonos claros y aspecto oqueroso.	CUATERNARIO
	G4	Q2	Materiales arcillo-arenosos con cantos dispersos de peridotitas.	CUATERNARIO
	G2	D	Arenas arcillosas y limos con cantos marmóreos.	CUATERNARIO
	G7	350b	Conglomerao de cantos de naturaleza marmórea englobados en una matriz arcillo-arenosa.	PLIO-CUATERNARIO
	G7	322k	Areniscas de grano grueso con abundantes restos de conchas.	PLIOCENO
	G7	322b	Brecha de borde de cuenca con cantos de peridotitas, areniscas y calizas con cemento silíceo.	PLIOCENO
	G7	322o	Brecha de cantos angulosos de naturaleza marmórea con matriz arcillosa y cemento calcáreo.	PLIOCENO
	G11	312h	Margas arcillosas de tonos abigarrados.	EOCENO
	G7	300o	Calizas mesocristalinas de color amarillento y aspecto travertínico.	TERCIARIO INDIF.
	G7	300b	Calizas mesocristalinas de aspecto oqueroso con intercalaciones de arcillas margosas.	TERCIARIO INDIF.
	G15	220c	Calizas dolomíticas de tonos claros, con intercalaciones de niveles margosos.	JURASICO
	G15	220b	Calizas microcristalinas de color blanco, karstificadas en superficie.	JURASICO

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	GRUPO GEOTECN.	GRUPO LITOLÓG.		
	G15	210 e	Dolomías cryptocristalinas de tonos claros y aspecto masivo.	JURASICO
	G16	160 a	Alternancia irregular de cuarcitas y filitas	PALEOZOICO IND.
	G16	100 h	Alternancia irregular de esquistos micáceos y néises de aspecto glandular	PALEOZOICO IND.
	G16	100 f	Pizarros arenosos de grano fino, con intercolaciones de esquistos micáceos ricos en biotito.	PALEOZOICO IND.
	G16	100 e	Pizarros arcillosos algo silíceos de color negro azulado.	PALEOZOICO IND.
	G16	100 c	Pizarros arcillosos con intercolaciones de areniscas silíceas y conglomerados de cantos de cuarzo y arenisco.	PALEOZOICO IND.
	G16	020 a	Mármoles dolomíticos mesocristalinos de tonos blancos y grises.	? ?

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	GRUPO GEOTECN.	GRUPO LITOLÓG.		
	G16	O20 b	Neises glandulares de tonos claros ricos en biotita y moscovita.	¿?
	G16	O20 c	Neises ricos en feldespatos con intercalaciones de anfibolitas y micacitos.	¿?
	G16	O20 d	Neises rojizos muy alterados en superficie con intercalaciones de niveles de micacitas y anfibolitas.	¿?
	G16	O20 e	Mármoles mesocrystalinos veteados con intercalaciones de neises y anfibolitas.	¿?
	G16	O20 f	Neises de textura fina algo alterados en superficie.	¿?
	G16	O20 g	Neises de textura fojeado de color oscuro, alterados en superficie.	¿?
	G16	O01 a	Peridotitas de color verde oscuro, serpentinizadas localmente.	¿?
	G16	O01 b	Peridotitas de color verde oscuro de aspecto aglomerático.	¿?



### 3.3.3. Grupos Geotécnicos

#### ALUVIALES DEL RIO GUADIARO Y AFLUENTES (A1)

#### ALUVIALES DE LA ORLA COSTERA (A2)

Estos grupos han sido descritos en la Zona 1 y 2 respectivamente, por ser más representativos de las mismas.

#### ALUVIALES DE ALHAURIN DE LA TORRE (A3)

Esta denominación agrupa a todos aquellos aluviales de los ríos que nacen en la Sierra de Mijas y que vierten sus aguas en la ladera norte de dicha sierra.

**Litología.**— Grupo constituido por cantos subangulosos y angulosos de mármoles de colores blancos y grises con tamaños comprendidos entre 4 y 50 cm. Los cantos aparecen englobados en una matriz areno-limosa que no confiere a los mismos ninguna trabazón. Potencia comprendida entre 1 y 5 m.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable, con permeabilidad alta y drenaje superficial bueno. Ripable. Presenta taludes naturales inestables B–30°

#### COLUVIALES PIZARROSOS (C1)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 2 por ser más representativo de la misma.

#### COLUVIALES DE LA SIERRA DE MIJAS (C2)

**Litología.**— Grupo constituido por cantos de calizas marmóreas de tonos claros y grises. Los cantos son heteromorfos y heterométricos, apareciendo englobados en una matriz areno-limosa. Presentan una potencia aproximada de 10 m.

Ocasionalmente los cantos pueden presentar una cimentación incipiente debido a la circulación de aguas ricas en carbonatos.

**Estructura.**— No presenta estratificación definida apareciendo toda la masa con disposición caótica.

**Comportamiento.**— Formación permeable con drenaje superficial bueno, algo erosionable. Problemas de deslizamientos en la ejecución de desmontes por variación del estado de equilibrio. Ripabilidad alta. Presenta taludes naturales inestables B–45°

#### TERRAZAS (T1)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 2 por ser más representativo de la misma.

#### CUATERNARIO DE ISTAN Y DE OJEN (Q1)

**Litología.**— Calizas travertínicas de tonos claros, duras y compactas, algo oquerosas, con una densa red de canalículos. La potencia del grupo puede oscilar entre 10–20 m.

**Estructura.**— Estratificación horizontal con estructura tobácea.

**Comportamiento.**— Formación permeable por fisuración. Drenaje superficial bueno. Ripabilidad nula e índice de erosionabilidad bajo (erosionable por disolución). Presenta taludes naturales estables B–60°

## TIERRAS DE CULTIVOS (Q2)

**Litología.**— Este grupo está constituido por un potente suelo sobre el que se emplazan las zonas de cultivo de naturaleza arcillo—arenosa, que engloba abundantes cantos heterométricos y heteromorfos de calizas marmóreas fundamentalmente, y algunas de neises, pizarras y peridotitas. Son frecuentes en algunas zonas intercalaciones de limos de tonos ocres. La potencia puede oscilar entre 2 y 10 m.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable, semipermeable, con drenaje superficial deficiente. Pueden existir riesgos de desprendimientos locales. Presenta taludes naturales inestables, B—30°

## CONOS DE DEYECCION DE MARBELLA (D)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 2 por ser más representativo de la misma.

## CONGLOMERADOS DE ALHAURIN EL GRANDE (350b)

**Litología.**— Grupo constituido por conglomerados de cantos redondeados y subredondeados de naturaleza marmórea, englobados en una matriz arcillo—arenosa con cemento calcáreo.

Por lo general son duros y compactos (Foto 69). Se ha observado en algunos puntos fenómenos de disolución del cemento calcáreo, que motiva una "decementación" con la consiguiente destrabación de los cantos.

La estratificación se presenta en capas de potencia variable.

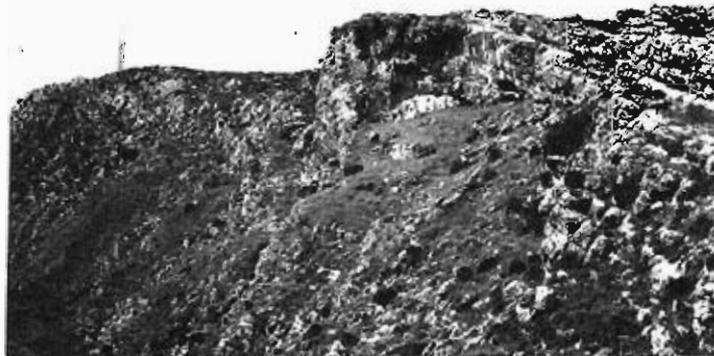


Foto 69.— Afloramiento de conglomerados (350 b)

A veces se pueden observar los taludes recubiertos por un pequeño canturreal, originado por la erosión de las capas superiores. La potencia del grupo puede oscilar entre 10 y 40 metros.

**Estructura.**— La formación constituye una serie monoclinical con dirección E—O y buzamiento  $20^{\circ}$  N. Presenta fracturación intensa.

**Comportamiento.**— En conjunto se puede hablar de un índice de erosionabilidad elevado, debido fundamentalmente a procesos de disolución. La permeabilidad es alta a causa de la fisuración. El drenaje superficial es bueno a causa de su pendiente topográfica. Ripable. Se han observado taludes naturales estables  $M-60^{\circ}$  y artificiales estables  $B-80^{\circ}$



Foto 70.— Afloramiento del grupo 322 k(hoja 1066-I)

#### ARENISCAS DE ALHAURIN DE LA TORRE (322k)

**Litología.**— Grupo constituido por areniscas de grano grueso de tono negruzco y naturaleza silíceas, duras y compactas. Su característica fundamental es un elevado contenido de restos de conchas. Es frecuente la presencia de cantos de arenisca, caliza y cuarcita, englobados dentro de la masa de arenisca. Presentan una estratificación masiva. (Foto 70). La Potencia aproximada del conjunto es de 25 m. (Foto 71).

**Estructura.**— Formación sin fracturación ni estructura aparente.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable, no alterable. Debido a la porosidad, el índice de permeabilidad es muy elevado. Drenaje superficial aceptable.

Existe el riesgo de desprendimientos locales. No ripable. Se han observado taludes naturales estables  $M 45^{\circ}$  y artificiales estables  $M-90^{\circ}$



Foto 71.— Detalle del grupo 322 k (hoja 1066-I)

#### BRECHA DE MESAS DE SALAVIEJA (322b)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 1 por ser más representativo de la misma.

#### BRECHAS DE ISTAN (322a)

**Litología.**— Brecha constituida por cantos angulosos de naturaleza marmórea, provenientes de la erosión del complejo calcáreo de Sierra Blanca (grupo 020a). Los cantos aparecen englobados en una matriz arcillosa, cementados en ocasiones por cemento carbonático. Se han encontrado, en las proximidades de los afloramientos, bloques caídos que no presentan matriz, apareciendo los cantos "soldados" unos a otros, dejando entre ellos un volumen de huecos considerable. Potencia aproximada 10–30 m).

**Estructura.**— Conjunto con disposición caótica, no apreciándose ningún tipo de estructura. Fracturación aparente nula.

**Comportamiento.**— Formación erosionable y alterable debido fundamentalmente a fenómenos de disolución. La permeabilidad es alta debido a las pequeñas fisurillas y el drenaje superficial aceptable. Riesgo de desprendimientos en algunos puntos. No ripable. Se han observado taludes artificiales estables B–40°

#### MARGAS DE NUEVA ANDALUCIA (312h)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 2 por ser más representativo de la misma.

#### CALIZAS DE COIN (300a)

**Litología.**— Grupo constituido por calizas mesocristalinas de color amarillento y aspecto travertínico en algunos puntos. Presentan estratificación en capas de 60 a 80 cm de potencia. Localmente aparecen alteradas en superficie, dando lugar a una arcilla de descalcificación de color rojo intenso. Potencia aproximada de la formación 60 m.

**Estructura.**— Estratificación horizontal con fracturación poco pronunciada.

**Comportamiento.**— Conjunto no erosionable con permeabilidad aceptable por fisuración y drenaje superficial bueno. Ripabilidad media en las zonas de máxima alteración y nula en el resto de la formación. Se han observado taludes naturales estables B–30°

#### CALIZAS DE LA ERMITA (300b)

**Litología.**— Formación constituida por calizas mesocristalinas de color gris y aspecto oqueroso, de elevadas dureza y compacidad. Presentan intercalaciones de arcillas margosas de colores rojizos, estratificadas en lechos de 30–40 cm. La potencia aproximada de la formación es de 30 metros.

**Estructura.**— Estratificación horizontal con fracturación escasa.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable (por proceso de disolución) con permeabilidad elevada y drenaje superficial bueno; existen problemas de desprendimientos locales. Se han observado taludes naturales estables. B–30°

#### CALIZAS DE CRESTELLINA (220c)

**Litología.**— Calizas dolomíticas de tonos claros, estratificadas en capas y bancos de potencia variable. Si el grado de alteración es elevado presentan tonalidades grises. Entre los paquetes de calizas aparecen intercalaciones de niveles margosos de tonos amarillentos, blandos y alterables.

Las calizas en algunos tramos tienen aspecto oqueroso debido a fenómenos de disolución (karstificación bastante desarrollada). La potencia del conjunto puede oscilar entre

150–200 m. (Foto 72).

**Estructura.**— Conjunto muy fracturado, con plegamiento suave, de dirección N–S, y buzamientos menores de  $40^{\circ}$

**Comportamiento.**— Formación muy erosionable con problemas de desprendimientos en los desmontes. El índice de permeabilidad es alto debido a la fisuración. El drenaje superficial es aceptable. Conjunto no ripable, salvo los tramos margosos. Se han observado taludes naturales estables  $1-70^{\circ}$  y artificiales estables  $B-80^{\circ}$  (Foto 73).



Foto 72.— Afloramiento del grupo 220 c.



Foto 73.— Aspecto de los taludes en el grupo 220 c.

#### CALIZAS DE TOLOX (220b)

**Litología.**— Formación constituida por calizas microcristalinas de color blanco, duras y compactas. Aparecen bastante karstificadas en superficie. En ocasiones aparecen muy alteradas a través de las fracturas, dando lugar a arcillas rojas de descalcificación que rellenan las grietas. El conjunto tiene una potencia considerable, pudiéndose estimar la misma en unos 300 metros (Foto 74).

**Estructura.**— Grupo muy fracturado y tectonizado, presentando una dirección aparente de plegamiento E–O y un buzamiento de unos  $35-40^{\circ}$  S.



