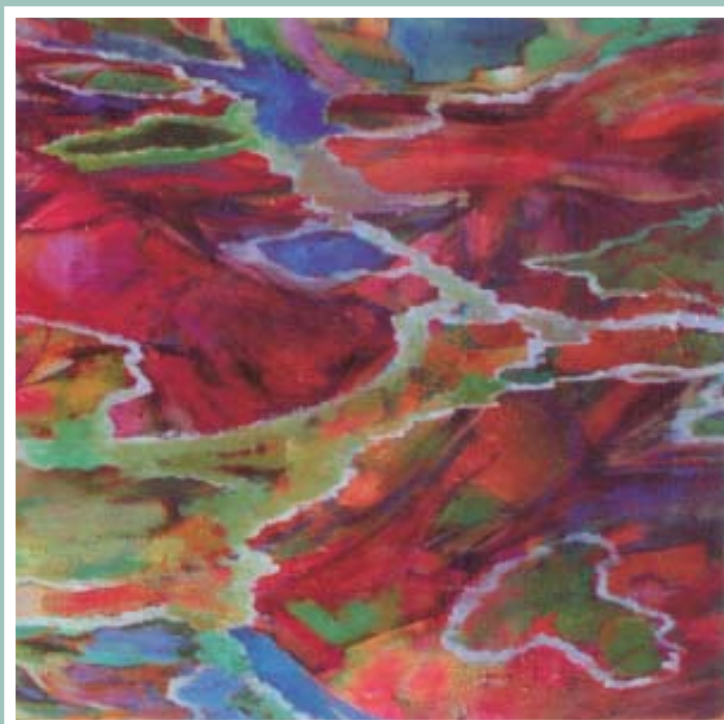


# Estudio Previo de Terrenos

---

Itinerario Badajoz - Sevilla  
Tramo: Santa Olalla - Venta del Alto



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

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

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

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

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

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

serie monografías

# Estudio Previo de Terrenos

---

Itinerario Badajoz - Sevilla  
Tramo: Santa Olalla - Venta del Alto



Ministerio de Obras Públicas, Transportes  
y Medio Ambiente  
Secretaría General para las Infraestructuras del Transporte Terrestre  
Dirección General de Carreteras  
1994

## INDICE

|  | Pag. |
|--|------|
| <b>1. INTRODUCCION</b> .....   | 5    |
| <b>2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO</b> .....                       | 9    |
| 2.1. CLIMATOLOGIA.....   | 9    |
| 2.2. TOPOGRAFIA.....   | 10   |
| 2.3. GEOMORFOLOGIA.....  | 15   |
| 2.4. ESTRATIGRAFIA.....  | 17   |
| 2.5. TECTONICA.....  | 18   |
| 2.6. SISMICIDAD.....   | 21   |
| <b>3. ESTUDIO DE ZONAS</b> .....                                     | 25   |
| 3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO.....                     | 25   |
| 3.1. ZONA 1: ZONA DE SIERRAS MONTAÑOSAS.....                         | 25   |
| 3.1.1. Geomorfología.....  | 25   |
| 3.1.2. Tectónica.....  | 26   |
| 3.1.3. Columna estratigráfica.....                                   | 33   |
| 3.1.4. Grupos litológicos.....                                       | 34   |
| 3.1.5. Grupos geotécnicos.....                                       | 59   |
| 3.1.6. Resumen de problemas geotécnicos<br>que presenta la Zona..... | 60   |
| 3.2. ZONA 2: ZONA DE RELIEVE ACCIDENTADO.....                        | 63   |
| 3.2.1. Geomorfología.....  | 63   |
| 3.2.2. Tectónica.....  | 64   |
| 3.2.3. Columna estratigráfica.....                                   | 64   |
| 3.2.4. Grupos litológicos.....                                       | 71   |
| 3.2.5. Grupos geotécnicos.....                                       | 92   |
| 3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos<br>que presenta la Zona..... | 94   |



|  |     |
|--|-----|
| 3.3. ZONA 3: ZONA DE MORFOLOGIA ALOMADA .....                                | 97  |
| 3.3.1. Geomorfología .....   | 97  |
| 3.3.2. Tectónica .....   | 98  |
| 3.3.3. Columna estratigráfica .....  | 98  |
| 3.3.4. Grupos litológicos .....  | 98  |
| 3.3.5. Grupos geotécnicos .....  | 111 |
| 3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos<br>que presenta la Zona .....        | 111 |
| <br>   |     |
| 4. <b>CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO</b> .....                           | 113 |
| 4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS .....                                 | 113 |
| 4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS .....                              | 113 |
| 4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS .....                                  | 114 |
| 4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS .....                                   | 115 |
| <br>   |     |
| 5. <b>INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS</b> .....                                | 119 |
| 5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO .....   | 119 |
| 5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS .....   | 119 |
| 5.3. YACIMIENTOS GRANULARES .....  | 122 |
| 5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES .....                         | 122 |
| 5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR<br>CON MAS DETALLE .....         | 124 |
| <br>   |     |
| 6. <b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> .....                                      | 127 |
| <br>   |     |
| 7. <b>ANEJOS</b> .....   | 129 |
| 7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS<br>COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS .....  | 131 |
| 7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS<br>DESCRIPCIONES GEOTECNICAS ..... | 133 |

## 1. INTRODUCCION

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

Dentro del itinerario Badajoz-Sevilla, el Estudio Previo de Terrenos del Tramo Santa Olalla-Venta del Alto se ubica entre las provincias de Huelva y Sevilla (Figura 1.1), y se reparte territorialmente de la siguiente manera:

- Huelva: 42%
- Sevilla: 58%

El Estudio comprende las siguientes Hojas y Cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

| Nº  | Hoja                        | Cuadrantes  |
|-----|-----------------------------|-------------|
| 918 | Santa Olalla del Cala       | 2 y 3       |
| 919 | Almadén de la Plata         | 3           |
| 939 | El Castillo de las Guardas  | 1, 2, 3 y 4 |
| 940 | Castilblanco de los Arroyos | 3 y 4       |
| 961 | Aznalcóllar                 | 1 y 4       |

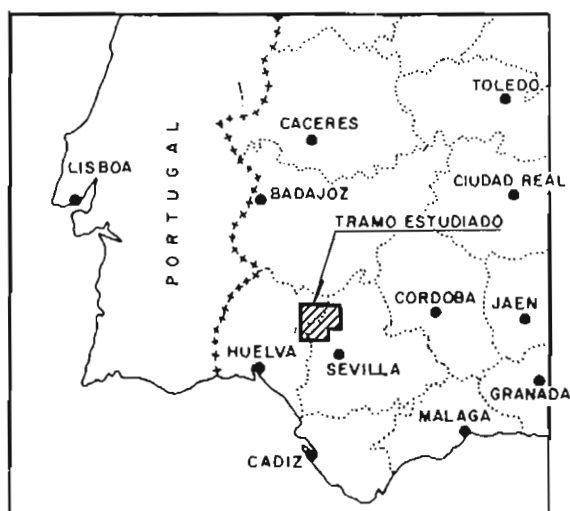


Figura 1.1.- Esquema de situación del Tramo.

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

- Recopilación y análisis de la bibliografía existente, tanto geológica como geotécnica, de la zona de estudio y de áreas próximas.
- Estudio fotogeológico sobre fotogramas aéreos a escala aproximada 1:33.000 (vuelo americano), del área de estudio.
- Comprobación del estudio fotogeológico, corrección del mismo y toma de datos en el campo, con la ayuda de planos a escala 1:50.000 del Servicio Geográfico del Ejército, los cuales han servido de base topográfica para la confección de los mapas litológico-estructurales, a escala 1:50.000, que forman parte de los Planos.

Lógicamente estas fases se han desarrollado paralelamente en el tiempo, solapándose entre sí.

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

Los resultados finales dimanantes de la ejecución del Estudio han sido plasmados en la presente Memoria, a la que se adjunta su cartografía correspondiente. La simbología de dicha cartografía corresponde a la inserta en el Pliego de Prescripciones Técnicas para los Estudios Previos de Terrenos, de la Dirección General de Carreteras, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

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

- Capítulo 1: Introducción.
- Capítulo 2: Recoge las características generales del Tramo estudiado.
- Capítulo 3: Se divide el Tramo en Zonas de estudio, de acuerdo con criterios geomorfológicos, y se hace un análisis pormenorizado, desde el punto de vista geológico-geotécnico, de las mismas.
- Capítulo 4: En base a los problemas topográficos, geomorfológicos y geotécnicos reconocidos en el Tramo, se sugieren aquellos corredores que parecen reunir mejores condiciones para la construcción de vías de comunicación.
- Capítulo 5: Se indican las canteras, los yacimientos de roca y granu-

lares, y los materiales de préstamo que han sido recopilados durante la ejecución del Estudio.

- Capítulo 6: Recoge la bibliografía consultada.

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

Este Estudio Previo de Terrenos ha sido supervisado y ejecutado por el siguiente personal. Por parte de la

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

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

D. Jesús Martín Contreras.  
Licenciado en Ciencias Geológicas.

y por parte de la empresa consultora ESGE, S.A.

D. Pedro Lorenzo Abad  
Licenciado en Ciencias Geológicas.

D. Antonio Moral Vacas.  
Licenciado en Ciencias Geológicas.

## **2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO**

### **2.1. CLIMATOLOGIA**

Para hacer la redacción de este apartado y poder determinar las características climatológicas más sobresalientes del Tramo de estudio, se han consultado las estaciones meteorológicas de Higuera de la Sierra, Castillo de las Guardas, Zufre ("Dehesa Jarrama") y El Ronquillo, todas ellas pertenecientes a la red del Instituto Nacional de Meteorología. En base a los datos aportados por dichas estaciones meteorológicas, se ha podido seguir con detalle la pluviometría registrada en esta zona. Sin embargo, en cuanto a las temperaturas se refiere, el seguimiento no ha sido el mismo, debido a que de las estaciones consultadas, solamente la de Zufre ("Dehesa Jarrama") presenta datos de temperaturas.

El Tramo Santa Olalla-Venta del Alto, según los datos aportados por dichas estaciones meteorológicas y correspondientes al período de tiempo comprendido entre los años 1951 y 1990, tiene una pluviometría media anual de 798,0 mm, que es sensiblemente superior a la media nacional. Las precipitaciones no se reparten uniformemente a lo largo del año, siendo más intensas entre los meses de Octubre a Mayo, y poco intensas, inferior a los 30,0 mm, entre los meses de Junio a Septiembre, ambos inclusive.

Las precipitaciones tampoco se reparten de una forma uniforme a lo largo del Tramo, debido a los contrastes topográficos que presenta. Así la estación pluviométrica que más lluvia recoge es la de Higuera de la Sierra (940,3 mm), situada en la falda de la sierra de Aracena, y la que menos lluvia recoge es la estación de Castillo de las Guardas (628,0 mm), que corresponde a una de las estaciones situadas a menor cota topográfica.

La nieve tiene una incidencia prácticamente nula a lo largo del Tramo, y la niebla, de acuerdo con los datos existentes, es más frecuente en la zona de Zufre ("Dehesa Jarrama"), fundamentalmente durante los meses de Octubre a Mayo, pero también de forma escasa, y en la zona de El Ronquillo durante los meses de Febrero, Octubre y Diciembre.