Foto 74.— Afloramiento del grupo 220 b en las estribaciones de la Sierra de Tolox

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable y alterable debido fundamentalmente a fenómenos de disolución. La permeabilidad es alta como consecuencia de la fracturación y el drenaje superficial aceptable. La erosión de las capas altas, motiva que las laderas en algunos puntos aparezcan recubiertas por un pequeño canturreal de escasa potencia. Ripabilidad nula. Se han observado taludes artificiales estables B—80° y naturales estables l—45° (Foto 75).

Este grupo (fuera del Tramo) se está explotando en canteras en diversos puntos.



Foto 75.— Taludes en las calizas del grupo 220 b

## DOLOMIAS DE LA CARRETERA DE CASARES (210e)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 1 por ser más representativo de la misma.

## CUARCITAS Y FILITAS DE CASARES (160a)

**Litología.**— Formación constituida por una alternancia de cuarcitas y filitas. Las cuarcitas de grano fino y tonos claros, aparecen muy duras y compactas. Presentan una estratificación en lechos y capas de potencia variable. (Foto 76).

La filitas, de tonos grises y tacto sedoso, aparecen alteradas en algunos puntos dando lugar a niveles arcillosos. Por lo general son ricas en cuarzo y sericita.



Foto 76.— Alternancia de cuarcitas y filitas (160 a)

La potencia aproximada del conjunto es de 100–125 metros.

**Estructura.**— Formación muy fracturada y algo replegada con una dirección al plegamiento sensiblemente N–S y buzamientos de 45°. En la foto 77 se puede apreciar la fracturación que presentan los niveles cuarcíticos.

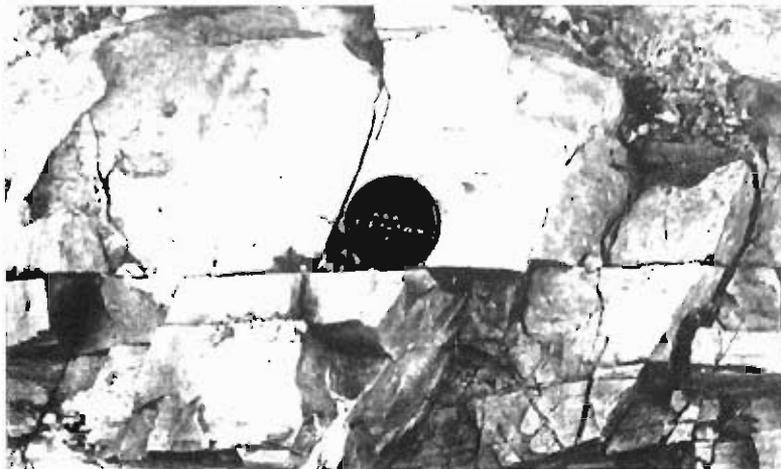
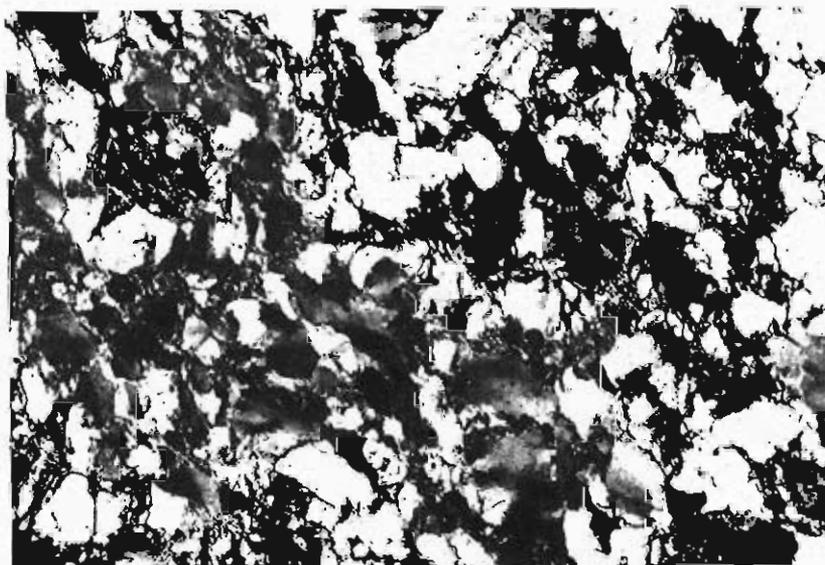


Foto 77.— Aspecto de la fracturación en los tramos cuarcíticos (160 a)

**Comportamiento.**— Conjunto no erosionable con problemas de desprendimientos locales debido a la fracturación.

El drenaje superficial es aceptable y la permeabilidad es elevada debido a la fisuración que presenta el conjunto. Conjunto no ripable. Se han observado taludes artificiales estables B-80°

**Estudio petrográfico.**— El estudio petrográfico de una muestra de cuarcita es el siguiente (Foto 78):



Fóto 78.— Fotomicrografía (LP x 10) de una muestra de cuarcita

*Textura:* Equigranular.

*Composición:* Cuarzo, moscovita, y opacos.

*Clasificación:* Cuarcita.

*Observaciones:* Cuarzo primario composicional cementado por cuarzo de neoformación criptocristalino y moscovita.

ESQUISTOS Y NEISES DE PUERTO GOMEZ (100h)

PIZARRAS DE LA SOGA (100f)

PIZARRAS DE LA LOMA DE LA MENTIRA (100e)

PIZARRAS DE ESTEPONA (100c)

Grupos descritos en la Zona 2, por ser más característicos de la misma.

MARMOLES DE SIERRA BLANCA (020a)

**Litología.**— Este grupo está constituido por un importante complejo de mármoles que da origen a toda la Sierra Blanca.

Estos mármoles, de naturaleza dolomítica, son mesocristalinos y tienen tonalidades blancas y grises. Se presentan estratificados en bancos de potencia variable (Foto 79). Su

característica fundamental es el elevado grado de karstificación que presenta toda la formación, dando origen a numerosas cuevas y surgencias. Entre estas últimas cabe destacar el "Naciente de Coín" (Foto 80) que con un caudal de 1800 l/seg. aparece en el contacto entre esta formación y los terciarios de la zona de Coín (hoja 1066-4). Potencia aproximada del conjunto 300-400 metros.



Foto 79.- Afloramiento del grupo 020 a en las proximidades de Guaro (hoja 1066-4)



Foto 80.- Naciente de Coín con un caudal de 1.800 l/seg. (Hoja 1066-4)

**Estructura.**— El conjunto en general aparece muy afectado por la Orogenia Alpídica, como lo demuestra la fuerte fracturación y replegamiento que representa. Debido a esta circunstancia es difícil, en ocasiones, poder apreciar direcciones de plegamiento y buzamiento. No obstante en algunos puntos se ha podido medir una dirección N 110° E y buzamiento 30° SE. La foto 81 muestra un aspecto de los repliegues producidos en los mármoles.

**Comportamiento.**— Aunque en rasgos generales este grupo se puede considerar como inalterable, existen zonas en las cuales los mármoles presentan una degradación tal que se pueden disgregar fácilmente con la mano, transformándose en una "arena". (Foto 82).



Foto 81.— Repliegues en el grupo 020 a.



Foto 82.— Degradación de los mármoles (020 a)

En las proximidades del Parador Nacional de Turismo del Juanar, (hoja 1065—2) se pueden apreciar pequeños "arenales" debido a este fenómeno y que en ocasiones están siendo explotados.

La permeabilidad es alta debido a la fracturación que presenta el conjunto, y el drenaje superficial aceptable. Formación no ripable, siendo necesario el empleo de explosivos para su excavación, excepto en las zonas de arenales.

Se han observado taludes naturales estables M—70° y artificiales estables M—80°

#### NEISES DE ISTAN (020b)

Este grupo ha sido descrito en la Zona 2 por ser más representativo de la misma.

#### NEISES DE LA MINA (020c)

**Litología.**— Grupo constituido por neises de tonos oscuros muy ricos en feldspatos y algo alterados en superficie. Presentan intercalaciones de anfibolitas de color verde oscuro y algunos niveles de micacitas ricas en cloritas, de tonos verdosos. El conjunto aparece atravesado por una pequeña red de diques de aplita de tonos claros y grano fino.

La característica fundamental de este grupo son las abundantes mineralizaciones que presenta de hierro y cobre. Estas mineralizaciones fueron explotadas hace unos años al norte de Marbella. La potencia del grupo puede oscilar entre 60- 80 m.

**Estructura.**— Conjunto muy fracturado y replegado. Debido a la tectónica no se aprecian macroestructuras. A pequeña escala se puede apreciar en las bandas de micacitas una crenulación (esquistosidad plegada), lo que demuestra la existencia de por lo menos dos fases de plegamiento.

**Comportamiento.**— Formación erosionable y alterable, con drenaje superficial bueno y permeabilidad media. Debido a la fracturación existe al riesgo de desprendimiento de bloques. Ripabilidad nula. Se han observado taludes naturales inestables M-50°

#### NEISES DE ALCUZCUZ (020d)

**Litología.**— Grupo constituido por neises de tonos rojizos debido a la alteración superficial que presentan, con presencia de fenocristales de feldespatos. Con frecuencia aparecen intercalaciones de bandas de micacitas muy alteradas, y alguna esporádica de anfibolitas (Foto 83). La potencia aproximada del conjunto es de 100 m.

**Estructura.**— Conjunto muy fracturado y replegado con dirección aparente N-S y buzamiento subvertical en algunos puntos. En los neises se aprecian con frecuencia orientaciones de minerales laminares.

**Comportamiento.**— Formación erosionable y algo alterable como consecuencia de la intensa fracturación que presenta. La permeabilidad es alta y el drenaje superficial deficiente. Existen riesgos de desprendimientos y deslizamientos. De hecho, en la carretera que conduce desde San Pedro de Alcántara a Ronda, se pueden observar en varios puntos algunas "conchas de deslizamiento" en el talud de la carretera, debidas fundamentalmente al mal drenaje que presente la misma.



Foto 83.— Afloramiento del grupo 020 d (hoja 1065-2 y 3)



Foto 84.— Agrietamiento del arcén (020 d) en la C<sup>a</sup> de S. Pedro de Alcántara a Ronda

Las fotos 84 y 85 muestran dos episodios de la evolución del deslizamiento.

En la foto 84 se puede apreciar cómo en un primer estado se agrieta la capa de rodadura del arcén, produciéndose con posterioridad una superficie de deslizamiento.

La foto 85 muestra el deslizamiento producido a través de la fractura del primer estado.

Conjunto no ripable.

Se observaron taludes artificiales inestables M-70°

Foto 85.— Concha de deslizamiento en el talud de la carretera (grupo 020 d,



#### MARMOLES DE GUARO (020e)

**Litología.**— Mármoles mesocristalinos de color gris claro con veteados más oscuros, duros y compactos. Presentan esporádicamente intercalaciones de neises muy alterados, de tonalidades grises, y de anfibolitas muy duras y compactas (Foto 86).

Se han podido también apreciar niveles de micacitas de color parduzco, con un grado de alteración bastante elevado.

La foto 87 muestra un detalle de los tramos de mármoles. La potencia de la formación puede oscilar alrededor de los 100 m.

**Estructura.**— Conjunto muy fracturado con una dirección de plegamiento N-110° E y buzamiento 30° NO.

**Comportamiento.**— Índice de erosionabilidad elevado y alterabilidad media. El drenaje superficial es bueno y la permeabilidad media. Pueden existir problemas de desprendimientos locales. Presenta taludes naturales estables M-50°



Foto 86.— Afloramiento del grupo 020 e (hoja 1072-4)



Foto 87.— Afloramiento del tramo calcáreo (020 e)

NEISES DEL CERRO DEL PILAR (020f)

NEISES DE LA LOMA DE LA PONTEZUELA (020g)

Estos grupos han sido descritos en la Zona 2 por ser más representativos de la misma.

PERIDOTITAS DE SIERRA BERMEJA (001a)

**Litología.**— El complejo de rocas ultrabásicas está formado por unas importantes masas de peridotitas de color verde oscuro, serpentizadas localmente por procesos de hidratación (Foto 88).

En su mayor parte el complejo aparece constituido por harzburgitas, herzolitas, dunitas, piroxenitas y gabros. Por lo general las peridotitas presentan elevada dureza y compacidad.

**Estructura.**— Formación muy fracturada con una dirección de fracturación sensiblemente N-S. Con frecuencia presentan en algunos puntos una estructura bandeada como consecuencia de una concentración diferencial de granos gruesos y más finos.

**Comportamiento.**— Conjunto algo erosionable, alterable, con permeabilidad media debido a la fisuración y drenaje superficial bueno a causa



Foto 88.— Aspecto de un afloramiento de peridotitas (001 a)

de la fuerte pendiente topográfica.

Formación no ripable con problemas de desprendimientos locales de bloques como consecuencia del cuarteamiento.