Al margen de los datos referentes a las temperaturas obtenidas en la estación meteorológica de Zufre ("Dehesa Jarrama"), y que a continuación se exponen, se puede indicar que a escala regional, y para un área que abarca la Hoja 3-10, de Sevilla, del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:200.000, para un período comprendido entre los años 1931 y 1960, las

temperaturas medias anuales oscilan entre los 14°C en la zona de Aracena y los 19°C en Sevilla.

Las temperatura máxima absoluta oscila entre 42°C y 46°C, y la temperatura mínima absoluta está comprendida entre (-5°C) y (-10°C).

La oscilación verano-invierno de las temperaturas medias mensuales varía entre 15°C y 18°C, mientras que la oscilación de los valores medios mensuales de las temperaturas extremas está comprendida entre 30°C y 33°C. Por último, el valor máximo de la oscilación de la temperatura es de 48°C.

Esta zona presenta un clima de transición, con una pluviometría superior a la media nacional, pero sujeta a variaciones estacionales, y con inviernos relativamente suaves y veranos muy calurosos.

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

## **2.2. TOPOGRAFIA**

El Tramo estudiado se localiza entre las provincias de Huelva y Sevilla, y corresponde a un rectángulo que abarca desde la localidad de Santa Olalla hasta unos 6 km al Norte de Aznalcóllar.

Desde el punto de vista topográfico el Tramo se caracteriza por presentar un relieve montañoso, constituido por materiales metamórficos y plutónicos. Destacan una serie de sierras, de litologías calcárea y cuarcítica fundamentalmente, y de orientación WNW-ESE aproximadamente.

La alineación montañoso más importante es la sierra de Aracena, situada en la parte noroccidental del Tramo. Esta sierra es un fragmento de las estribaciones occidentales de Sierra Morena, y en ella se alcanzan las mayores cotas de todo el Tramo (842 m de altitud en el cerro de Santa Bárbara).

Otras dos sierras de importancia se localizan en el extremo norte del Tramo. Una de ellas es la sierra de El Viso, situada en las inmediaciones de Santa Olalla del Cala. Presenta una orientación NW-SE, y su máxima cota (790 m) se alcanza en el monte que da nombre a dicha alineación montañoso. La segunda sierra es la de mayor continuidad, ya que discurre desde el embalse de Aracena hasta el extremo noreste del Tramo del Estudio, en las proximidades de Almadén de la Plata. Corresponde a una sierra simple desde esta localidad hasta la carretera comarcal C-415, y a partir de aquí se bifurca en varias sierras paralelas que alcanzan el embalse de Aracena. La máxima cota de esta alineación montañoso se alcanza en el cerro de El Calvario (645 m), en las proximidades de Almadén de la Plata.

| MES   | PRECIPITACION (mm) |        |                |        | NUMERO DE DIAS DE |       |         |          |        |       |          |                      |          |        | TEMPERATURA (°C) |         |                |        |         |
|-------|--------------------|--------|----------------|--------|-------------------|-------|---------|----------|--------|-------|----------|----------------------|----------|--------|------------------|---------|----------------|--------|---------|
|       | MEDIA              | MAXIMA | MAXIMA<br>24 h | MINIMA | LLUVIA            | NIEVE | GRANIZO | TORMENTA | NIEBLA | ROCIO | ESCARCHA | NIEVE EN<br>EL SUELO | EXTREMOS |        | OSCILACIONES     |         | VALORES MEDIOS |        |         |
|       |                    |        |                |        |                   |       |         |          |        |       |          |                      | MAXIMA   | MINIMA | EXTREMA          | EXTREMA | MAXIMA         | MINIMA | MENSUAL |
| ENE   | 137,3              | 570,0  | 42,6           | 0,0    | 8,6               | 0,2   | 0,0     | 0,1      | 3,8    | 9,0   | 5,9      | 0,1                  | 18,0     | 2,0    | 16,0             | 7,6     | 13,3           | 5,7    | 10,0    |
| FEB   | 117,6              | 318,9  | 33,0           | 3,0    | 8,2               | 0,0   | 0,2     | 0,5      | 1,9    | 11,1  | 3,8      | 0,0                  | 19,6     | 1,8    | 17,8             | 7,9     | 13,8           | 5,9    | 9,6     |
| MAR   | 111,5              | 313,7  | 47,1           | 0,0    | 8,3               | 0,0   | 0,4     | 0,7      | 2,0    | 12,9  | 1,6      | 0,0                  | 23,1     | 3,3    | 19,8             | 8,5     | 15,5           | 7,0    | 11,2    |
| ABR   | 77,8               | 263,0  | 25,8           | 0,0    | 6,2               | 0,0   | 0,6     | 1,6      | 1,8    | 12,3  | 1,2      | 0,0                  | 25,6     | 4,9    | 20,7             | 10,1    | 18,7           | 8,6    | 13,6    |
| MAY   | 54,9               | 155,6  | 19,4           | 0,0    | 5,1               | 0,0   | 0,3     | 1,4      | 2,1    | 13,0  | 0,0      | 0,0                  | 30,8     | 6,6    | 24,2             | 11,3    | 23,1           | 11,8   | 17,3    |
| JUN   | 28,9               | 149,0  | 16,5           | 0,0    | 2,5               | 0,0   | 0,0     | 1,2      | 0,9    | 14,8  | 0,0      | 0,0                  | 35,1     | 9,0    | 28,1             | 13,4    | 27,7           | 14,3   | 20,8    |
| JUL   | 2,4                | 32,0   | 1,9            | 0,0    | 0,4               | 0,0   | 0,0     | 0,8      | 0,4    | 18,6  | 0,0      | 0,0                  | 38,9     | 12,4   | 26,5             | 16,2    | 33,1           | 16,9   | 25,1    |
| AGO   | 5,0                | 49,4   | 4,0            | 0,0    | 0,0               | 0,0   | 0,0     | 0,3      | 0,5    | 12,8  | 0,0      | 0,0                  | 38,8     | 13,5   | 25,3             | 15,8    | 33,3           | 17,5   | 25,4    |
| SEP   | 25,2               | 147,5  | 16,1           | 0,0    | 2,5               | 0,0   | 0,1     | 1,1      | 0,9    | 13,3  | 0,0      | 0,0                  | 35,5     | 11,0   | 24,5             | 13,9    | 29,5           | 15,6   | 22,4    |
| OCT   | 104,0              | 325,9  | 33,9           | 0,0    | 6,5               | 0,0   | 0,1     | 0,9      | 1,5    | 12,2  | 0,8      | 0,0                  | 29,2     | 7,8    | 21,4             | 10,3    | 22,8           | 12,5   | 17,5    |
| NOV   | 100,3              | 351,9  | 30,2           | 0,0    | 7,5               | 0,0   | 0,1     | 0,6      | 2,4    | 12,5  | 3,1      | 0,0                  | 23,0     | 4,8    | 18,2             | 8,4     | 16,9           | 8,5    | 12,6    |
| DIC   | 147,9              | 588,7  | 42,5           | 13,0   | 8,4               | 0,0   | 0,3     | 0,5      | 2,7    | 11,6  | 4,2      | 0,0                  | 19,6     | 2,4    | 17,2             | 7,5     | 13,8           | 6,3    | 10,0    |
| ANUAL | 912,8              | —      | 47,1           | —      | 64,2              | 0,2   | 2,1     | 9,8      | 20,9   | 154,1 | 20,6     | 0,1                  | 38,9     | 1,8    | 37,1             | 10,9    | 21,8           | 10,9   | 16,3    |

Cuadro 1.- Datos de precipitaciones y de temperaturas del año medio (período 1952-1981), correspondientes a la estación meteorológica de Zufre, "Dehesa Jarrama", (Huelva).

| MES   | PRECIPITACION (mm) |           |               |        | NUMERO DE DIAS DE |      |         |          |       |       |          |                     |
|-------|--------------------|-----------|---------------|--------|-------------------|------|---------|----------|-------|-------|----------|---------------------|
|       | MEDIA              | MAXIMA    | MAXIMA<br>24h | MINIMA | LLUVIA            | NEVE | GRANIZO | TORMENTA | NEBLA | ROCIO | ESCARCHA | NEVE EN<br>EL SUELO |
| ENE   | 137,6              | 498,0     | 46,3          | 0,0    | 9,3               | 0,1  | 0,1     | -        | -     | -     | -        | -                   |
| FEB   | 112,9              | 257,7     | 32,3          | 5,7    | 9,3               | 0,1  | 0,0     | -        | -     | -     | -        | -                   |
| MAR   | 106,4              | 305,6     | 35,9          | 8,9    | 9,1               | 0,0  | 0,0     | -        | -     | -     | -        | -                   |
| ABR   | 75,3               | 232,4     | 24,6          | 1,5    | 7,8               | 0,0  | 0,0     | -        | -     | -     | -        | -                   |
| MAY   | 48,9               | 143,4     | 17,6          | 0,0    | 6,0               | 0,0  | 0,0     | -        | -     | -     | 3,0      | -                   |
| JUN   | 26,0               | 108,1     | 17,3          | 0,0    | 3,1               | 0,0  | 0,0     | -        | -     | -     | -        | -                   |
| JUL   | 6,1                | 63,2      | 4,3           | 0,0    | 0,5               | 0,0  | 0,0     | -        | -     | -     | -        | -                   |
| AGO   | 6,4                | 48,3      | 3,9           | 0,0    | 0,6               | 0,0  | 0,0     | -        | -     | -     | -        | -                   |
| SEP   | 27,5               | 115,9     | 17,9          | 0,0    | 2,5               | 0,0  | 0,0     | -        | -     | -     | -        | -                   |
| OCT   | 91,4               | 333,1     | 30,4          | 0,0    | 6,7               | 0,0  | 0,0     | -        | -     | -     | -        | -                   |
| NOV   | 167,4              | 1959,5(*) | 36,7          | 0,0    | 8,0               | 0,0  | 0,0     | -        | -     | -     | -        | -                   |
| DIC   | 134,3              | 524,4     | 39,8          | 3,0    | 8,6               | 0,0  | 0,0     | 0,0      | 0,0   | 0,0   | 0,0      | 0,0                 |
| ANUAL | 940,3              | -         | 46,3          | -      | 71,5              | 0,2  | 0,1     | 0,0      | 0,0   | 0,0   | 3,0      | 0,0                 |

(\*) Aunque se ha comprobado el dato, debe tratarse de un error, pues es una cantidad totalmente anormal.

Cuadro 2.- Datos de precipitaciones del año medio (período 1952-1985), correspondientes a la estación meteorológica de Higuera de la Sierra (Huelva).



| MES   | PRECIPITACION (mm) |        |                |        | NUMERO DE DIAS DE |       |         |          |        |       |          |                      |
|-------|--------------------|--------|----------------|--------|-------------------|-------|---------|----------|--------|-------|----------|----------------------|
|       | MEDIA              | MAXIMA | MAXIMA<br>24 h | MINIMA | ELUVIA            | NIEVE | GRANIZO | TORMENTA | NIEBLA | ROCIO | ESCARCHA | NIEVE EN<br>EL SUELO |
| ENE   | 89,7               | 362,2  | 28,5           | 0,0    | 7,5               | 0,0   | 0,0     | 0,0      | 0,0    | 0,0   | 0,0      | 0,0                  |
| FEB   | 74,4               | 217,4  | 22,9           | 0,0    | 8,1               | 0,0   | 0,0     | 0,0      | 0,0    | 0,0   | 0,0      | 0,0                  |
| MAR   | 64,0               | 234,2  | 30,0           | 0,0    | 7,2               | 0,0   | 0,0     | 0,0      | 0,0    | 0,0   | 0,0      | 0,0                  |
| ABR   | 59,0               | 236,6  | 22,2           | 0,0    | 6,9               | 0,0   | 0,0     | 0,0      | 0,0    | 0,0   | 0,0      | 0,0                  |
| MAY   | 32,6               | 121,1  | 13,4           | 0,0    | 5,3               | 0,0   | 0,0     | 0,0      | 0,0    | 0,0   | 0,0      | 0,0                  |
| JUN   | 22,1               | 109,9  | 15,8           | 0,0    | 2,5               | 0,0   | 0,0     | 0,0      | 0,0    | 0,0   | 0,0      | 0,0                  |
| JUL   | 2,3                | 19,7   | 1,4            | 0,0    | 0,4               | 0,0   | 0,0     | —        | —      | —     | —        | —                    |
| AGO   | 4,9                | 24,3   | 3,2            | 0,0    | 0,8               | 0,0   | 0,0     | —        | —      | —     | —        | —                    |
| SEP   | 26,3               | 199,0  | 14,8           | 0,0    | 2,3               | 0,0   | 0,0     | 0,0      | 0,0    | 0,0   | 0,0      | 0,0                  |
| OCT   | 70,1               | 186,3  | 24,9           | 0,0    | 5,7               | 0,0   | 0,0     | 0,0      | 0,0    | 0,0   | 0,0      | 0,0                  |
| NOV   | 100,9              | 321,9  | 34,7           | 0,0    | 6,7               | 0,0   | 0,0     | 0,0      | 0,0    | 0,0   | 0,0      | 0,0                  |
| DIC   | 82,5               | 403,2  | 22,9           | 0,0    | 6,7               | 0,0   | 0,0     | 0,0      | 0,0    | 0,0   | 0,0      | 0,0                  |
| ANUAL | 628,8              | —      | 34,7           | —      | 60,1              | 0,0   | 0,0     | 0,0      | 0,0    | 0,0   | 0,0      | 0,0                  |



Cuadro 3.- Datos de precipitaciones del año medio (período 1951-1990), correspondientes a la estación meteorológica de las Guardas - Central Cala (Sevilla).

| MES   | PRECIPITACION (mm) |        |                |        | NUMERO DE DIAS DE |       |         |          |       |       |          |                      |
|-------|--------------------|--------|----------------|--------|-------------------|-------|---------|----------|-------|-------|----------|----------------------|
|       | MEDIA              | MAXIMA | MAXIMA<br>24 h | MINIMA | LLUVIA            | nieve | GRANIZO | TORRENTA | NEBLA | ROCIO | ESCARCHA | nieve en<br>el suelo |
| ENE   | 97,2               | 407,8  | 33,6           | 0,0    | 6,9               | 0,0   | 0,0     | 1,0      | —     | —     | —        | —                    |
| FEB   | 85,0               | 245,4  | 30,4           | 2,5    | 7,1               | 0,1   | 0,0     | 1,0      | 2,0   | —     | —        | —                    |
| MAR   | 85,3               | 257,7  | 30,1           | 1,0    | 7,2               | 0,0   | 0,0     | 2,2      | —     | —     | 6,0      | —                    |
| ABR   | 64,2               | 236,4  | 23,4           | 0,0    | 6,7               | 0,0   | 0,4     | 2,5      | —     | —     | —        | —                    |
| MAY   | 40,5               | 131,9  | 16,2           | 0,0    | 4,7               | 0,0   | 0,3     | 3,2      | —     | —     | —        | —                    |
| JUN   | 25,5               | 129,0  | 17,5           | 0,0    | 2,4               | 0,0   | 0,0     | 1,5      | —     | —     | —        | —                    |
| JUL   | 2,2                | 20,5   | 1,4            | 0,0    | 0,3               | 0,0   | 0,0     | 1,6      | —     | —     | —        | —                    |
| AGO   | 4,0                | 37,0   | 2,5            | 0,0    | 0,5               | 0,0   | 0,0     | 1,5      | —     | —     | —        | —                    |
| SEP   | 29,7               | 258,0  | 19,0           | 0,0    | 1,8               | 0,0   | 0,0     | 2,4      | —     | —     | —        | —                    |
| OCT   | 70,3               | 249,5  | 27,0           | 0,0    | 5,2               | 0,0   | 0,0     | 2,0      | 1,0   | —     | —        | —                    |
| NOV   | 88,6               | 372,8  | 36,5           | 0,0    | 6,8               | 0,0   | 0,0     | 5,0      | —     | —     | 3,0      | —                    |
| DIC   | 117,8              | 362,6  | 34,1           | 0,0    | 7,6               | 0,0   | 0,0     | 2,0      | 5,0   | 0,0   | 6,0      | 0,0                  |
| ANUAL | 710,3              | —      | 36,5           | —      | 57,2              | 0,1   | 0,7     | 25,9     | 8,0   | 0,0   | 15,0     | 0,0                  |

Cuadro 4.- Datos de precipitaciones del año medio (período 1951-1987), correspondientes a la estación meteorológica de El Ronquillo (Sevilla).

El resto del Tramo corresponde a un terreno montañoso, constituido por una sucesión de cerros y pequeñas sierras, sin ninguna orientación preferente. Se desarrollan estos cerros entre las cotas de 580 m, al Noroeste del Tramo, y 120 m, al Sur del mismo, y como se ve, la cota se va perdiendo progresivamente hacia el Sur.

Esporádicamente aparecen áreas que tienen una topografía suave, y que corresponden a valles no muy desarrollados y a zonas de penillanura originadas por la erosión de materiales metamórficos, fundamentalmente.

### **2.3. GEOMORFOLOGIA**

Desde el punto de vista geomorfológico, en el Tramo Santa Olalla-Venta del Alto se distinguen tres zonas con características morfológicas propias, que están íntimamente ligadas a la tectónica y litología de la región, y en menor medida, a los agentes erosivos.

Las tres zonas morfológicas aludidas son las siguientes:

#### **1) Zona de sierras montañosas.**

Esta unidad se sitúa en el Norte del Tramo y se caracteriza por presentar una morfología accidentada debido a que está constituida por una sucesión de sierras montañosas que forman parte de las estribaciones septentrionales de Sierra Morena. Estas sierras están formadas por una sola cuerda de cumbres montañosas, excepto la alineación que recorre el Tramo desde Almadén de la Plata hasta el embalse de Aracena, que a partir de la carretera C-415 está formada por una sucesión de alineaciones montañosas paralelas entre sí.

Esta zona presenta un relieve estructural que está modificado por erosión diferencial sobre rocas de distinta competencia.

La orientación de las sierras es WNW-ESE, debido a los esfuerzos tectónicos de la región. Las sierras presentan una morfología de cresta y, en menor medida, de cuesta, en función del buzamiento de los estratos rocosos. Puesto que las sierras están constituidas fundamentalmente por calizas y cuarcitas, que son mucho más resistentes a la erosión que los materiales adyacentes, se producen importantes resaltes topográficos. Las cuarcitas dan lugar a un paisaje mucho más agreste que las calizas, ya que sus crestas sin recubrimiento coronan las sierras.

Cuando la morfología de las sierras es en cuesta, la evolución del terreno consiste en un retroceso progresivo del frente de la cuesta (pendiente más abrupta dispuesta en sentido inverso al buzamiento). La forma de

una cuesta es variable y depende del espesor de las capas duras, de la dureza relativa de las rocas, del buzamiento de los estratos, el clima y del grado de evolución del relieve.

## **II) Zona de relieve accidentado.**

Esta zona ocupa la mayor parte del Tramo, y morfológicamente se caracteriza por presentar un relieve abrupto, constituido por una sucesión de montes, cerros y sierras, sin una ordenación preferente. El relieve está seccionado por una red de drenaje incisiva, de cursos rectilíneos, y rara vez meandriforme, condicionada fundamentalmente por la red de fracturación, a gran escala, de los materiales.

La constitución de esta unidad por materiales plutónicos, volcánicos y metamórficos, junto con la tectónica, condiciona la morfología de la misma.

Las rocas plutónicas y volcánicas suelen dar montes de formas redondeadas debido a la alteración "in situ" tan pronunciada que presentan estos materiales, de tal modo que se encuentran recubiertos por potentes suelos de carácter arenoso, que suavizan y uniformizan las laderas de los montes. En aquellas zonas en que estos materiales aparecen más sanos, suelen presentar típicos berrocales de "piedras caballeras", que se originan por una disyunción en bolos, a partir de una red de fracturación en enrejado. El relieve abrupto se debe a la erosión de valles y barrancos por parte de una red de drenaje de tipo semirectangular, que se desarrolla a favor de la red de fracturación. El resultado es la formación de un relieve accidentado, constituido por montañas que se disponen anárquicamente.

Los materiales metamórficos presentan un aspecto más agreste debido a una incisión más generalizada y activa de los arroyos. La red de drenaje discurre por valles y barrancos profundos y angostos, que producen importantes desniveles topográficos. Las elevaciones montañosas suelen tener una cierta continuidad y una ligera orientación de sus cumbres, debido a la tectónica y pizarrosidad de los materiales. El relieve, relativamente joven, está sometido a la acción erosiva, progresiva y constante, de los cursos fluviales, y a procesos mecánicos de tipo gravitacional.

## **III) Zona de morfología alomada.**

Esta unidad se distribuye por el Noreste y el área centro-sur del Tramo, con unas orientaciones N-S y NW-SE aproximadamente. Se caracteriza por presentar un relieve alomado, que es consecuencia de la intensa acción erosiva de la antigua red de drenaje.

Se han diferenciado dos tipos de morfologías en función de la litología: materiales metamórficos o plutónicos.

En los materiales metamórficos se han distinguido dos áreas de topografía muy suave que corresponden a dos penillanuras arrasadas. Estas superficies de arrasamiento se han originado a consecuencia de una intensa erosión sobre materiales metamórficos homogéneos, sin intercalaciones de niveles más resistentes, que ha propiciado una denudación uniforme del terreno. Los únicos accidentes morfológicos existentes corresponden a los valles originados por el encajamiento de la red de drenaje. El resultado es un relieve senil que sigue modelándose por medio de una meteorización química y física, que suaviza aún más el relieve, y por la acción erosiva de la red de drenaje, que se encaja progresivamente.

Por último, a esta zona también pertenecen algunos valles de escaso desarrollo, que han sido excavados en materiales graníticos, generalmente a favor de fracturas.

En la Figura 2.1 se encuentran representadas esquemáticamente las tres zonas descritas en este apartado.