Se han observado taludes naturales estables B-50° y artificiales estables A-80°

**Estudio petrológico.**— El estudio petrológico de una muestra de este grupo dió el siguiente resultado (Foto 89).

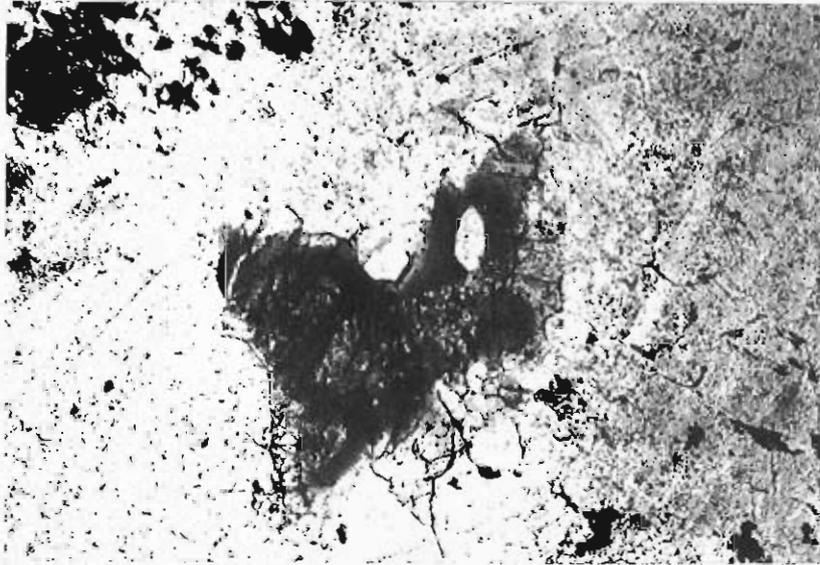


Foto 89.— Microfotografía de una serpentinita (LN x 10)

**Textura:** En mosaico equigranular alotriomorfo.

**Composición:** Serpentina, ortopiroxeno (enstatita) y magnetita

**Clasificación:** Serpentinita.

**Observaciones:** Es una serpentinita procedente de una peridotita. La transformación a serpentina es total. Incluso el ortopiroxeno se encuentra transformado a magnetita y óxidos de hierro.

#### PERIDOTITAS AGLOMERATICAS (001b)

**Litología.**— Existe una pequeña variación de las peridotitas del grupo 001a que hemos denominado peridotitas aglomeráticas. Bajo el punto de vista mineralógico presentan la misma composición que aquellas, estribando la única diferencia en el grado de tectonización que le da al conjunto un aspecto de aglomerado brecha. (Foto 90).

**Estructura.**— Formación intensamente fracturada y tectonizada, fenómenos que borran todo tipo de estructuras.

**Comportamiento.**— Conjunto erosionable con permeabilidad alta, debido a la intensa fracturación y drenaje superficial bueno. Riesgo de desprendimientos locales. Formación con ripabilidad media en las zonas más afectadas por la tectónica. Presentan taludes naturales estables M-40° y artificiales B-30°



Foto 90.— Aspecto de las peridotitas aglomeráticas (001 b)

#### 3.3.4.— Resumen de problemas de comportamiento que presenta la Zona.

Esta Zona desde el punto de vista topográfico está constituida por las cotas más altas encontradas dentro del Estudio. La cota más alta se encuentra en Sierra Palmitera, 1472 m.

Desde el punto de vista geomorfológico pueden considerarse dos subzonas:

- Parte de la Cordillera Penibética.
- Parte de la Hoya de Málaga.

Dentro de la Cordillera Penibética constituida básicamente por materiales paleozoicos se encuentran Sierra Crestellina (1260 m), Sierra Palmitera (1470 m), Sierra Real (1200 m), Sierra Blanca (1270 m), Sierra Alpujata (1000 m) y Sierra de Mijas (1150 m).

Esta parte presenta únicamente los problemas de excavación al tratarse de terrenos más compactos, siendo necesaria la excavación mediante voladuras, siendo afectadas las posibles carreteras de una forma puntual.

La parte de la Hoya de Málaga, incluida en este estudio, consiste en una cubeta con una altitud media de 400 m y con un relieve suave que facilita el establecimiento de comunicaciones en su interior. De la costa está separada por la Sierra de Mijas, Alpujarra, Blanca y Real y la única comunicación con la costa es a través de las carreteras C 337 y C 344.

Dentro de los grupos geotécnicos que se han estudiado en esta Zona, no aparecen problemas importantes.

Los aluviales y coluviales tienen menos importancia que en las zonas anteriores. Los eluviales están más desarrollados pero son aptos como terraplenes o cimientos de los mismos.

Se ha cartografiado un G-11 cerca de Alhaurín el Grande que presenta potencialmente peligro de deslizamientos.

El resto de los grupos G-7 y G-16 no presenta problemas singulares y ya han sido descritos en las Zonas 1 y 2.



#### 4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO

##### 4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS Y GEOMORFOLOGICOS

La síntesis topográfica del estudio está constituida como sigue:

- Parte de la Cordillera Penibética que discurre paralela a la costa, entre la cuenca del río Guadiaro y Torremolinos, y que está constituida por las sierras de Crestellina, Palmera, Real, Blanca, Alpujata y Mijas con alturas superiores a los 1.000 m.
- El borde más occidental del estudio se encuentra cerrado por un conjunto de sierras pertenecientes a la misma cordillera y alineadas en dirección Norte-Sur, estando constituida por la Sierra de los Melones y otras lomas. Su altitud media es de unos 500 m pero sus laderas presentan fuertes pendientes. En ellas se encuentra el embalse de Guadarranque y Castellar de la Frontera.
- Una zona entera de topografía muy llana (menor del 10 por ciento), que se extiende entre los límites del estudio en una anchura de 1 a 3 km.
- Entre la zona costera y las estribaciones montañosas se intercala una zona de relieves más rocosos con predominio de materiales terciarios, erosionables y que en algunas zonas aparece como una "cesta de huevos".
- El río Guadiaro ha excavado dentro de la Cordillera Penibética un valle amplio de más de 10 km con un relieve muy suave; dentro de este valle se encuentran los materiales más erosionables, y donde los deslizamientos son más acusados.
- Parte de la Hoja de Málaga, que constituye una cubeta situada a una altitud media de unos 400 m y separada de la costa por la Cordillera Penibética.

##### 4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO

A continuación se resumen los problemas geotécnicos que presenta el Tramo.

- **Cuaternarios.**— No existen problemas o éstos no se han manifestado con mayor agresividad que los que han de esperarse como normales, al atravesar un aluvial de unas características dadas, o excavar en un coluvial. Las playas no se consideran, así como tampoco las arenas eólicas.
- **Terciario.**— Este sistema es el protagonista de los problemas geotécnicos del Estudio. En general es erosionable y alterable y en particular las margas arcillosas del Oligoceno son los materiales más inestables del Tramo. Estos terrenos deben clasificarse como muy peligrosos, grupos G-10, G-11 y G-8. El resto de los grupos del terciario son más o menos alterables, pero sin mayores problemas. Permanecen estables en taludes medios y requerirán más o menos la conservación en la selección de su erosionabilidad. Los grupos anteriores requerirán muros. Dichos terrenos sería mejor no cortarlos y cuidar mucho el diseño del drenaje.
- **Secundario.**— Este es el sistema más estable y de mejores materiales para construcción. Está constituido básicamente por calizas, que junto con los aluviales, serán los únicos grupos donde podrán encontrarse materiales canterables.
- **Paleozoico.**— Está constituido por materiales muy consolidados. Su gran fracturación puede ocasionar desprendimientos pequeños y la principal dificultad es su excavación.

#### 4.3. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

El Tramo considerado sugiere como principal comunicación la que pudiera establecerse entre Málaga y Cádiz. Esta conclusión se deduce del análisis topográfico de los planos 1:500.000 y 1:200.000.

Dentro del Tramo es claro que la única comunicación razonable es aquella que puede establecerse paralela a la costa, entre Torremolinos y Estepona. Entrando ya en la provincia del Cádiz, nos encontramos con la cuenca del Guadiaro cuya suave topografía nos facilita la elección de los trazados, teniendo que venir éstos impuestos por sus orígenes y destinos. Desde la frontera entre las provincias parece que la meta deseable sea la ciudad de Cádiz y sus alrededores, San Fernando, Puerto de Santa María, Jerez, etc lo que nos aconsejaría eludir la barrera topográfica de la Sierra de los Melones por el sur, eludiendo también los grupos geotécnicos G--10 en su mayor parte.

El corredor recomendado debería evitar la proximidad de la costa, para no atravesar zonas urbanizadas. Por otra parte tampoco son recomendables los trazados demasiado cercanos a la Cordillera, a causa de las fuertes pendientes y la presencia de coluviales.

Se sugieren también dos alternativas para los corredores que intentan resolver las dificultades que presenta el paso de la autopista por Torremolinos y Marbella, a causa del desarrollo urbanístico y la proximidad de la Sierra a estas poblaciones.

Las dos alternativas sugeridas atraviesan la sierra por los puertos de los Pescadores o las Carreteras (Véase Fig. 4.1). En esta última sería necesaria la ejecución de un túnel y de viaductos y movimientos de tierra importantes en el paleozoico, en el que quizá el mayor problema sería la excavación que habría que realizar con explosivos.

Las zonas urbanas Torremolinos y Marbella pueden conectarse en la autopista por medio de los correspondientes ramales.

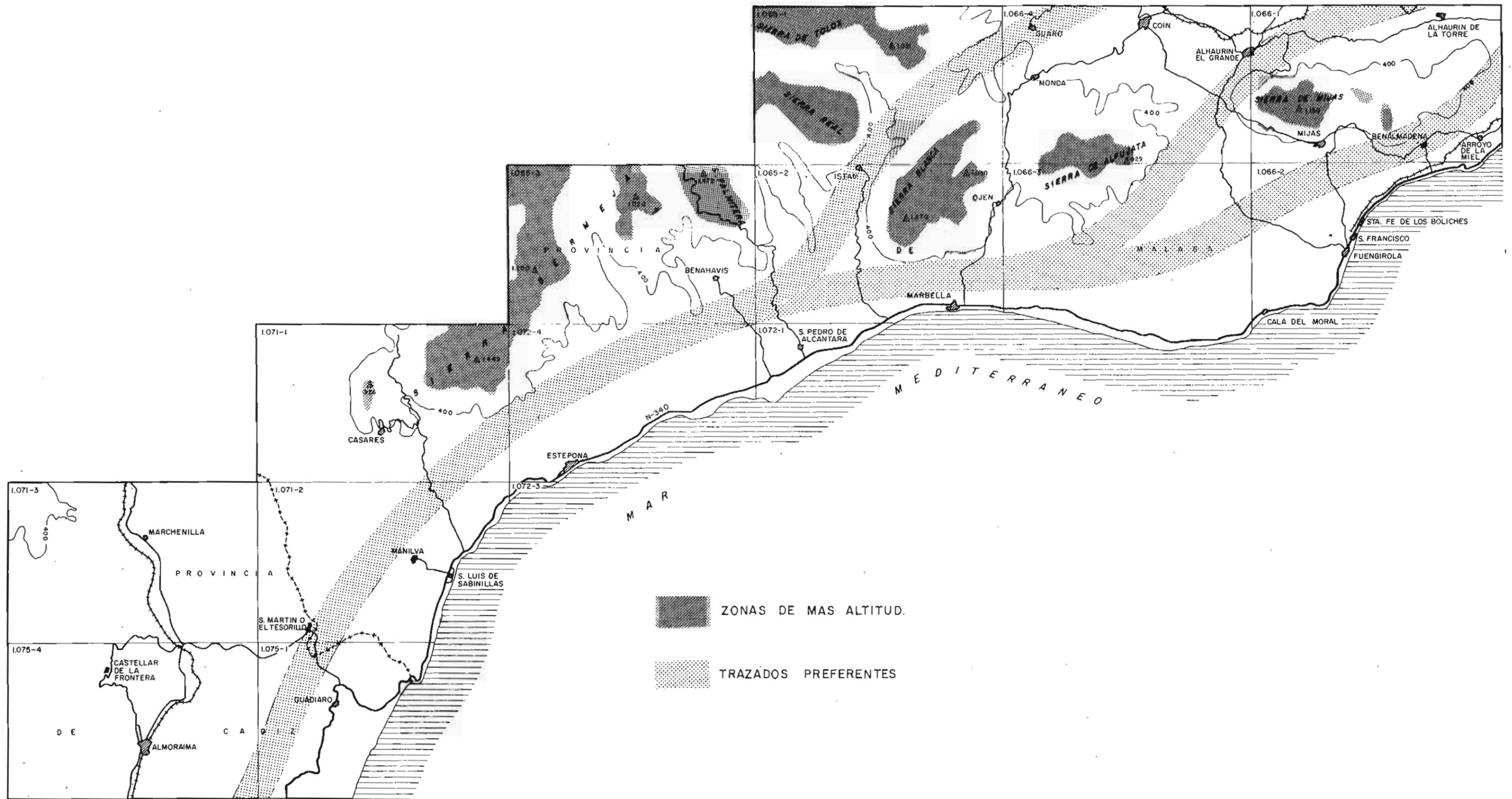


FIG.-4.I. TRAZADOS PREFERENTES.

# **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 trabajo no incluye un estudio detallado de los yacimientos de materiales de la zona porque dicho estudio desbordaría, por su metodología especial y su amplitud, el alcance de los Estudios Previos de Terrenos.

Sin embargo, se ha considerado conveniente presentar en forma ordenada la información sobre yacimientos recogida con motivo de la realización del Presente Estudio Previo. Estos datos, aunque no constituyen un estudio sistemático y exhaustivo, pueden ser útiles para futuros trabajos.

La información que se expone y valora a continuación, se refiere exclusivamente a yacimientos de materiales utilizables en obras de carretera (canteras, graveras y materiales para terraplenes). Se ha dedicado un apartado especial a aquellos yacimientos que, por su importancia o interés especial, pueden justificar un estudio posterior más detallado.

### **5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS**

Los afloramientos calizos susceptibles de explotarse se encuentran en su mayoría localizados en la parte más oriental del Tramo y ubicados en el complejo calcáreo de Sierra Blanca.

Aparte de ésta importante masa canterable de Sierra Blanca, existen una serie de afloramientos calizos localizados en las proximidades de Manilva, actualmente en explotación, con reservas suficientes como para cubrir parte de las necesidades que pueda demandar una obra de este tipo. Dentro de ellos hay que destacar una importante cantera situada en el término municipal de Manilva, que explota las calizas jurásicas.