## **2.4. ESTRATIGRAFIA**

En este apartado se señalan de un modo resumido las distintas litologías que aparecen en el Tramo de estudio. Para ello se seguirá una ordenación temporal desde los materiales más antiguos a los más modernos.

Los depósitos más antiguos que aparecen en el Tramo Santa Olalla-Venta del Alto son de edad precámbrica. Son materiales metamórficos compuestos por esquistos, mármoles, materiales calcosilicatados y pizarras.

Sobre el conjunto anterior se apoya el Cámbrico Inferior, que está constituido por una serie volcano-sedimentaria, calizas, mármoles, metacineritas, pizarras, dolomías y areniscas.

El Cámbrico Medio aparece formado por una alternancia irregular de calizas y mármoles.

A continuación se deposita el Ordovícico Inferior, compuesto por esquistos y pizarras, que presentan intercalaciones de metabasitas.

El Silúrico tiene una escasa representación dentro del Tramo, y únicamente se le asocia una banda de anfibolitas, que se localiza en las inmediaciones de Higuera de la Sierra.

Del Devónico sólo se han reconocido materiales pertenecientes a su piso superior. Se trata de una sucesión monótona de pizarras, areniscas y grauwacas, que contiene intercalaciones de cuarcitas.

El Carbonífero Inferior está representado por una gran variedad de litologías. Básicamente está constituido por materiales metamórficos, tales como pizarras y grauwacas, entre las que aparecen intercalados niveles de origen volcánico: riolitas, tobas y lavas básicas y ácidas, y niveles de calizas. En muy escasa proporción también existen afloramientos de arcosas y conglomerados.

Los materiales plutónicos que aparecen en el Tramo se emplazaron en una etapa posterior a la Orogenia Hercínica, y desde el punto de vista mineralógico se han distinguido dos grandes grupos: los de composición ácida (granitos y granodioritas), y los de composición básica (gabros, dioritas, tonalitas, etc.).

Los materiales cuaternarios tienen una representación testimonial en el Tramo. Quedan reducidos a pequeños depósitos aluviales de algunos arroyos y ramblas, y a coluviales acumulados al pie de algunas sierras montañosas. También pertenecen al Cuaternario las tobas calcáreas que actualmente se están depositando en la zona de Zufre.

En la Figura 2.2 se presenta de forma esquemática la columna estratigráfica general del Tramo.

## 2.5. TECTÓNICA

El Tramo Santa Olalla-Venta del Alto se encuentra situado entre la Zona de Ossa-Morena y la Zona Sur-portuguesa del Macizo Ibérico, según la división realizada por Julivert et al. (1972), y se caracteriza por presentar una tectónica muy compleja.

La Zona de Ossa-Morena se caracteriza fundamentalmente por estar compartimentada en una serie de dominios estrechos y alargados, de orientación NW-SE, de muy difícil correlación entre las distintas fases de deformación.

Las deformaciones que presenta la Zona de Ossa-Morena son debidas a la Orogenia Hercínica, dentro de la cual se distinguen dos fases de plegamiento mayores y dos fases de plegamiento menores.

La primera fase de deformación mayor origina zonas de cizalla asociadas a grandes pliegues de orientación N-S. Este plegamiento está acompañado de un metamorfismo regional de presión baja e intermedia. A continuación tiene lugar una tectónica tangencial, en la que se individualizan unidades cabalgantes hacia el NE y SW.

La segunda fase de deformación importante originó un plegamiento sinquistoso que pliega las estructuras anteriores. Los pliegues de esta fase tie-

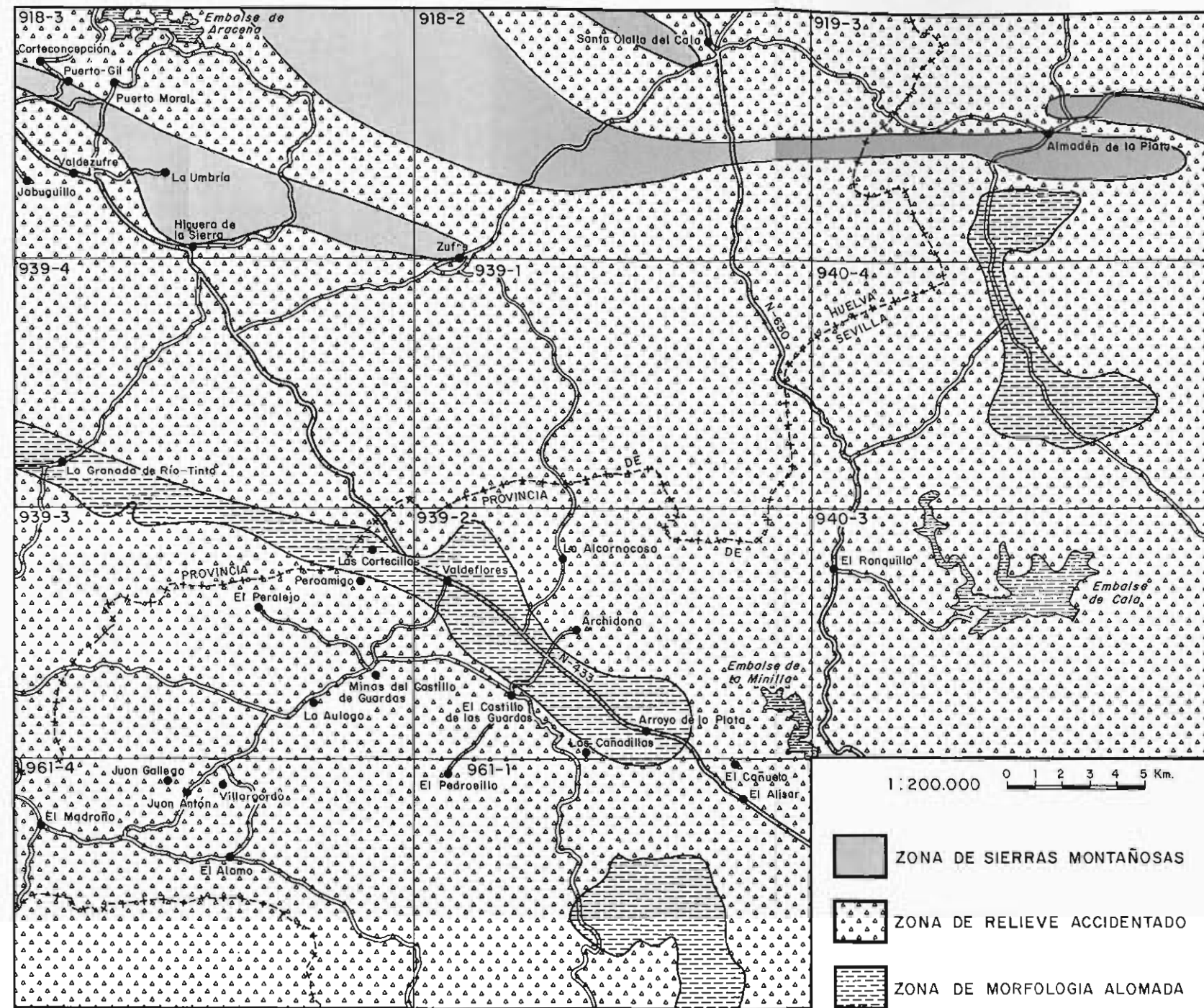


FIGURA 2.1.- DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA GEOMORFOLOGIA

nen una orientación N110°E-130°E y vergencia hacia el SW. La esquistosidad es poco penetrativa, y el metamorfismo regional es de bajo grado y presiones bajas.

Las fases de plegamiento menores se producen entre las dos fases anteriormente descritas, y la primera da lugar a pliegues de dirección N10° a 40°E, de tipo transversal, subverticales a vergentes al Oeste, y la segunda ocasiona ondulaciones y kink-bands tardíos.

Sin embargo, la configuración actual de la Zona de Ossa-Morena se debe a la tectónica de desgarre tardihercínica, posterior a la segunda fase de deformación importante, que debió ocurrir entre el Estefaniense y el Autuniense.

Las deformaciones prehercínicas (Orogenia finiprecámbrica) se han puesto de manifiesto por la existencia de discordancias en los depósitos del Proterozoico, pero no ha sido posible establecer la presencia de pliegues y esquistosidades, originados por estas fases de deformación.

La actividad magmática ha sido continua e intensa durante la Orogenia Hercínica, dando lugar al emplazamiento de intrusiones plutónicas, tanto de composición ácida como básica.

Las manifestaciones volcánicas son evidentes desde el Precámbrico, pero uno de los episodios más intensos tuvo lugar durante el Carbonífero, después de la primera fase de deformación.

La Zona Sur-portuguesa se caracteriza porque las estructuras tienen una orientación Norte-Sur hacia el Oeste de la zona, y Este-Oeste hacia el Este de la misma.

Las estructuras principales corresponden a pliegues con planos axiales de inclinación variable y vergencia hacia el SW, que aparecen cortados por numerosos cabalgamientos y corrimientos.

La intensidad de la deformación y el grado del metamorfismo es mayor hacia el NE, a medida que se está más próximo del contacto con la Zona de Ossa-Morena, hecho que manifiesta una polaridad estructural.

## **2.6. SISMICIDAD**

Según la Norma Sismorresistente (N.D.S.-1), de 1974, el Tramo Santa Olalla-Venta del Alto se encuentra situado en la "zona sísmica segunda", entre los grados VI y VII, tal y como puede apreciarse en la Figura 2.3.

De acuerdo con la citada Norma, y según su epígrafe 3.5, es precepti-




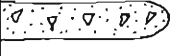
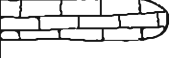
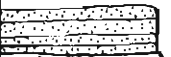
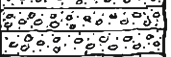
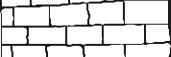

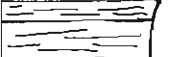
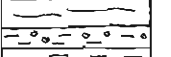
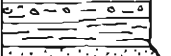