Las figuras 5.1, 5.2, y 5.3 muestran la situación de los yacimientos rocosos más notables del Tramo.

### **5.3. YACIMIENTOS GRANULARES**

Dentro del Tramo sólo existen dos zonas aprovechables para la explotación de gravas. Por un lado tenemos el aluvial del río Guadiaro, y por otro las terrazas del río Verde.

El primero está constituido por cantos redondeados de cuarcita y caliza, englobados en una matriz areno—limosa. El segundo está formado por gravas de cantos de peridotitas, mármoles y pizarras.

Este último punto presenta escasos recursos de explotación. El hecho de que se esté explotando es debido fundamentalmente, a la escasez de graveras importantes en la zona.

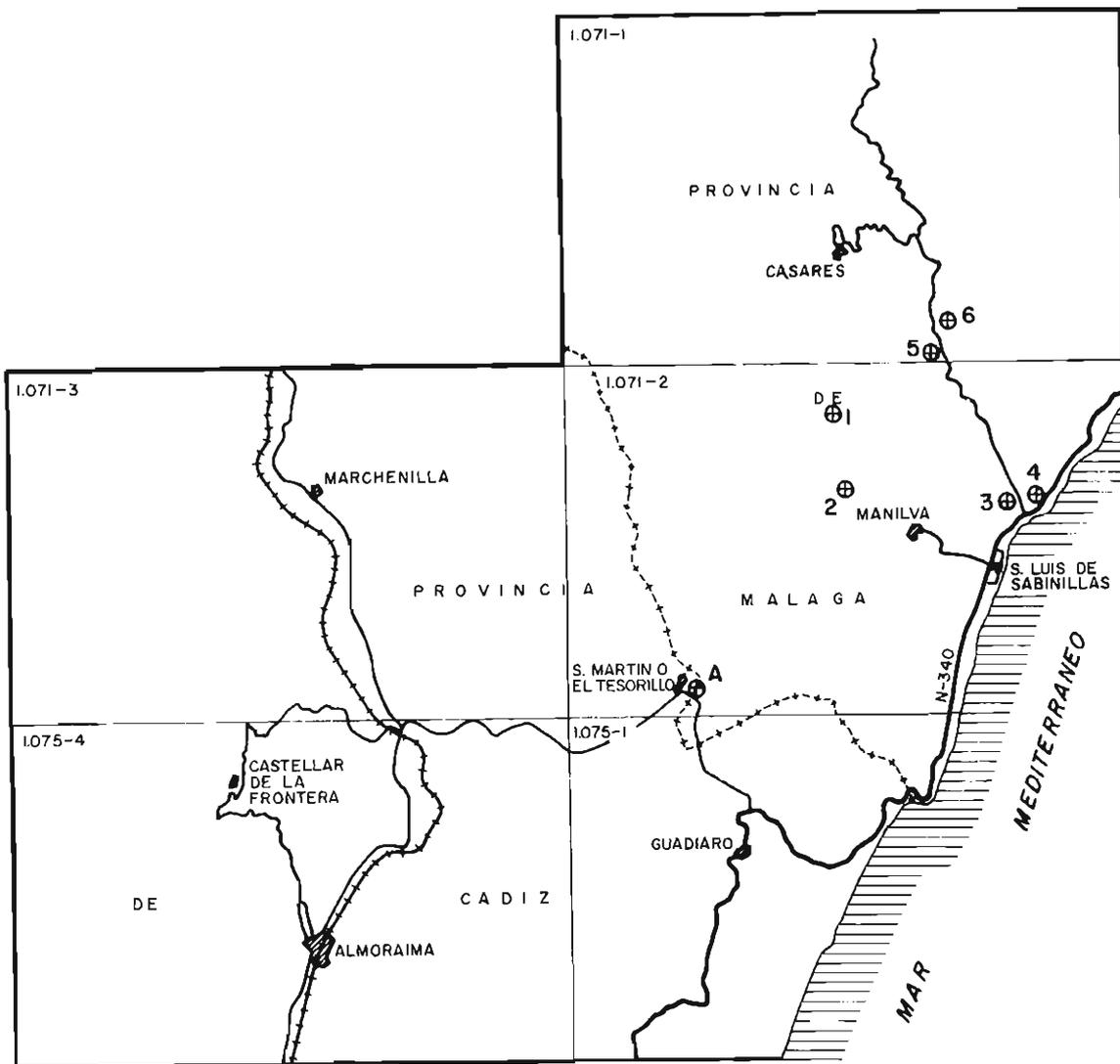
Existen también otras formaciones aluviales susceptibles de explotación cuya rentabilidad habría que estudiar.

Las figuras 5.1 y 5.2 muestran la situación de los yacimientos granulares más notables dentro del Tramo.

### **5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES**

En una primera aproximación se dará prioridad como material de terraplenes a

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



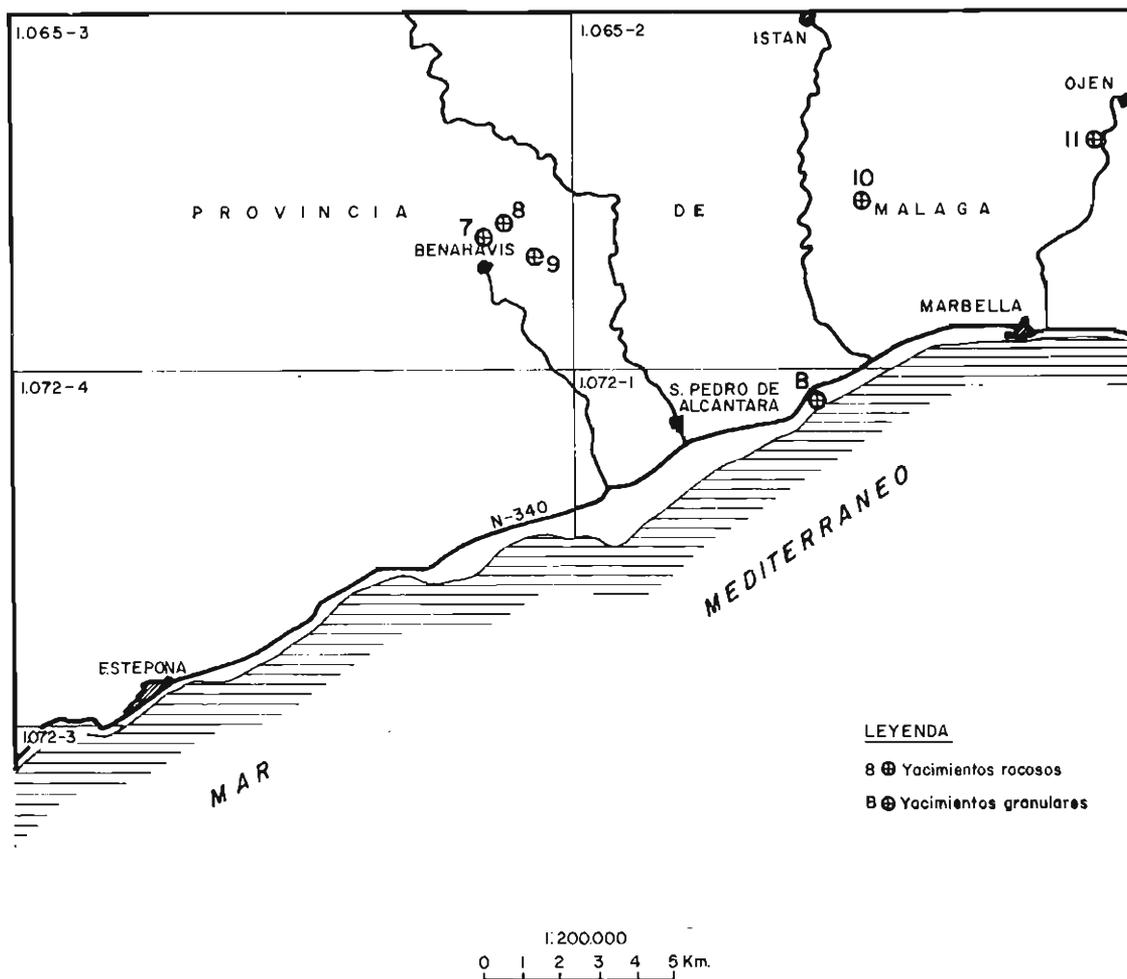
LEYENDA

- 2 ⊕ Yacimientos rocosos
- A ⊙ Yacimientos granulares

1:200.000  
0 1 2 3 4 5 Km.

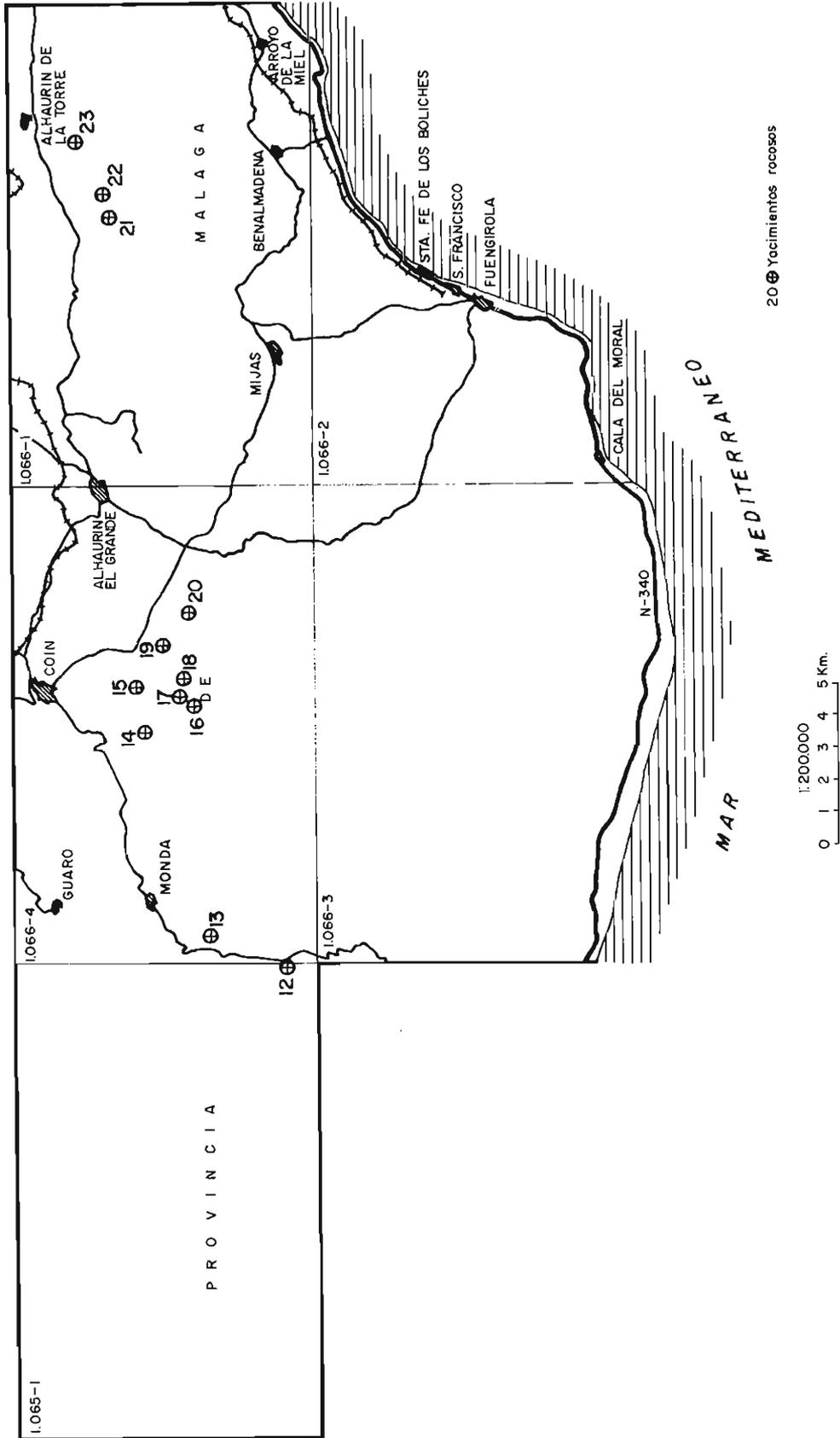
**FIG.- 5.1 ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS**

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



**FIG.- 5.2 ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS**

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



**FIG- 5.3 ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS**

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

aquellos materiales que sean fácilmente ripables: aluviales (A1, A2, A3) coluviales (C1, C2, C3), terrazas (T1), materiales deyectivos (D) etc.

Debido al elevado costo de explotación, se despreciarán todos aquellos materiales para los que sea necesario el empleo de explosivos para su excavación: conglomerados (322d), dolomías (210d), pizarras (100e) neises (020b) etc.

Tampoco serán materiales aptos para préstamos todos aquellos que pueden dar problemas debidos a plasticidad, erosionabilidad o alterabilidad: margas (312h), areniscas y margas (321a), arcillas (310b), etc.

### **5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE**

Conviene estudiar con detalle todos los aluviales ya que no son suficientemente satisfactorios en cuanto a volumen se refiere. También es recomendable prestar una especial atención a todas las formaciones de terrazas a causa de la escasez de materiales granulares.

### **5.6. CUADROS RESUMEN DE YACIMIENTOS**

A continuación se adjunta cuadros resumen con todos los yacimientos inventariados.

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

YACIMIENTOS ROCOSOS				
DENOMINACION	HOJA (1/50000)	GRUP. LIT	TIPO DE ROCA	ACCESOS
1	1071-2	220a	Calizas microcristalinas	Buen acceso desde Manilva
2	1071-2	220a	Calizas microcristalinas	Buen acceso desde Manilva
3	1071-2	210d	Dolomías brechiformes	Buen acceso por la C <sup>a</sup> que conduce de la N-340 a Casares. P.K. 0,300
4	1071-2	210d	Dolomías brechiformes	Buen acceso por la C <sup>a</sup> que conduce de la N-340 a Casares. P.K. 0,300
5	1071-1	310a	Calizas microcristalinas	Buen acceso por la C <sup>a</sup> que conduce de la N-340 a Casares. P.K. 5
6	1071-1	310a	Calizas microcristalinas	Buen acceso por la C <sup>a</sup> que conduce de la N-340 a Casares. P.K. 5.
7	1065-3	020a	Mármoles dolomíticos	Acceso malo por Benahavis
8	1065-3	020a	Mármoles dolomíticos	Acceso malo por Benahavis
9	1065-3	020a	Mármoles dolomíticos	Acceso malo por Benahavis
10	1065-2	020a	Mármoles dolomíticos	Buen acceso por la C <sup>a</sup> local de Istán
11	1065-2	020a	Mármoles dolomíticos	Buen acceso por la C <sup>a</sup> local de Ojén
12	1065-1	020a	Mármoles dolomíticos	Buen acceso por la C <sup>a</sup> local de Ojén a Coín
13	1066-4	020a	Mármoles dolomíticos	Buen acceso por la C <sup>a</sup> local de Ojén a Coín
14	1066-4	020a	Mármoles dolomíticos	Buen acceso por la C <sup>a</sup> local de Ojén a Coín
15	1066-4	020a	Mármoles dolomíticos	Buen acceso por la C <sup>a</sup> local de Ojén a Coín
16	1066-4	020a	Mármoles dolomíticos	Buen acceso por la C <sup>a</sup> local de Ojén a Coín
17	1066-4	020a	Mármoles dolomíticos	Buen acceso por la C <sup>a</sup> local de Ojén a Coín
18	1066-4	020a	Mármoles dolomíticos	Buen acceso por la C <sup>a</sup> local de Ojén a Coín
19	1066-4	020a	Mármoles dolomíticos	Buen acceso por la C <sup>a</sup> local de Ojén a Coín
20	1066-4	020a	Mármoles dolomíticos	Buen acceso por la C <sup>a</sup> local de Ojén a Coín
21	1066-1	020a	Mármoles dolomíticos	Buen acceso por la C <sup>a</sup> local de Ojén a Mijas
22	1066-1	020a	Mármoles dolomíticos	Buen acceso por la C <sup>a</sup> local de Coín a Mijas
23	1066-1	020a	Mármoles dolomíticos	Buen acceso por la C <sup>a</sup> local de Coín a Mijas

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

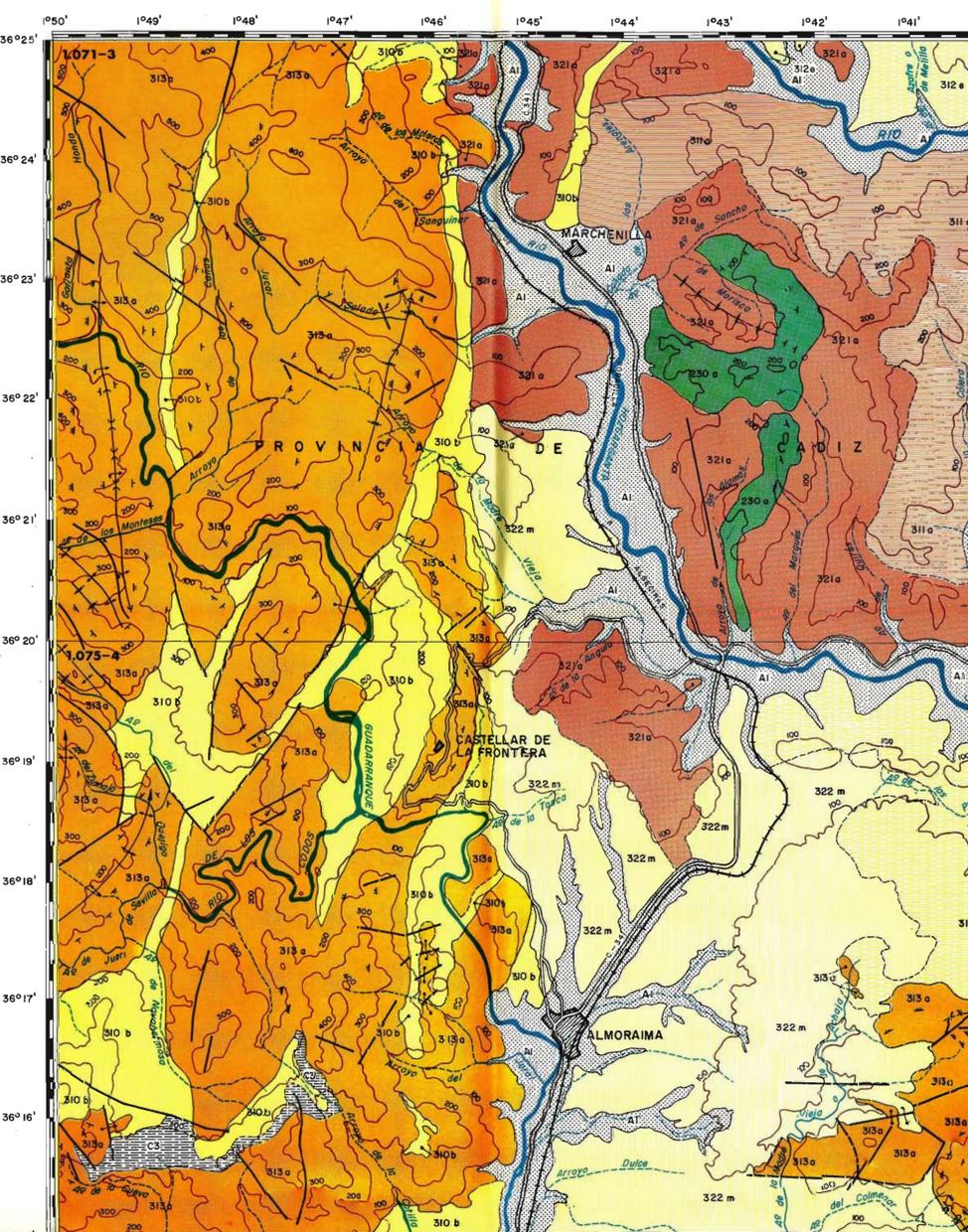
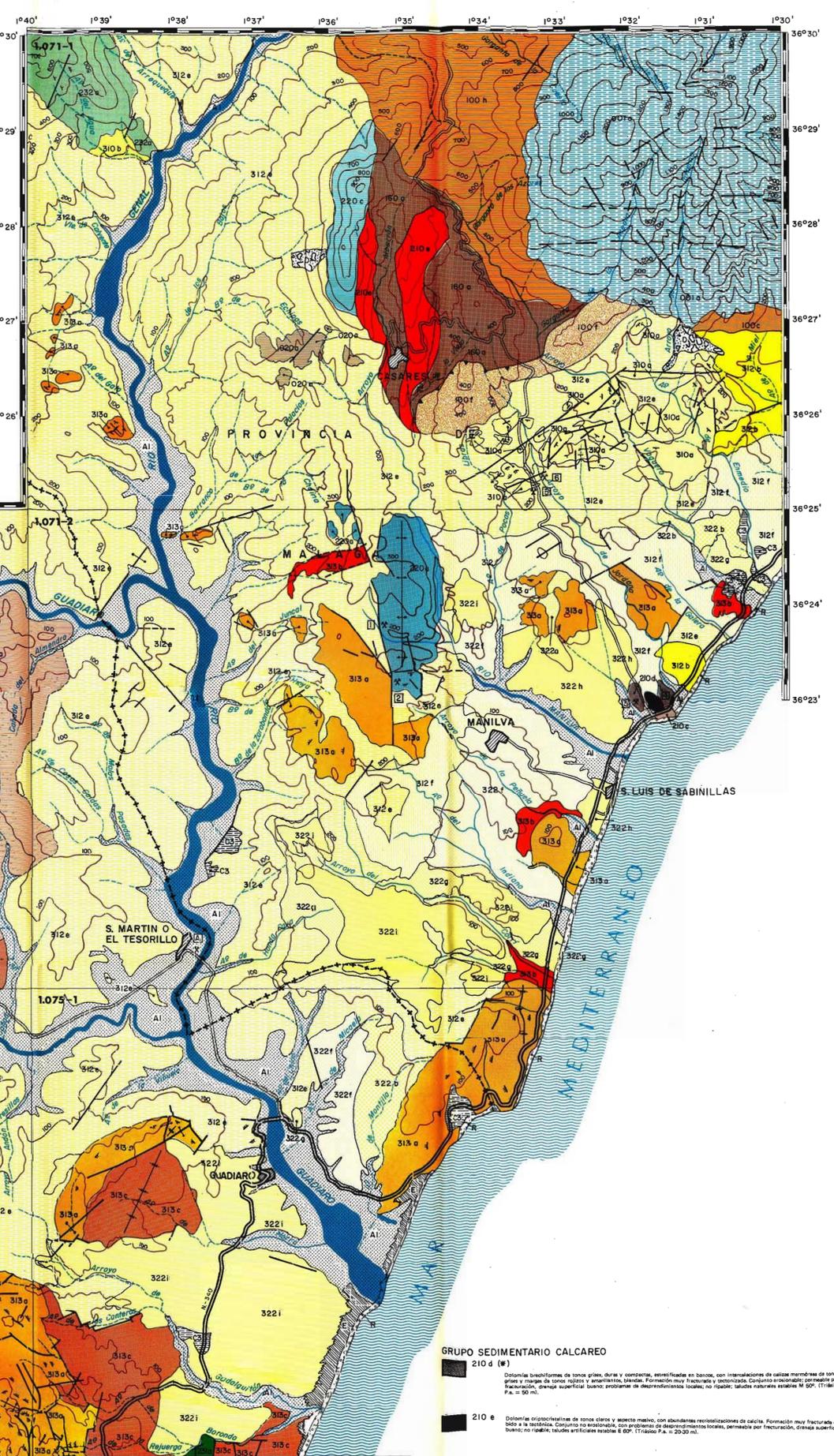
YACIMIENTOS GRANULARES					
DENOMINACION	HOJA (1/50000)	GRUP LIT	TIPO DE ROCA	ACCESOS	
A	1071-2	A 1	Cantos redondeados de cuarcita y caliza con matriz areno-limosa	Buen acceso por S. Enrique Buen acceso	
B	1072-1	T 1	Cantos de peridotitas y mármoles y pizarras		

## 6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

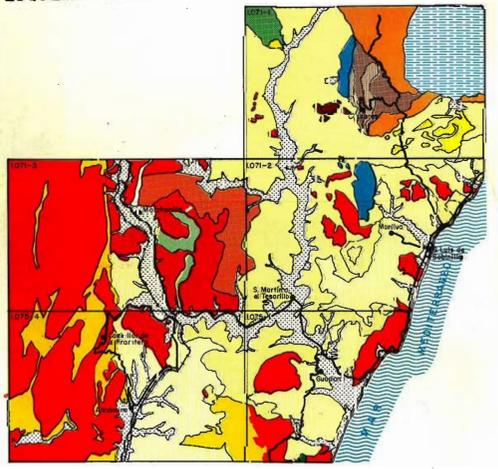
- DIDON, J. (1960).— “Le Flysch gaditan au Nord et au Nord—Est d’Algeciras”. Bull. Soc. Geol. France (7) T. II p. 352—361.
- DIDON, J. (1961).— “Les unités ultra—bétiques de la zone du Flysch gaditan au Nord—Est d’Algeciras’ (Schema tectonique et interpretation paleogeographique).
- DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES.— “Datos climáticos para carreteras”, Madrid 1964.
- DURAND DELGA, M. (1960).— “Existencia de un Flysch margo—yesoso del Titónico—Neocomiense al Norte de Gibraltar” (España Meridional). Not. y com. Inst. Geol. y Minero de España. núm. 57 (P. 193—198).
- DURR, St. H. (1967).— “Geologie der Serrania de Ronda und ihrer südwestlichen Ausläufer (Andalusien). Geol. Romana. vol. VI, pp. 1—73.
- FALLOT, P. (1948).— “Les Cordilleres Bétiques”. Est. Geol. núm. 8 (p. 83—172).
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO  
Mapa geológico de España E 1: 200.000. Memoria explicativa de la hoja núm. 87 Algeciras.
- LOTZE, F. (1969).— “El cámbrico de España”. Mem. del Int. Geol. y Min. de España.
- MAUTHE, F. (1971).— “La geología de la Serranía de Ronda” (Cordillera Bética Occidental). Bol. Geol. Min. T—LXXXII (p.1.36).
- M.O.P. (1975).— Estudio Previo de Terrenos. Tramo: Rute—Málaga.