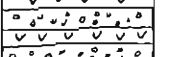
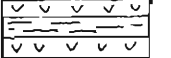
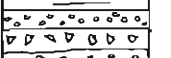
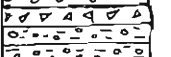
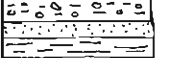
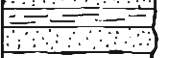
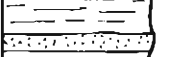
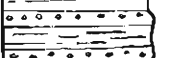
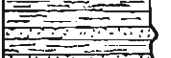
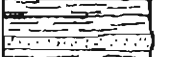
| COLUMNA ESTRATIGRAFICA   | DESCRIPCION                               | EDAD                 | GRUPO LITOLOGICO | GRUPO GEOTECNICO |
|--|---|----------------------|------------------|------------------|
|    | * Gravas, bolos y arenas.                 | CUATERNARIO          | A                | G1               |
|    | * Arenas y cantos.                        | CUATERNARIO          | C                | G2               |
|    | * Tobas calcáreas.                        | CUATERNARIO          | Q                | G3               |
|    | * Arcosas.                                | CARBONIFERO INFERIOR | 151 l            | G4               |
|    | * Conglomerados.                          | CARBONIFERO INFERIOR | 151 k            | G4               |
|    | * Calizas.                                | CARBONIFERO INFERIOR | 151 j            | G5               |
|    | * Pizarras y grauvacas.                   | CARBONIFERO INFERIOR | 151 i            | G6               |
|    | * Pizarras (Cineritas).                   | CARBONIFERO INFERIOR | 151 h            | G6               |
|    | * Pizarras, tobas y tufitas.              | CARBONIFERO INFERIOR | 151 g            | G6               |
|    | * Grauvacas.                              | CARBONIFERO INFERIOR | 151 f            | G6               |
|  | * Lavas básicas y tobas básicas.          | CARBONIFERO INFERIOR | 151 e            | G7               |
|  | * Riolitas y pizarras.                    | CARBONIFERO INFERIOR | 151 d            | G8               |
|  | * Aglomerados y brechas ácidas y básicas. | CARBONIFERO INFERIOR | 151 c            | G7               |
|  | * Tobas ácidas.                           | CARBONIFERO INFERIOR | 151 b            | G7               |
|  | * Pizarras, areniscas y grauvacas.        | CARBONIFERO INFERIOR | 151 a            | G6               |
|  | * Pizarras y areniscas.                   | DEVONICO SUPERIOR    | 143 f            | G6               |
|  | * Cuarцитas y pizarras.                   | DEVONICO SUPERIOR    | 143 e            | G9               |
|  | * Pizarras y grauvacas.                   | DEVONICO SUPERIOR    | 143 d            | G6               |
|  | * Pizarras, areniscas y grauvacas.        | DEVONICO SUPERIOR    | 143 c            | G6               |
|  | * Pizarras.                               | DEVONICO SUPERIOR    | 143 b            | G6               |
|  | * Pizarras, cuarцитas y grauvacas.        | DEVONICO SUPERIOR    | 143 a            | G6               |

Figura 2.2.- Columna estratigráfica general del Tramo.

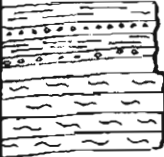

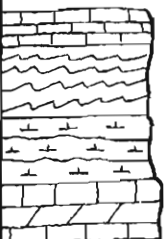
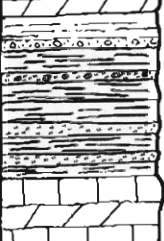
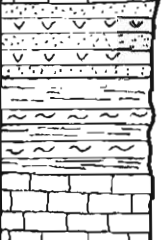
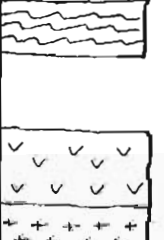
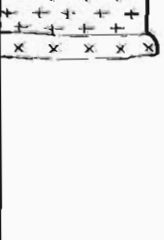


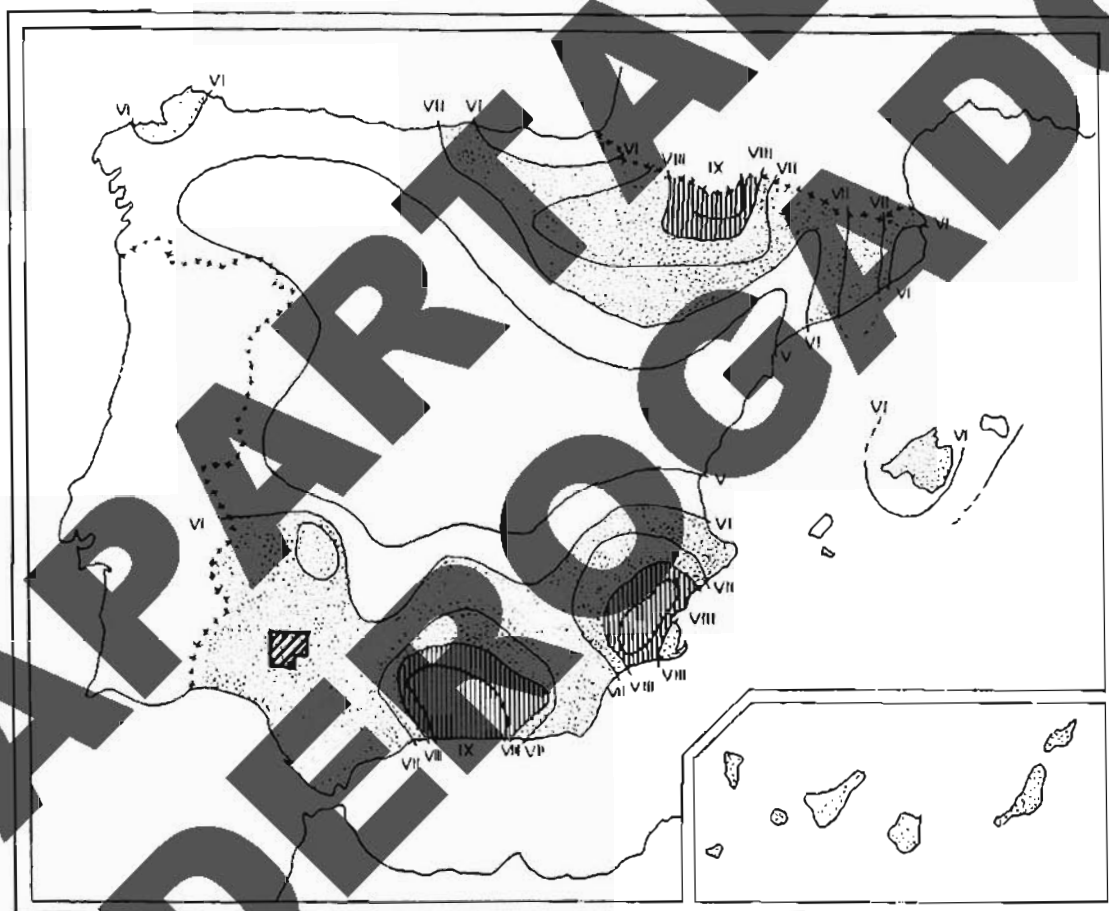
| COLUMNA ESTRATIGRAFICA  | DESCRIPCION                         | EDAD                       | GRUPO LITOLOGICO | GRUPO GEOTECNICO |
|---|-------------------------------------|----------------------------|------------------|------------------|
|    | * Ampelitas y liditas.              | SILURICO INFERIOR          | 131 b            | G 6              |
|    | * Anfibolitas.                      | SILURICO INFERIOR          | 131 a            | G 6              |
|    | * Pizarras.                         | ORDOVICICO INFERIOR        | 121 c            | G 6              |
|   | * Metabasitas.                      | ORDOVICICO INFERIOR        | 121 b            | G 6              |
|  | * Esquistos.                        | ORDOVICICO INFERIOR        | 121 a            | G 6              |
|  | * Mármoles.                         | CAMBRICO MEDIO             | 112              | G 5              |
|  | * Esquistos.                        | CAMBRICO INFERIOR          | 111 g            | G 6              |
|  | * Calcosilicatos.                   | CAMBRICO INFERIOR          | 111 f            | G 11             |
|  | * Calizas y dolomías                | CAMBRICO INFERIOR          | 111 e            | G 5              |
|  | * Metacineritas, pizarras y tobas.  | CAMBRICO INFERIOR          | 111 d            | G 6              |
|  | * Pizarras y areniscas.             | CAMBRICO INFERIOR          | 111 c            | G 6              |
|  | * Calizas y dolomías.               | CAMBRICO INFERIOR          | 111 b            | G 5              |
|  | * Materiales volcano-sedimentarios. | CAMBRICO INFERIOR          | 111 a            | G 7              |
|  | * Pizarras y anfibolitas.           | PRECAMBRICO INDIFERENCIADO | 010 c            | G 6              |
|  | * Mármoles.                         | PRECAMBRICO INDIFERENCIADO | 010 b            | G 5              |
|  | * Esquistos.                        | PRECAMBRICO INDIFERENCIADO | 010 a            | G 6              |
|  | * Gabros, dioritas y fonalitas.     | PALEOZOICO INDIFERENCIADO  | 001 b            | G 10             |
|  | * Granitos y granodioritas.         | PALEOZOICO INDIFERENCIADO  | 001 a            | G 10             |
|  | * Diques de cuarzo.                 | PALEOZOICO INDIFERENCIADO  | 002              | G 9              |

Figura 2.2.- Columna estratigráfica general del Tramo. (cont.)

va la consideración de las acciones sísmicas en las obras y servicios localizados en la "zona sísmica segunda". En la misma Norma, y según el epígrafe 5.6, en relación con el epígrafe 5.5, en esta zona sísmica segunda y para las obras del grupo 2°, no deben utilizarse estructuras del tipo A, se considerará la acción sísmica en estructuras del tipo B, y en construcciones con estructuras del tipo C no es preceptiva la consideración de la acción sísmica. Asimismo, en obras del grupo 3° no se utilizarán estructuras de los tipos A y B, y para las estructuras del tipo C se aplicará lo especificado en el epígrafe 5.5.



NORMA SISMORRESISTENTE PDS-1 (1974)

ZONA INTENSIDAD G (Esc. MSK)

Primera  $< VI$  (Baja)

Segunda  $VI \leq G < VIII$  (Media)

Tercera  $\geq VIII$  (Alta)


 Tramo de Estudio

Figura 2.3.- Situación del Tramo en el mapa sísmorresistente.

### 3. ESTUDIO DE ZONAS

#### 3.0. DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

Para que resulte más fácil la exposición de las características de los terrenos del Tramo Santa Olalla-Venta del Alto, se ha considerado conveniente realizar una división del mismo en diversas Zonas, las cuales forman grandes unidades con características geomorfológicas propias.

En la Figura 3.1 se hallan representadas las Zonas en que ha sido dividido el Tramo de estudio. Son las siguientes:

- Zona 1: Zona de sierras montañosas
- Zona 2: Zona de relieve accidentado
- Zona 3: Zona de morfología alomada

En la Figura 3.2 se muestran los diversos cortes geológicos esquemáticos que se han realizado en el presente capítulo.

#### 3.1. ZONA 1: ZONA DE SIERRAS MONTAÑOSAS

##### 3.1.1. Geomorfología

La Zona 1 se extiende por las Hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 siguientes:

| Nº  | Hoja                  | Cuadrantes |
|-----|-----------------------|------------|
| 918 | Santa Olalla del Cala | 2 (parte)  |
| 918 | Santa Olalla del Cala | 3 (parte)  |
| 919 | Almadén de la Plata   | 3 (parte)  |

En la Figura 3.3 se muestra la extensión y ubicación de la Zona 1 dentro del Tramo, así como la situación de dos cortes geológicos esquemáticos realizados en la misma.

La Zona 1 se caracteriza por estar constituida por una serie de sierras montañosas que forman parte de las estribaciones septentrionales de Sierra Morena. Estas sierras tienen unas orientaciones NW-SE y E-W, y presentan un paisaje típico de crestas cuando los estratos tienen un buzamiento prácticamente vertical, y de cuestas cuando los buzamientos son menores. Las pendientes topográficas son de hasta el 40%, y pueden llegar a salvarse desniveles de 200 m en distancias horizontales de 500 m.