MAPA LITOLOGICO ESTRUCTURAL ESCALA 1:50.000

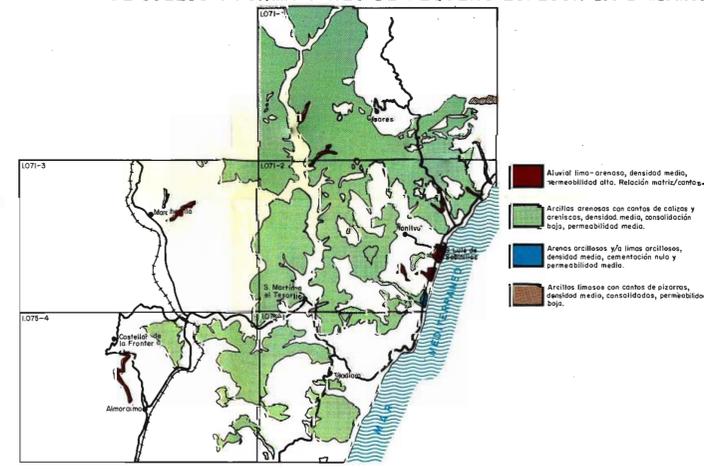
- DEPOSITOS RECIENTES**
- A1: Aluvial limo-arenoso con cantos redondeados y heterogéneos de cuarcita y calizas... (Criterio P.A. = 10 m)
  - C3: Coluvión... (Criterio P.A. = 15 m)
  - R: Arena poligonal de granularidad media... (Criterio P.A. = 310 m)
  - D: Cono de deposición... (Criterio P.A. = 110 m)
- GRUPO METAMORFICO PIZARROSO**
- 100 c: Pizarra de color gris oscuro... (Criterio P.A. = 250-300 m)
  - 313 a: Arenas silíceas de grano fino... (Criterio P.A. = 100-300 m)
  - 313 b: Arenas de grano fino y tonos claros... (Criterio P.A. = 100-300 m)
  - 313 c: Arenas de grano fino de color gris claro... (Criterio P.A. = 20-30 m)
  - 322 c: Brecha de cantos angulosos... (Criterio P.A. = 10-30 m)
- GRUPO DETRITICO**
- 160 a: Alternancia irregular de cuarcitas y filitas... (Criterio P.A. = 100-25 m)
  - 311 a: Alternancia irregular de conglomerados y margas... (Criterio P.A. = 200 m)
  - 322 g: Arenas silíceas de grano fino... (Criterio P.A. = 20-50 m)
  - 322 i: Alternancia irregular de areniscas y margas... (Criterio P.A. = 100 m)
- ROCAS ULTRABASICAS**
- 001 a: Píritas de color verde oscuro... (Criterio P.A. = 50 m)
- GRUPO METAMORFICO CALCAREO**
- 020 a: Mármol... (Criterio P.A. = 200 m)
  - 312 f: Alternancia irregular de areniscas y margas... (Criterio P.A. = 50 m)



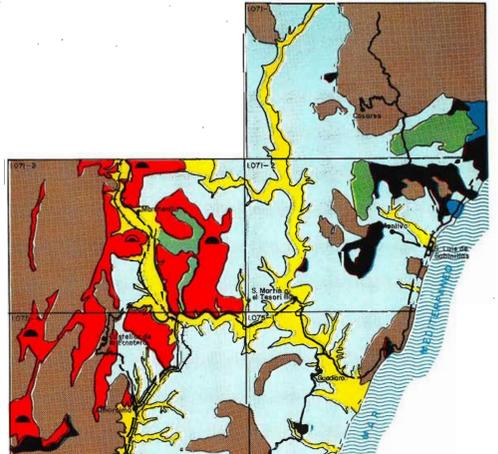
ESQUEMA GEOLOGICO ESCALA 1:200.000



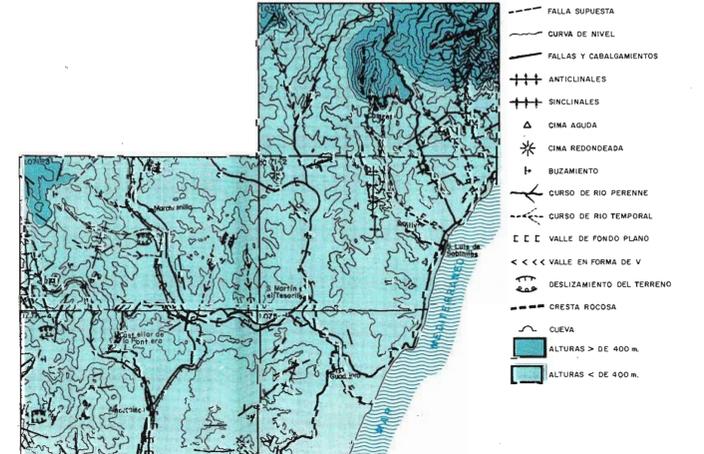
ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR ESCALA 1:200.000



ESQUEMA GEOTECNICO ESCALA 1:200.000



ESQUEMA GEOMORFOLOGICO ESCALA 1:200.000



GRUPO SEDIMENTARIO CALCAREO

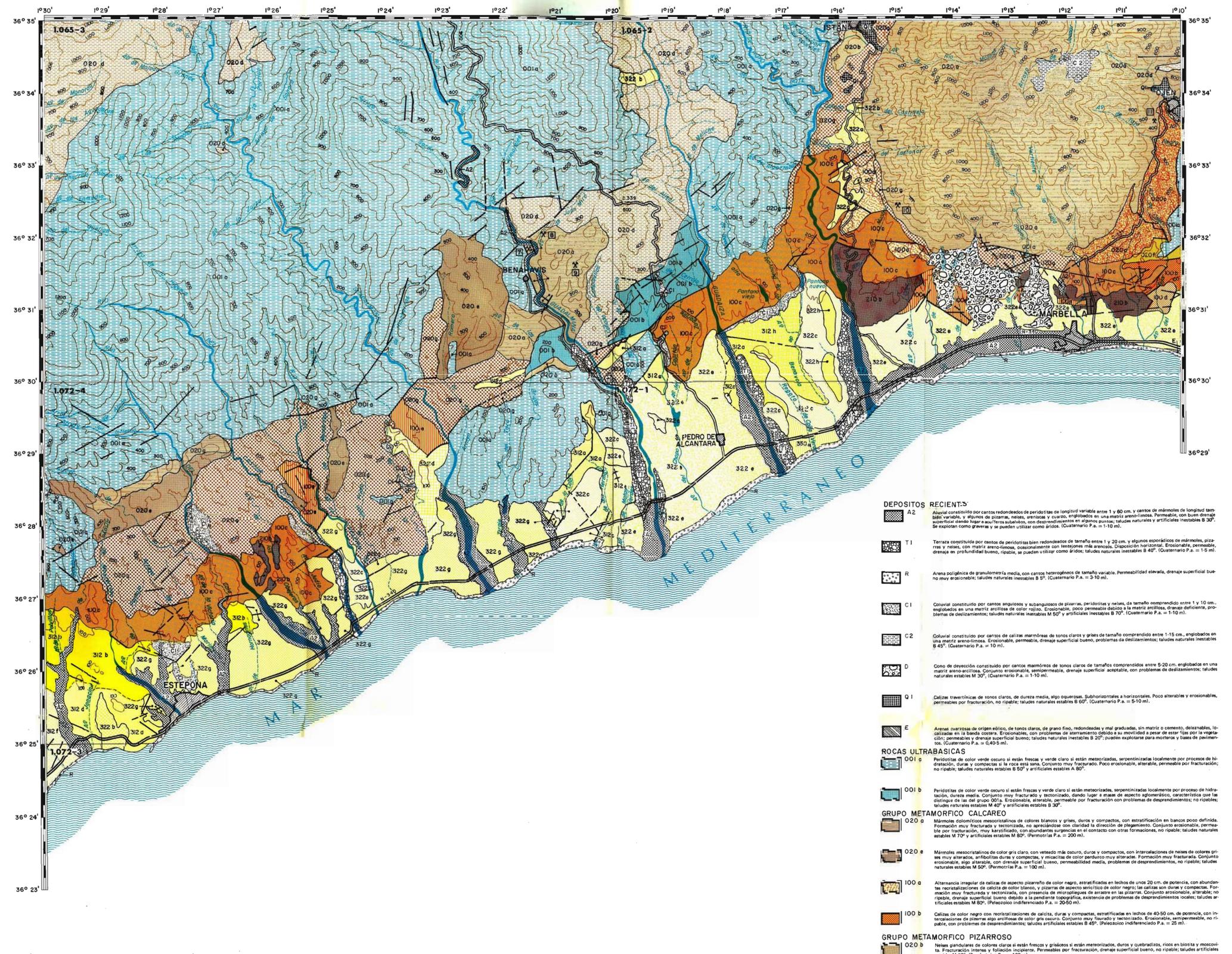
- 210 a: Calizas... (Criterio P.A. = 50 m)
- 210 b: Calizas... (Criterio P.A. = 20-30 m)
- 220 a: Calizas... (Criterio P.A. = 100-300 m)
- 220 c: Calizas... (Criterio P.A. = 100-300 m)
- 230 a: Alternancia irregular de calizas y margas... (Criterio P.A. = 100-300 m)
- 231: Calizas... (Criterio P.A. = 80-100 m)
- 232 c: Alternancia de calizas... (Criterio P.A. = 30-50 m)
- 310 a: Calizas... (Criterio P.A. = 100 m)

GRUPO MARGO ARCILLOSO

- 310 b: Arcillas... (Criterio P.A. = 50 m)
- 312 b: Alternancia irregular de margas... (Criterio P.A. = 50-80 m)
- 312 c: Alternancia irregular de areniscas... (Criterio P.A. = 50-80 m)
- 321: Alternancia irregular de margas... (Criterio P.A. = 50-100 m)
- 322 f: Alternancia irregular de margas... (Criterio P.A. = 50-60 m)
- 322 h: Margas... (Criterio P.A. = 20-30 m)
- 322 m: Alternancia irregular de areniscas... (Criterio P.A. = 50-100 m)

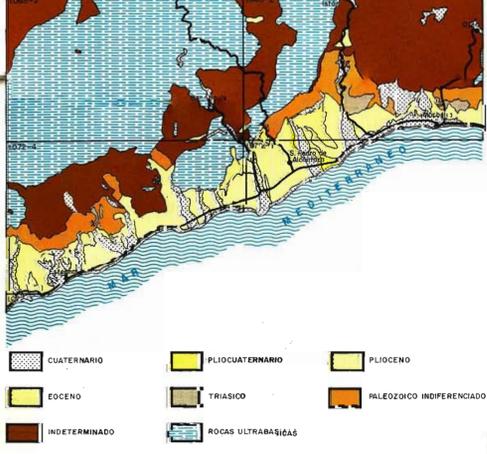
SIEMBOLOGIA

- FALLA OBSERVADA
- FALLA SUPUESTA
- CONTACTO OBSERVADO
- CONTACTO SUPUESTO
- ANTICLINAL
- SINCLINAL
- BUZAMIENTO DE 0° A 30°
- BUZAMIENTO DE 30° A 60°
- BUZAMIENTO DE 60° A 90°
- CANTERA
- P.O. POTENCIA APROXIMADA