A excepción de la zona del embalse de Aracena, las sierras están formadas por una sola "cuerda" de cumbres montañosas que siguen las orientaciones anteriormente mencionadas. En el embalse de Aracena las sierras se bifurcan y dan lugar a la aparición de un paisaje agreste constituido por una sucesión de cerros y montañas paralelas entre sí.

La morfología de esta Zona está condicionada por la tectónica, que pliega a los materiales con unos buzamientos fuertes y una orientación preferente, y por la litología, ya que las sierras están constituidas principalmente por cuarcitas y calizas, que corresponden a materiales mucho más resistentes que los del entorno próximo.

Los montes constituidos por cuarcitas presentan dos tipos de pendientes muy definidas. La zona superior, que corresponde propiamente al crestón de cuarcitas, tiene una pendiente prácticamente vertical, y la zona media y baja, ocupada por los materiales metamórficos, presenta pendientes más tendidas y de tipo rectilíneo.

Los materiales pizarrosos, a pesar de que son bastante erosionables, también dan lugar a un paisaje accidentado, debido a la presencia de numerosos arroyos que seccionan a las sierras en sentido transversal a las mismas, y que han excavado profundos y angostos barrancos en forma de "uve".

### **3.1.2. Tectónica**

En los materiales que constituyen estas sierras montañosas de la Zona 1, se han distinguido las siguientes fases de deformación y accidentes tectónicos acaecidos durante la Orogenia Hercínica.

En la Sierra de Aracena se reconoce regionalmente una primera fase de deformación que origina pliegues isoclinales tumbados, asociados a una esquistosidad penetrativa de plano axial y con vergencia al SW. Estas estructuras se reconocen a escala mesoscópica y microscópica, y no a escala cartográfica. Una segunda fase reconocida da lugar a pliegues con una dirección normal a los de la fase anterior, y con vergencia al Oeste o NW. Estos pliegues se asocian posiblemente a una cizalla sinestrosa. Las últimas estructuras son pliegues cilíndricos de gran amplitud, de plano axial vertical o vergentes al SW, y con una inmersión de sus ejes hacia el NW.

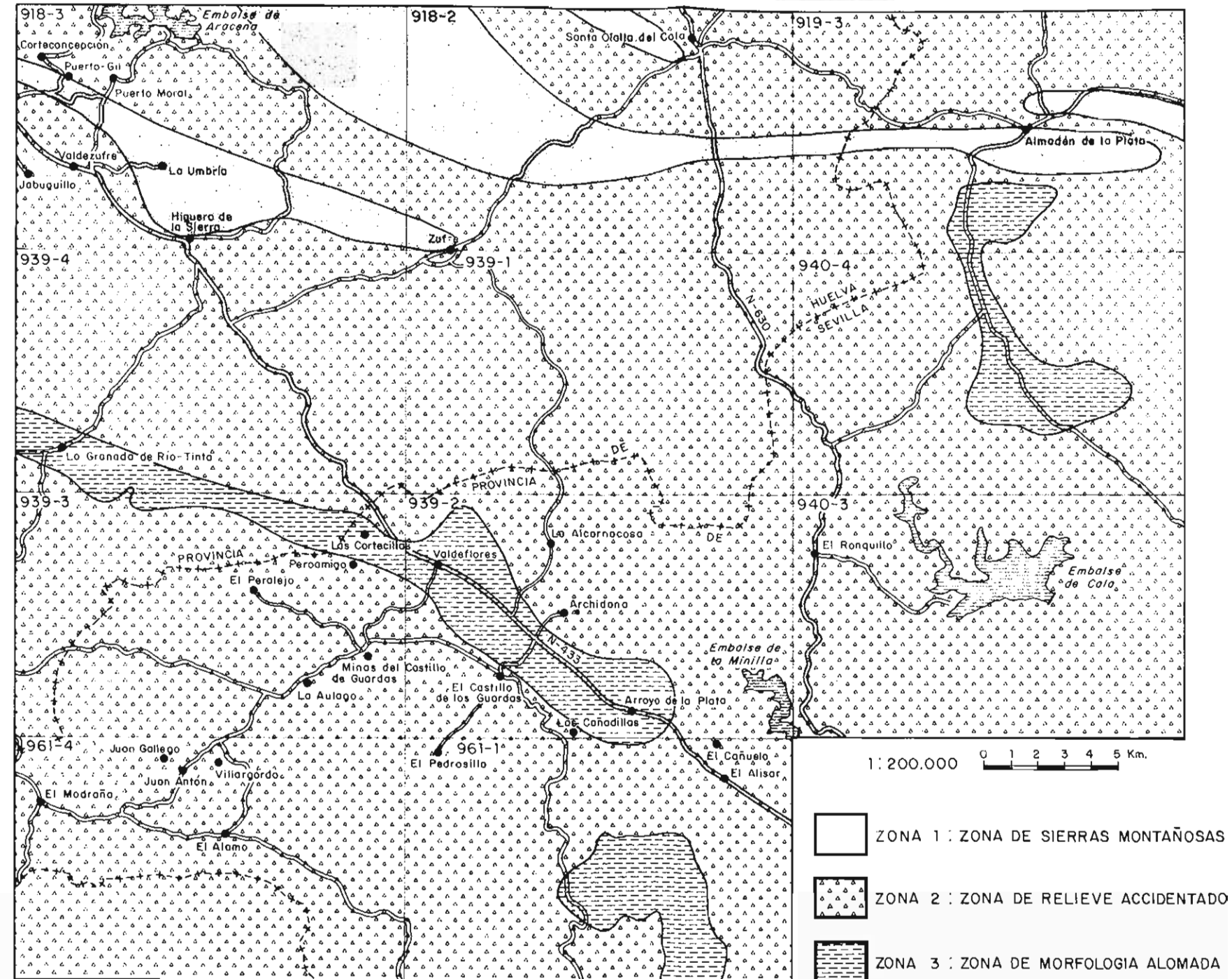


FIGURA 3.1.- DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO

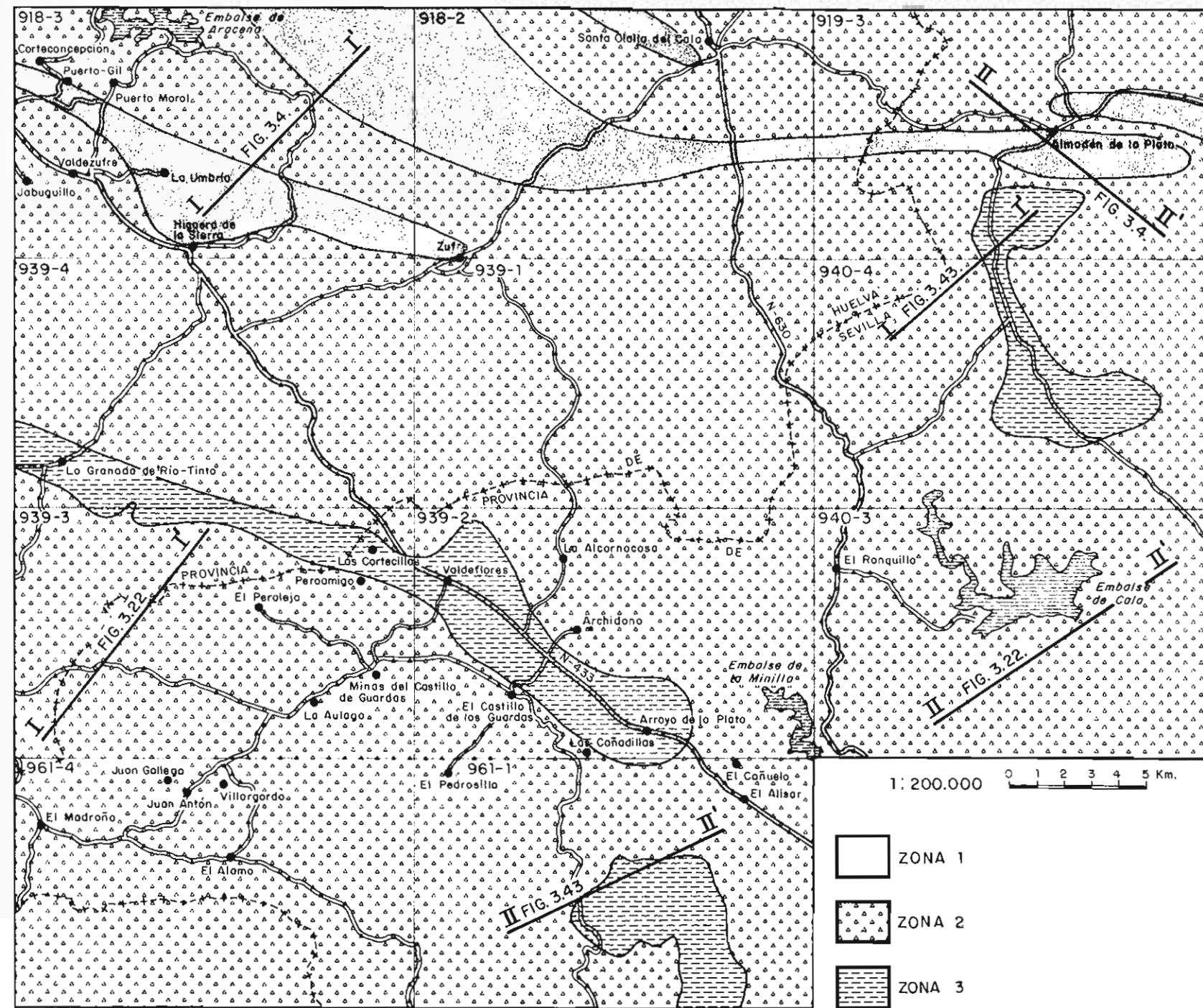


FIGURA 3.2.-SITUACION DE LOS CORTES GEOLOGICOS QUE APARECEN EN EL PRESENTE CAPITULO

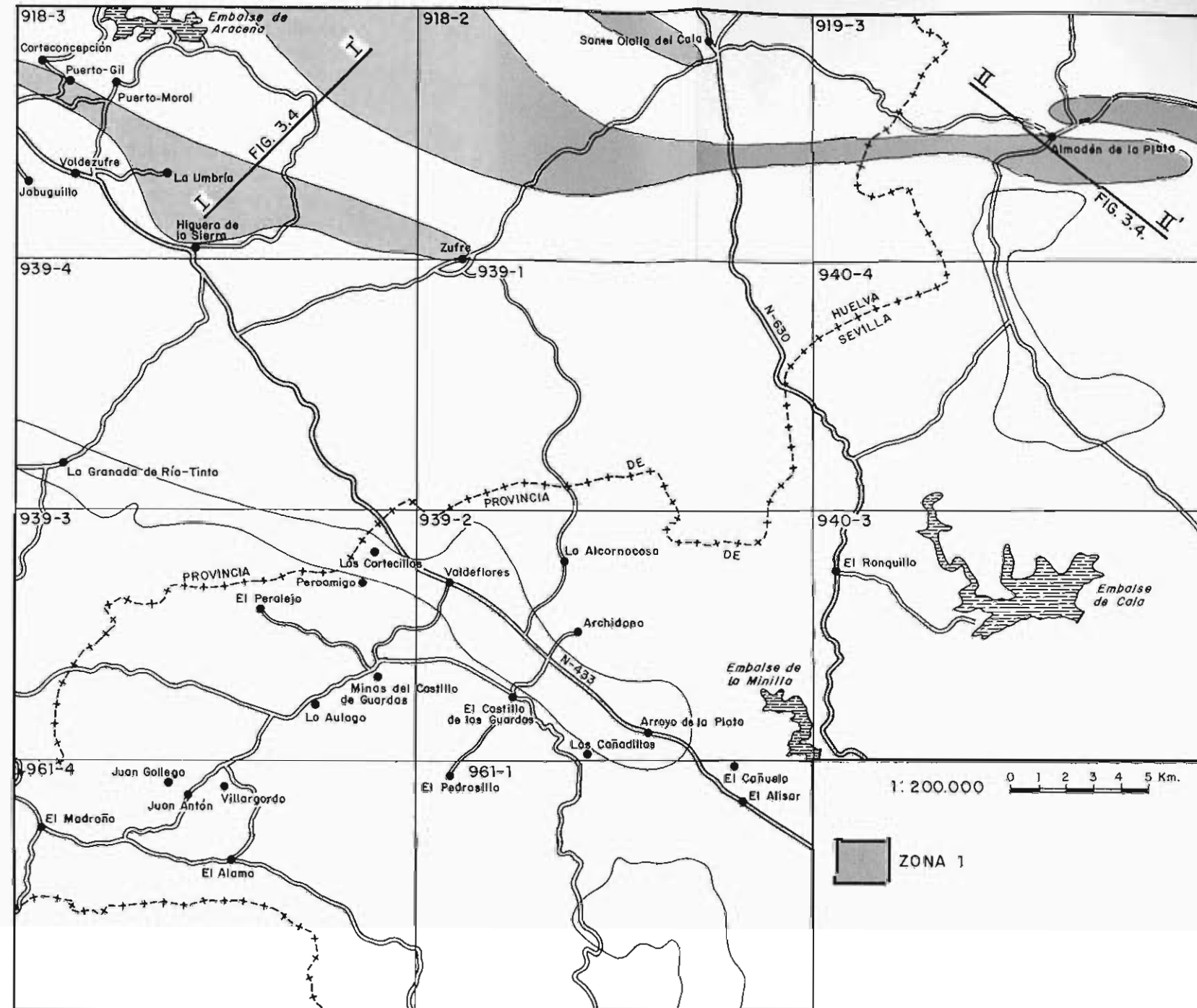


FIGURA 3.3.-ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 1 Y DE DOS CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS REALIZADOS EN LA MISMA



Las sierras de El Viso y las que aparecen en las proximidades del embalse de Aracena pertenecen, desde el punto de vista estructural, a la Unidad de Cumbres-Hinojales. En esta Unidad se reconoce una primera fase de deformación que genera pliegues tumbados de gran amplitud y con flancos invertidos muy desarrollados. Originalmente los ejes de estos pliegues tenían una orientación aproximada N160°E, una vergencia hacia el SW y estaban acompañados de una esquistosidad penetrativa que variaba de unos materiales a otros. Una segunda fase da origen a pliegues cilíndricos, de amplio radio, que producen interferencias en los pliegues de la primera fase. Los pliegues de la segunda fase tienen una orientación N120°-130°E y están acompañados de una esquistosidad de crenulación, espaciada, que micropliega a la esquistosidad anterior. Toda esta Unidad corresponde a una gran sinforma de fase II, en la que el flanco norte se sitúa sobre una serie invertida durante la fase I.

La sierra situada en las inmediaciones de Almadén de la Plata pertenece, en parte, a la Unidad de Pulo do Lobo, encuadrada en la Zona Surportuguesa. En esta Unidad se reconoce, a escala regional, una primera fase de deformación que origina una esquistosidad muy penetrativa de tipo "slaty cleavage", subparalela a la estratificación. A escala cartográfica no se han detectado pliegues pertenecientes a esta primera fase. La segunda fase ocasiona pliegues de tipo similar, vergencia hacia el Sur, y con tendencia a crear estructuras isoclinales. A su vez se desarrolla una esquistosidad de plano axial, bastante penetrativa. A escala local, estos pliegues se hallan algo ondulados, y su esquistosidad, ligeramente plegada por una tercera fase de deformación.

Las fracturas que aparecen en esta Zona 1 son muy abundantes, y en especial en el macizo de Aracena. Las fallas más importantes son fracturas longitudinales, de traza rectilínea y buzamiento elevado, cuyo movimiento es de tipo sinestroso. A este sistema de fallas pertenece la falla de Jabuguillo, que separa la Unidad de Aracena de la de Pulo do Lobo.

Otro sistema importante de fracturas es el de dirección N60°-70°E, al cual pertenecen la falla de Zufre y el conjunto de fallas que aparecen en el macizo de Aracena y que lo seccionan transversalmente.

Por último, existe un sistema de fracturas de dirección N160°E, que es conjugado del sistema anterior. Estas fracturas actúan como desgarres dextrócosos.

En la Figura 3.4 se muestran dos cortes litológico-estructurales de la Zona 1.

### **3.1.3. Columna estratigráfica**

Los diferentes grupos litológicos presentes en la Zona 1 están marcados con un asterisco (\*) en la columna estratigráfica que se muestra en la Figura 3.5.

### 3.1.4. Grupos litológicos

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

#### **COLUVIALES, (C).**

**Litología.-** Arenas limosas de tonos marrón-rojizos, con cantos poligénicos dispersos, angulosos y heterométricos. La naturaleza de los cantos está en función del área madre de la cual proceden. La potencia máxima observada es 1,5 m.

**Estructura.-** Son derrubios de ladera carentes de ordenación interna y que se adaptan a la superficie topográfica sobre la que se depositan (Figura 3.6).

**Geotecnia.-** Estos depósitos son fácilmente ripables y erosionables. Tienen una capacidad de carga baja, y debido a su baja compacidad presentarán unos asentamientos medios-altos. Son medianamente permeables. Se han observado taludes de alturas bajas, estables y con inclinaciones de 40°.

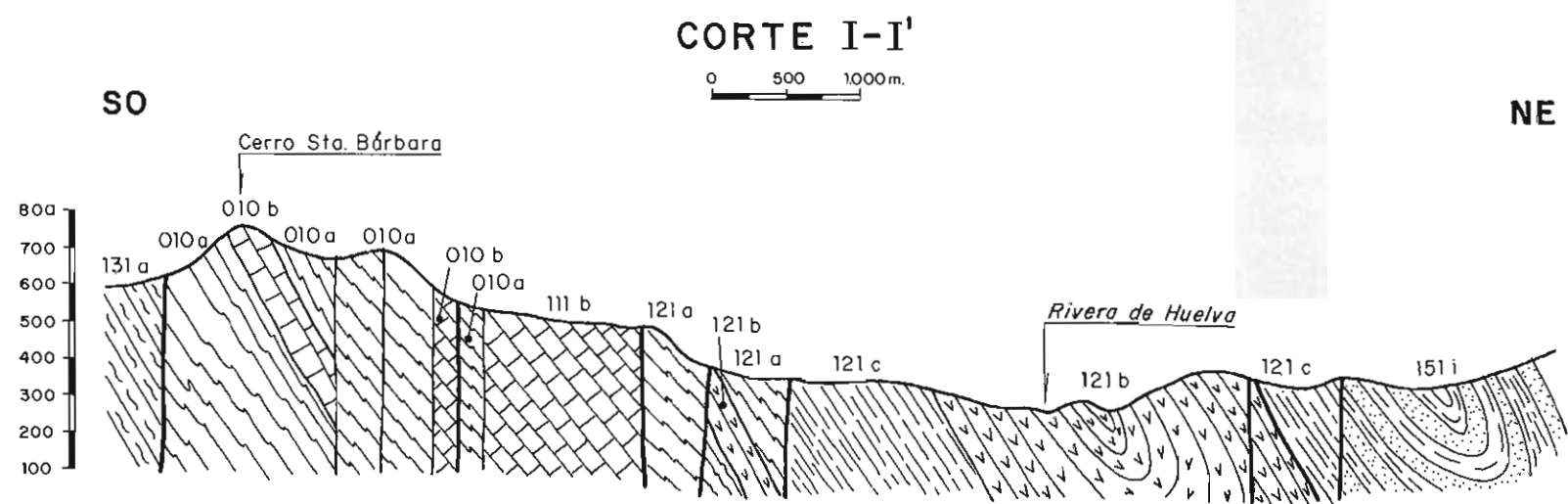
#### **TRAVERTINOS, (Q).**

**Litología.-** Estos materiales están constituidos por tobas calcáreas micríticas, de tonos claros y aspecto cavernoso debido a la disolución de los carbonatos. El mayor afloramiento de estas tobas se localiza en el municipio de Zufre (Figura 3.7), y su origen tiene lugar en la precipitación de los carbonatos que llevan en suspensión las aguas de lavado de las calizas cámbricas de Zufre.

La potencia de este grupo es aproximadamente de 80 m.

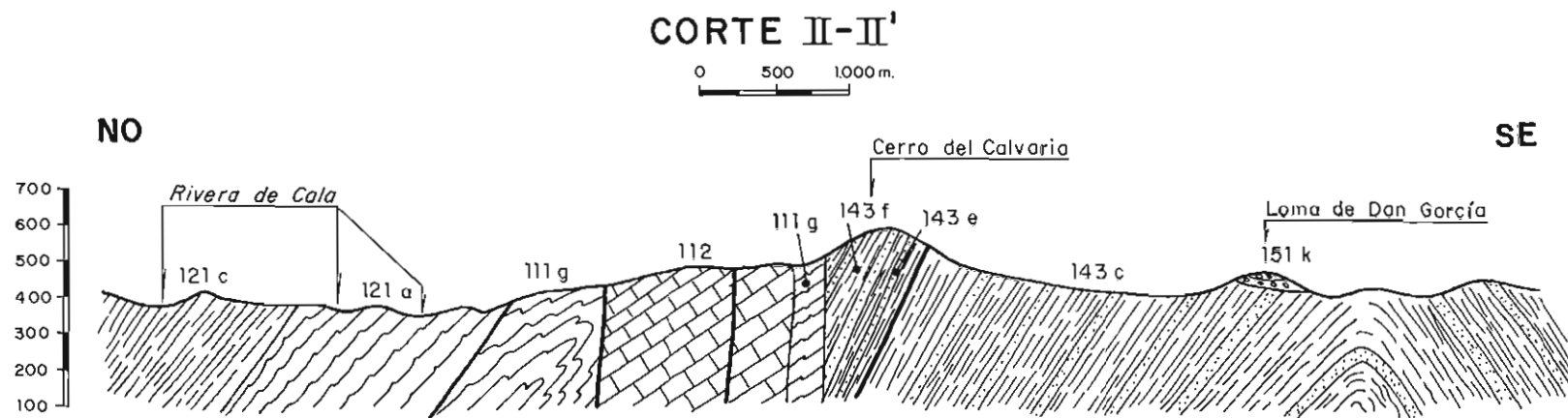
**Estructura.-** Este grupo presenta una disposición horizontal y está groseramente estratificado en bancos de 1 m a 2 m de espesor.