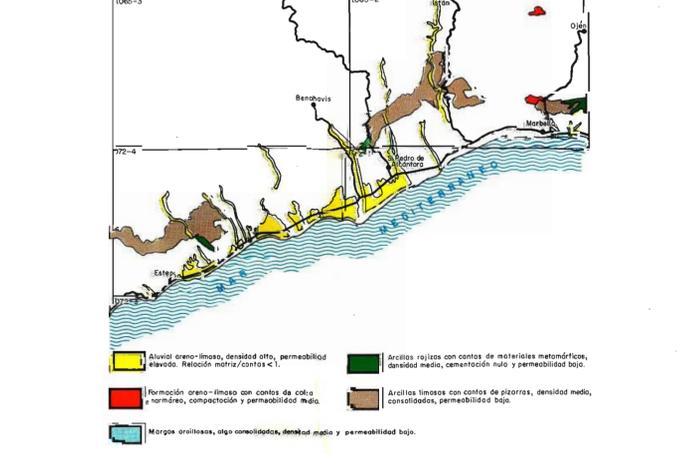
- DEPOSITOS RECIENTES**
- A2 Aluvial constituido por cantos redondeados de peridotitas de longitud variable entre 1 y 60 cm, y cantos de mármol de longitud variable, en matriz arenosa, pedregosa y cuarcosa, estratificada en una matriz arenosa. Dirección horizontal. Erosionable, permeable, drenaje superficial dando lugar a afloramientos subterráneos, con desprendimientos en algunos puntos; taludes naturales inestables B 30°. Se explota como grava y se pueden utilizar como áridos. (Cuaternario P.a. = 1-10 m).
  - T1 Terraza constituida por cantos de peridotitas bien redondeados de tamaño entre 1 y 20 cm, y algunos esporádicos de mármol, arenas y neles, en matriz arenosa, pedregosa y cuarcosa, estratificada en una matriz arenosa. Dirección horizontal. Erosionable, permeable, drenaje en profundidad bueno, ripable, se pueden utilizar como áridos; taludes naturales inestables B 40°. (Cuaternario P.a. = 1-5 m).
  - R Arena poligénica de granulometría media, con cantos heterogéneos de tamaño variable. Permeabilidad elevada, drenaje superficial bueno, no muy erosionable; taludes naturales inestables B 5°. (Cuaternario P.a. = 3-10 m).
  - C1 Coluvial constituido por cantos angulosos y subangulosos de pizarras, peridotitas y neles, de tamaño comprendido entre 1 y 10 cm, englobados en una matriz arcillosa de color rojo. Erosionable, poco permeable debido a la matriz arcillosa, drenaje deficiente, problemas de deslizamientos; taludes naturales inestables M 50°. (Cuaternario P.a. = 1-10 m).
  - C2 Coluvial constituido por cantos de calizas mármoleas de tonos claros y grises de tamaño comprendido entre 1-15 cm, englobados en una matriz arenosa. Erosionable, permeable, drenaje superficial bueno, con problemas de deslizamientos; taludes naturales inestables B 45°. (Cuaternario P.a. = 10 m).
  - D Cono de deposición constituido por cantos mármoleos de tonos claros de tamaños comprendidos entre 5-20 cm, englobados en una matriz arenosa. Erosionable, permeable, drenaje superficial adecuado, con problemas de deslizamientos; taludes naturales inestables M 30°. (Cuaternario P.a. = 1-10 m).
  - Q1 Calizas travertínicas de tonos claros, de dureza media, algo quebradas. Subhorizontales a horizontales. Poco alteradas y erosionables, permeables por fracturación; no ripable; taludes naturales inestables B 60°. (Cuaternario P.a. = 5-10 m).
  - E Arenas cuarzosas de origen eólico, de tonos claros, de grano fino, redondeadas y mal graduadas, sin matriz o cemento, desintegrables, localizadas en la banda costera. Erosionables, con problemas de asentamiento debido a su movilidad a pesar de estar firmes por la cimentación; permeables y drenaje superficial bueno; taludes naturales inestables B 20°. Pueden explotarse para morteros y bases de pavimentos. (Cuaternario P.a. = 0-40 m).
- ROCAS ULTRABASICAS**
- 001 g Peridotitas de color verde oscuro si están frescas y verde claro si están meteorizadas, serpentinizadas localmente por procesos de hidratación, duras y compactas si la roca está sana. Conjunto muy fracturado. Poco erosionable, alterable, permeable por fracturación; no ripable; taludes naturales inestables B 50° y artificiales inestables A 80°.
  - 001 b Peridotitas de color verde oscuro si están frescas y verde claro si están meteorizadas, serpentinizadas localmente por procesos de hidratación, dureza media. Conjunto muy fracturado y tectónico, dando lugar a zonas de aspecto agrietado, características de la litología de las del grupo 001. Erosionable, alterable, permeable por fracturación con problemas de desprendimientos; no ripable; taludes naturales inestables M 70° y artificiales inestables B 40°.
- GRUPO METAMORFICO CALCAREO**
- 020 a Mármol dolomítico mesocrístico de colores blancos y grises, duros y compactos, con estratificación en bancos poco definidos. Formación muy fracturada y tectónica, con apreciaciones con claridad la dirección de alineamiento. Conjunto erosionable, permeable por fracturación, muy karstificado, con abundantes surgencias en el contacto con otras formaciones, no ripable; taludes naturales inestables M 70° y artificiales inestables M 80°. (Permian P.a. = 200 m).
  - 020 e Mármol mesocrístico de color gris claro, con veteados más oscuros, duros y compactos, con intercalaciones de neles de colores grises muy alterados, anfilitas duras y compactas, y micacitas de color pardusco muy alteradas. Formación muy fracturada. Conjunto erosionable, algo alterable, con drenaje superficial bueno, permeabilidad media, problemas de desprendimientos, no ripable; taludes naturales inestables M 50°. (Permian P.a. = 100 m).
  - 100 a Alternancia irregular de calizas de aspecto pizarroso de color negro, estratificadas en lechos de unos 20 cm, de potencia, con abundantes recristalizaciones de calizas de color blanco, y pizarras de aspecto sericítico de color negro; las calizas son duras y compactas. Formación muy fracturada y tectónica, con apreciaciones con claridad la dirección de alineamiento. Conjunto erosionable, alterable, no ripable, drenaje superficial bueno debido a la pendiente topográfica, existencia de problemas de desprendimientos locales; taludes artificiales inestables B 80°. (Paleozoico indiferenciado P.a. = 20-50 m).
  - 100 b Calizas de color negro con recristalizaciones de calizas, duras y compactas, estratificadas en lechos de 40-50 cm, de potencia, con intercalaciones de pizarras de color negro. Formación muy fracturada y tectónica, con apreciaciones con claridad la dirección de alineamiento. Conjunto erosionable, alterable, no ripable, con problemas de desprendimientos; taludes artificiales inestables B 45°. (Paleozoico indiferenciado P.a. = 25 m).
- GRUPO METAMORFICO PIZARROSO**
- 020 b Neles granulares de colores claros si están frescos y grisesos si están meteorizados, duros y quebradizos, ricos en biotita y moscovita. Fracturación intensa y foliación incipiente. Permeables por fracturación, drenaje superficial bueno, no ripable; taludes artificiales inestables B 60°. (Precámbrico P.a. = 100 m).
  - 020 c Neles de tonos oscuros, ricos en feldespato, alterados en superficie, blandos si la alteración es intensa, con intercalaciones de anfilitas de grano grueso y color verde oscuro, duros y compactos; con intrusiones esporádicas en el conjunto de diques de azules de tonos claros y grano fino. Formación muy fracturada y tectónica, muy desintegrada, y que localmente pasa a ortocuarcas. Formación algo erosionable, con problemas de desprendimientos y deslizamientos, drenaje superficial bueno; no ripable; taludes artificiales inestables M 70°. (Permian P.a. = 100 m).
  - 020 f Neles de textura fina, ricos en biotita y moscovita, estratificados por diques de diques de color azul verdoso, duros y compactos. Formación muy fracturada y tectónica, con apreciaciones con claridad la dirección de alineamiento. Conjunto erosionable, alterable, permeable por fracturación, drenaje superficial bueno debido a la pendiente topográfica, existencia de problemas de desprendimientos locales; taludes artificiales inestables B 40°. (Paleozoico P.a. = 100 m).
  - 020 g Neles de textura fina de color oscuro, ricos en biotita y moscovita, muy alterados en superficie dando lugar en ocasiones a una pequeña matriz arenosa. Erosionable y fracturada, dando lugar a zonas de aspecto agrietado, características de la litología de las del grupo 001. Formación muy fracturada y tectónica, con apreciaciones con claridad la dirección de alineamiento. Conjunto erosionable, permeable por fracturación, drenaje superficial bueno debido a la pendiente topográfica; taludes naturales inestables A 45°. (Permian P.a. = 120 m).
  - 100 c Pizarras de color gris oscuro, algo arcillosas y en ocasiones silíceas, de dureza elevada, con intercalaciones de areniscas y conglomerados, estratificadas en bancos; las areniscas son de grano fino y naturaleza silíceas, color amarillento y duras elevadas, estratificadas en bancos; los conglomerados son de grano grueso y naturaleza silíceas, con cementación silícea. Dirección N 5° y buzamiento 10° a 20° E, con fracturación intensa. Conjunto permeable por fracturación; no ripable; drenaje superficial bueno; problemas de desprendimientos locales; taludes naturales inestables M 50°. (Paleozoico indiferenciado P.a. = 250-300 m).
  - 100 e Pizarras arcillosas y silíceas de color negro azulado de elevada dureza y compactidad, alteradas superficialmente a arcillas. Formación muy fracturada y tectónica. Conjunto erosionable y alterable, no ripable, drenaje superficial deficiente, con problemas de desprendimientos locales; taludes naturales inestables M 45°. (Paleozoico indiferenciado P.a. = 60-80 m).
- GRUPO DETRITICO**
- 100 d Gravas de color grisverdoso, de grano grueso, aspecto arenoso, ricas en cuarzo y feldespato, con intercalaciones de conglomerados y pizarras duras y compactas; los conglomerados de cantos de cuarzo redondeados y cemento silíceo, duros y compactos; las pizarras son arcillosas de color oscuro y aspecto saturado, duras. Formación muy fracturada y tectónica. Conjunto erosionable, drenaje superficial bueno debido a la pendiente topográfica, problemas de desprendimientos locales; taludes naturales inestables B 30°. (Paleozoico indiferenciado P.a. = 50 m).
  - 210 b Conglomerado de naturaleza silíceas, de color rojo, compuesto de cantos de cuarcita y cuarzo fundamentalmente, y alguno esporádico de mármol, en matriz arenosa y cemento silíceo. Formación muy fracturada y tectónica, con intercalaciones de areniscas de grano fino de color muy alterado y estructura aparente. Conjunto erosionable, alterable, impermeable; no ripable; taludes naturales inestables B 45°. (Triásico P.a. = 30 m).
  - 312 c Areniscas de grano grueso de tonos claros y naturaleza silíceas, con cemento calcáreo, desintegrables, con intercalaciones esporádicas de lechos margosos de color amarillento y de areniscas compactas de grano grueso. Formación horizontal sin fracturación aparente. Conjunto erosionable, permeable, drenaje superficial bueno; ripable; taludes naturales inestables M 30°. (Eoceno P.a. = 20 m).
  - 312 d Areniscas de grano fino de color rojo-amarillento, duras, estratificadas en lechos de 20-40 cm, con intercalaciones esporádicas de niveles de margas de color amarillento, de dureza media, desintegrables, y niveles de calizas ripables de color rojo, con problemas de desprendimientos; taludes artificiales inestables B 30° y 50°. (Eoceno P.a. = 50 m).
  - 312 f Alternancia irregular de areniscas y margas estratificadas en lechos y capas de potencia variable, las areniscas de grano fino y color amarillento, de naturaleza silíceas, duras y compactas, las margas arenosas de tonos parduscos, blandas y algo desintegrables. Formación poco o nada fracturada en disposición subhorizontal. Conjunto erosionable, alterable, con desprendimientos locales, drenaje superficial bueno, ripable en la zona de margas; taludes naturales inestables A 40°. (Eoceno P.a. = 50 m).
  - 322 a Brecha de cantos angulosos de naturaleza mármolea muy cementada por carbonatos, envueltos en una matriz arcillosa, de dureza media. Estratificación cáctica sin fracturación aparente. Conjunto alterable, no ripable, permeable, drenaje superficial bueno; problemas de desprendimientos; taludes artificiales inestables B 40°. (Plioceno P.a. = 10-30 m).
  - 322 b Brecha de borde de cuenca constituida por cantos de peridotita, arenisca y esporádicos de calizas, con tamaños que oscilan entre 2 y 6 cm, de tonos oscuros y cemento silíceo. Formación de cantos redondeados y fracturación aparente. Conjunto alterable, semipermeable, drenaje superficial bueno, no ripable; taludes artificiales inestables B 45°. (Plioceno P.a. = 5-10 m).
  - 322 c Conglomerado de cantos alterados de peridotitas fundamentalmente, con algunos esporádicos de pizarras y neles de tamaño entre 1 y 60 cm, englobados en una matriz arenosa arcillosa con cemento silíceo, estratificadas en lechos de 40 cm de espesor. Formación horizontal, algo fracturada. Conjunto erosionable, semipermeable, drenaje superficial bueno; no ripable; taludes naturales inestables M 45°. (Plioceno P.a. = 20 m).
  - 322 d Conglomerado de cantos alterados de peridotitas y algunos esporádicos de pizarras y neles, estratificadas en lechos de unos 30 cm, de potencia con cemento silíceo y dureza elevada, con intercalaciones de areniscas margosas de grano fino y tonos claros, estratificadas en lechos de unos 30 cm, de potencia, blandas y desintegrables. Formación con dirección horizontal sin fracturación aparente. Conjunto erosionable, semipermeable, drenaje superficial bueno, no ripable; taludes naturales inestables B 30°. (Plioceno P.a. = 30 m).
  - 322 e Areniscas margosas de grano fino y tonos claros, con abundantes restos de conchas estratificadas en lechos de 30-40 cm, de potencia, fuertemente cementadas en algunos puntos, blandas y desintegrables, con intercalaciones esporádicas de margas de tonos claros, estratificadas en lechos de unos 30 cm, de potencia, blandas y desintegrables. Formación con dirección horizontal sin fracturación aparente. Conjunto erosionable, drenaje superficial bueno, permeabilidad media, con problemas de desprendimientos locales; ripable; taludes artificiales inestables B 30°. (Plioceno P.a. = 60 m).
  - 322 g Areniscas calcáreas de grano fino y aspecto molástico, de tonos claros, estratificadas en capas de 50-80 cm, de potencia, con abundantes restos de conchas y cemento silíceo. Formación subhorizontal poco o nada fracturada. Conjunto erosionable, permeable, drenaje superficial bueno, ripable; taludes naturales inestables B 40°. (Plioceno P.a. 20-60 m).
- GRUPO MARGO ARCILLOSO**
- 312 a Margas de color verdoso, de aspecto pizarroso en algunos puntos, estratificadas en lechos de unos 20 cm, de potencia, blandas y desintegrables, con intercalaciones de lechos de areniscas de grano grueso, tonos claros, cemento silíceo, y lechos de calizas margosas que pasan lateralmente a calizas arenosas. Disposición subhorizontal. Conjunto erosionable, permeabilidad baja, drenaje superficial deficiente; ripable; taludes naturales inestables B 30°. (Eoceno P.a. = 10-20 m).
  - 312 b Alternancia irregular de margas y areniscas con intercalaciones de calizas. Margas de tonos violáceos, estratificadas en lechos de 20-50 cm, blandas y desintegrables. Areniscas de grano fino y naturaleza silíceas, con cemento carbonatado, de tonos amarillentos, estratificadas en lechos de unos 30 cm, de potencia, blandas y desintegrables. Formación con dirección horizontal sin fracturación aparente. Conjunto erosionable, drenaje superficial bueno, permeabilidad media, con problemas de desprendimientos importantes; ripable; taludes artificiales inestables B 40°. (Eoceno P.a. = 60-80 m).
  - 312 h Margas arcillosas algarradas de tonos oscuros y aspecto masivo, con superficies satinadas y presencia de sulfatos, se alteran en superficie dando lugar a arcillas. Disposición subhorizontal sin fracturación aparente. Conjunto erosionable, impermeable, no alterable, drenaje superficial deficiente; ripable; taludes artificiales inestables B 15°. (Plioceno P.a. = 10-15 m).
  - 322 h Margas arenolimosas de tonos claros y amarillentos con bajo porcentaje de carbonatos, algo duras y compactas. Disposición horizontal sin fracturación aparente. Conjunto erosionable, alterable, permeable por fracturación, drenaje superficial bueno; ripable; taludes naturales inestables B 30°. (Plioceno P.a. = 20-30 m).
  - 350 a Arcillas de naturaleza limo-arenosa de aspecto masivo, de color rojo, con grava constituida por cantos de peridotitas, neles y alguno de cuarzo. No se aprecia ningún tipo de estructura. Conjunto erosionable, impermeable, no alterable, drenaje superficial deficiente; ripable; taludes artificiales inestables B 15°. (Plioceno P.a. = 10-15 m).
- En las proximidades de este grupo algunos autores citan la existencia de yesos que en nuestro caso no fueron vistos.

ESQUEMA GEOLOGICO ESCALA 1:200.000



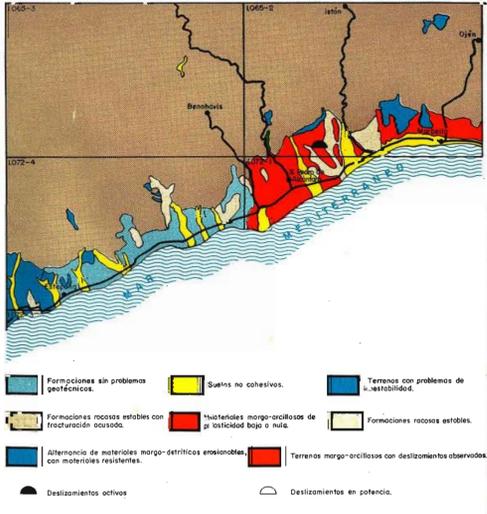
- |               |                    |                       |
|---------------|--------------------|-----------------------|
| CUATERNARIO   | PLIOCENARIO        | PLIOCENO              |
| EOCENO        | TRIASICO           | PALEOZOICO INDEFINIDO |
| INDETERMINADO | ROCAS ULTRABASICAS |                       |

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



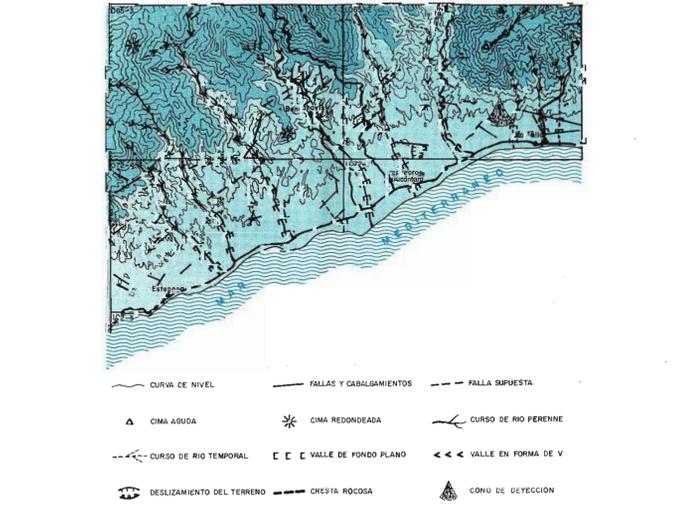
- Aluvial arena-limoso, densidad alta, permeabilidad elevada. Relación márgen/cantos < 1.
- Formación arena-limoso con cantos de color homogéneo, compacto y permeabilidad media.
- Margos arcillosos, algo consolidados, densidad media y permeabilidad baja.
- Arcillas rojizas con cantos de materiales metamórficos, densidad media, cementación nula y permeabilidad baja.
- Arcillas limosas con cantos de pizarras, densidad media, consolidadas, permeabilidad baja.

ESQUEMA GEOTECNICO ESCALA 1:200.000



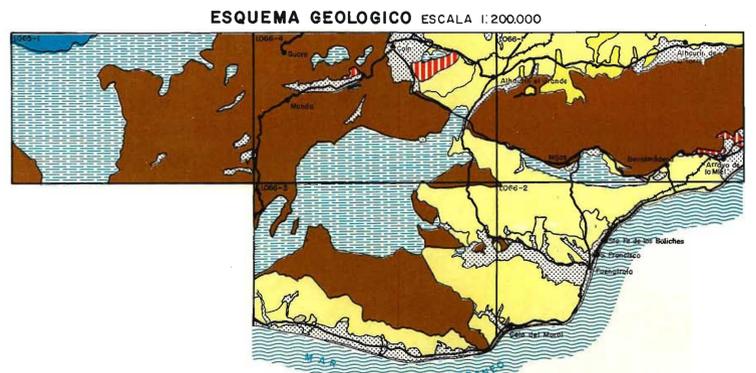
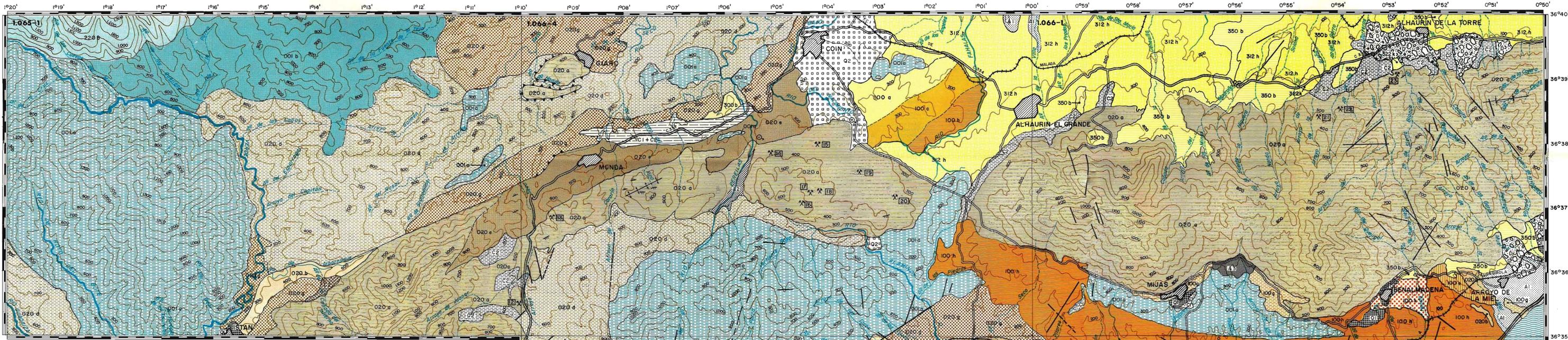
- |   |  |  |
|---|--|--|
| Formaciones sin problemas geotécnicos.  | Suelos no cohesionados.                                  | Terrenos con problemas de estabilidad. |
| Formaciones ricas estables con fracturación oculta.                                 | Margas margo-arcillosas de plasticidad baja a nula.      | Formaciones ricas estables.            |
| Alternancia de materiales margo-detriticos emulsionados con materiales resistentes. | Terrenos margo-arcillosos con deslizamientos observados. |  |
| Deslizamientos activos.   | Deslizamientos en potencia.                              |  |

ESQUEMA GEOMORFOLOGICO ESCALA 1:200.000

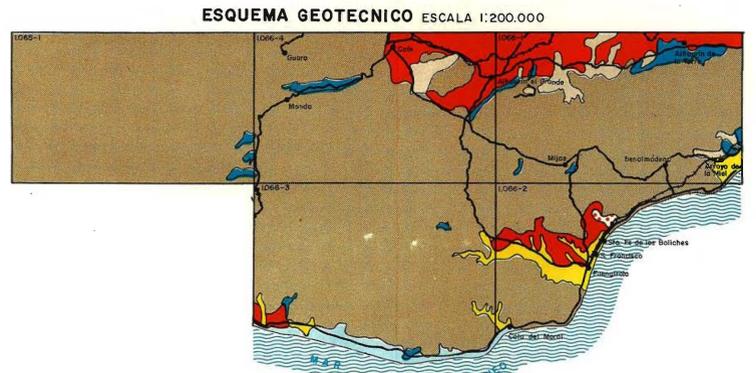


- CURVA DE NIVEL
- FALLAS Y CABALGAMIENTOS
- FALLA SUPUESTA
- CIMA AGUDA
- CIMA REDONDEADA
- CURSO DE RIO PERENNE
- CURSO DE RIO TEMPORAL
- VALLE DE FONDO PLANO
- VALLE EN FORMA DE V
- DESPLAZAMIENTO DEL TERRENO
- CRESTA ROCOSA
- CONO DE DERECCION
- ALTURAS > 400m.
- ALTURAS < 400m.

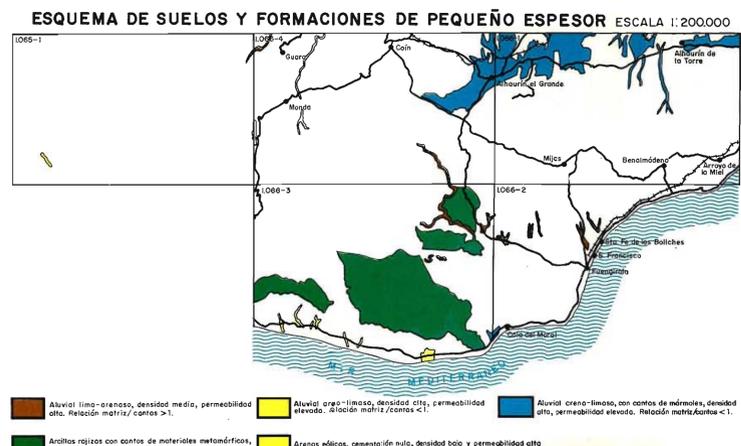
MAPA LITOLOGICO ESTRUCTURAL ESCALA 1:50.000



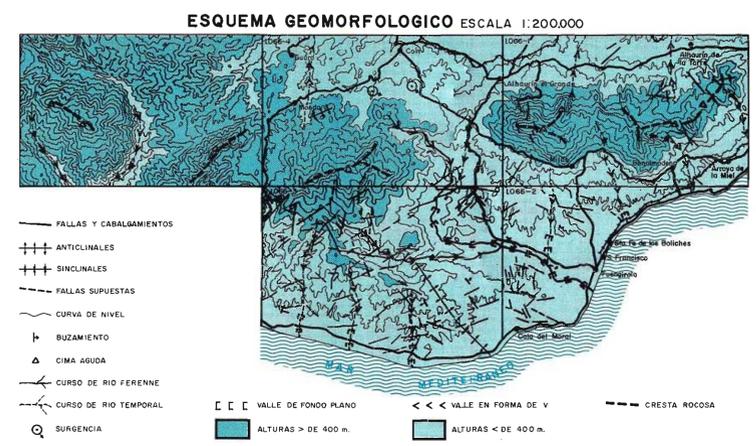
- CUATERNARIO
- PLIO-CUATERNARIO
- PLIOCENO
- EOCENO
- TERCIARIO INDEFERENCIADO
- JURASICO INDEFERENCIADO
- TRIASICO INDEFERENCIADO
- PALEOZOICO INDEFERENCIADO
- INDIFERENCIADO
- ROCAS ULTRABASICAS



- Formaciones rocosas estables.
- Terrenos con problemas de inestabilidad
- Arenas edicas mal graduadas, de mediana composicion y móviles si no están fijados por la vegetación.
- Formaciones rocosas estables con fracturación densa.
- Suelos no cohesivos.
- Zona de yesos.
- Materiales arcillosos de plasticidad bajo o nula.



- Aluvial limo-arenoso, densidad media, permeabilidad alta. Relación matriz/cantos > 1.
- Aluvial limo-arenoso, densidad alta, permeabilidad elevada. Relación matriz/cantos < 1.
- Aluvial limo-arenoso, con cantos de mármol, densidad alta, permeabilidad elevada. Relación matriz/cantos < 1.
- Arcillosos rocosos con cantos de materiales metamórficos, densidad media, cohesión nula y permeabilidad baja.
- Aluvial limo-arenoso, densidad baja, permeabilidad alta.
- Arenas edicas, cohesión nula, densidad baja y permeabilidad alta.



- FALLAS Y CABALMIENTOS
- ANTICLINALES
- SINCLINALES
- FALLAS SUPUESTAS
- CURVA DE NIVEL
- BUZAMIENTO
- CIMA AGUDA
- CURSO DE RIO FERENNE
- CURSO DE RIO TEMPORAL
- SURGENCIA
- VALLE DE FONDO PLANO
- VALLE EN FORMA DE V
- CRESTA ROCOSA
- ALTURAS > DE 400 m.
- ALTURAS < DE 400 m.

- GRUPO METAMORFICO CALCAREO**
  - 020g
  - 020e
  - 100a
  - 100b
  - 100i
  - 020b
  - 020c
  - 020d
  - 020f
  - 020g
  - 100c
  - 100e
  - 100f
  - 100g
  - 100h
  - 100k
  - 100l
- GRUPO METAMORFICO PIZARREÑO**
  - 020b
- CUATERNARIO**
  - A1
  - A2
  - A3
  - Q1
  - Q2
  - D
  - E
  - C1
  - C2
  - T1
  - R
- GRUPO SEDIMENTARIO CALCAREO**
  - 210 d
  - 220 b
  - 300 a
  - 300 b
  - 210 a
  - 210 b
  - 322 e
  - 322 h
- GRUPO DETRITICO**
  - 100 d
  - 210 a
  - 210 b
  - 322 e
  - 322 h
- ROCAS ULTRABASICAS**
  - 001g
  - 001b
- GRUPO MARGO ARCILLOSO**
  - 322 h

- SIMBOLOGIA**
- FALLA SUPUESTA
  - FALLA OBSERVADA
  - CONTACTO SUPUESTO
  - CONTACTO OBSERVADO
  - CABALMIENTO
  - ANTICLINAL
  - SINCLINAL
  - SURGENCIA
  - CANTERA
  - BUZAMIENTO DE 0° A 30°
  - BUZAMIENTO DE 30° A 60°
  - BUZAMIENTO DE 60° A 90°
  - POTENCIA APROXIMADA