**Geotecnia.-** Son materiales no erosionables y permeables por karstificación. La capacidad portante es alta. No se han observado taludes artificiales, y los taludes naturales subverticales son inestables por desprendimientos.



**LEYENDA**

- 151k - Conglomerados.
- 151i - Pizarras y grauvacas.
- 143f - Pizarras y areniscas.
- 143e - Cuarcitas y pizarras.
- 143c - Pizarras, areniscas y grauvacas.
- 131a - Anfibolitas.
- 121c - Pizarras.
- 121b - Metabasitas.
- 121a - Esquistos.
- 112 - Mármales.
- 111g - Esquistos.
- 111b - Calizos y dolomías.
- 010b - Mármoles.
- 010a - Esquistos.



E. H. = 1:50.000  
E. V. = 1:20.000

FIGURA 3.4. — CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS DE LA ZONA 1


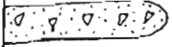

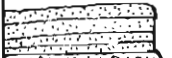
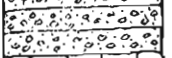





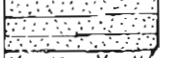
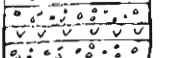
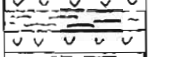
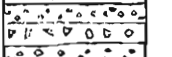
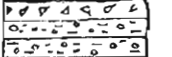
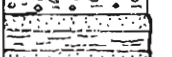
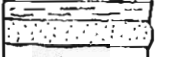
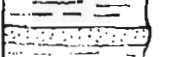
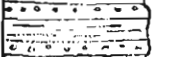
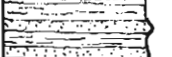

| COLUMNA ESTRATIGRAFICA  | DESCRIPCION                             | EDAD                 | GRUPO LITOLOGICO | GRUPO GEOTECNICO |
|---|---|----------------------|------------------|------------------|
|    | Gravas, bolos y arenas.                 | CUATERNARIO          | A                | G 1              |
|    | * Arenas y cantos.                      | CUATERNARIO          | C                | G 2              |
|    | * Tobas calcáreas.                      | CUATERNARIO          | Q                | G 3              |
|    | * Arcosás.                              | CARBONIFERO INFERIOR | 151 l            | G 4              |
|    | Conglomerados.                          | CARBONIFERO INFERIOR | 151 k            | G 4              |
|    | Calizas.                                | CARBONIFERO INFERIOR | 151 j            | G 5              |
|    | * Pizarras y grauvacas.                 | CARBONIFERO INFERIOR | 151 i            | G 6              |
|    | Pizarras (Cineritas).                   | CARBONIFERO INFERIOR | 151 h            | G 6              |
|    | Pizarras, tobas y tufitas.              | CARBONIFERO INFERIOR | 151 g            | G 6              |
|   | Grauvacas.                              | CARBONIFERO INFERIOR | 151 f            | G 6              |
|  | Lavas básicas y tobas básicas.          | CARBONIFERO INFERIOR | 151 e            | G 7              |
|  | Riolitas y pizarras.                    | CARBONIFERO INFERIOR | 151 d            | G 8              |
|  | Aglomerados y brechas ácidas y básicas. | CARBONIFERO INFERIOR | 151 c            | G 7              |
|  | Tobas ácidos.                           | CARBONIFERO INFERIOR | 151 b            | G 7              |
|  | Pizarras, areniscas y grauvacas.        | CARBONIFERO INFERIOR | 151 a            | G 6              |
|  | * Pizarras y areniscas.                 | DEVONICO SUPERIOR    | 143 f            | G 6              |
|  | * Cuarcitas y pizarras.                 | DEVONICO SUPERIOR    | 143 e            | G 9              |
|  | Pizarras y grauvacas.                   | DEVONICO SUPERIOR    | 143 d            | G 6              |
|  | * Pizarras, areniscas y grauvacas       | DEVONICO SUPERIOR    | 143 c            | G 6              |
|  | Pizarras.                               | DEVONICO SUPERIOR    | 143 b            | G 6              |
|  | Pizarras, cuarcitas y grauvacas.        | DEVONICO SUPERIOR    | 143 a            | G 6              |

Figura 3.5.- Columna estratigráfica de la Zona 1.

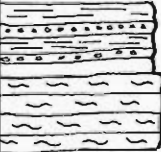
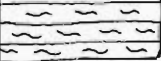
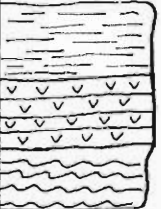
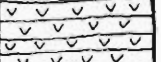
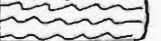

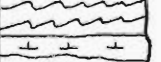
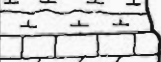
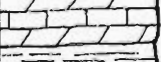






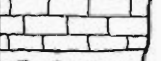
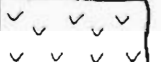
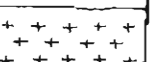
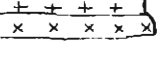
| COLUMNA ESTRATIGRAFICA   | DESCRIPCION                         | EDAD                       | GRUPO LITOLOGICO | GRUPO GEOTECNICO |
|--|-------------------------------------|----------------------------|------------------|------------------|
|    | * Ampelitas y liditas.              | SILURICO INFERIOR          | 131 b            | G 6              |
|    | Anfibolitas.                        | SILURICO INFERIOR          | 131 a            | G 6              |
|    | * Pizarras.                         | ORDOVICICO INFERIOR        | 121 c            | G 6              |
|    | * Metabasitas.                      | ORDOVICICO INFERIOR        | 121 b            | G 6              |
|    | * Esquistos.                        | ORDOVICICO INFERIOR        | 121 a            | G 6              |
|    | * Mármoles.                         | CAMBRICO MEDIO             | 112              | G 5              |
|    | * Esquistos.                        | CAMBRICO INFERIOR          | 111 g            | G 6              |
|    | Calcosilicatos.                     | CAMBRICO INFERIOR          | 111 f            | G 11             |
|    | * Calizas y dolomías                | CAMBRICO INFERIOR          | 111 e            | G 5              |
|   | * Metacineritas, pizarras y tobas.  | CAMBRICO INFERIOR          | 111 d            | G 6              |
|  | * Pizarras y areniscas.             | CAMBRICO INFERIOR          | 111 c            | G 6              |
|  | * Calizas y dolomías.               | CAMBRICO INFERIOR          | 111 b            | G 5              |
|  | * Materiales volcano-sedimentarios. | CAMBRICO INFERIOR          | 111 a            | G 7              |
|  | Pizarras y anfibolitas.             | PRECAMBRICO INDIFERENCIADO | 010 c            | G 6              |
|  | * Mármoles.                         | PRECAMBRICO INDIFERENCIADO | 010 b            | G 5              |
|  | * Esquistos.                        | PRECAMBRICO INDIFERENCIADO | 010 a            | G 6              |
|  | Gabros, dioritas y tonalitas.       | PALEOZOICO INDIFERENCIADO  | 001 b            | G 10             |
|  | Granitos y granodioritas            | PALEOZOICO INDIFERENCIADO  | 001 a            | G 10             |
|  | Diques de cuarzo.                   | PALEOZOICO INDIFERENCIADO  | 002              | G 9              |

Figura 3.5.- Columna estratigráfica de la Zona 1. (cont.)

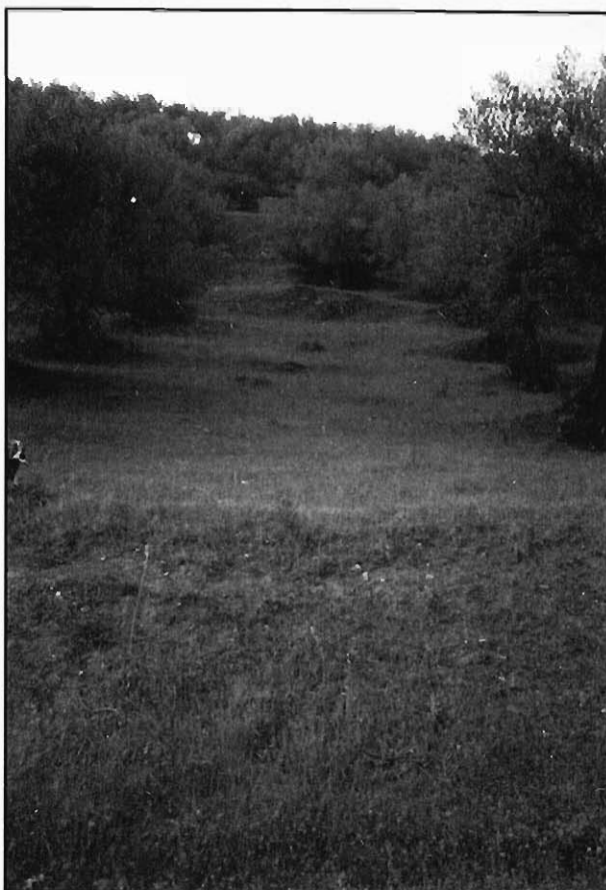


Figura 3.6.- Vista general del coluvial depositado al pie de la sierra de El Viso, en las inmediaciones del municipio de Santa Olalla del Cala.



Figura 3.7.- Aspecto general del travertino sobre el que se asienta el pueblo de Zufre.

## **ARCOSAS, (151I).**

**Litología.-** Este grupo litológico está constituido por arcosas de tonos claros, grano fino y textura blastosamítica. Mineralógicamente están formadas por granos de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y fragmentos líticos, englobados todos ellos en una matriz sericítica, débilmente cristalizada. Entre las arcosas aparecen pasadas de microconglomerados de espesor decimétrico. Dadas las malas condiciones de afloramiento que presenta este grupo, no ha podido establecerse la disposición del mismo.

**Estructura.-** Estos materiales aparecen plegados según una dirección estructural NW-SE, la cual coincide con la estructura general de todo el Tramo. A escala de afloramiento, aparecen afectados por una esquistosidad de espaciado centimétrico.

**Geotecnia.-** Son materiales ripables y medianamente permeables a consecuencia de su composición litológica y de la esquistosidad que tienen. La capacidad de carga es media-alta, y los asientos a que pueden dar lugar serán de magnitudes bajas.

No se han observado taludes de interés.

## **PIZARRAS Y GRAUVACAS, (151i).**

**Litología.-** Conjunto constituido por pizarras de color gris, y amarillentas en superficie por alteración (Figura 3.8). Son de grano fino y presentan intercalaciones de grauvacas, de tonos oscuros y grano medio.

**Estructura.-** Las pizarras están estratificadas en niveles de espesor inferior a 20 cm y presentan un aspecto hojoso debido a la pizarrosidad de flujo tan penetrativa que tienen. También se distingue una segunda pizarrosidad de crenulación que pliega a la anterior.

A escala de afloramiento este grupo aparece intensamente plegado según una dirección NW-SE y con buzamientos de 45° tanto al NE como al SW.

**Geotecnia.-** Son materiales ripables, como demuestra el hecho de que en los taludes artificiales actuales no se hayan observado signos de voladura. Su capacidad de carga es elevada, y hay que señalar la inestabilidad de los taludes excavados, a consecuencia de su esquistosidad.



Figura 3.8.- Detalle de las pizarras del grupo (151i) en un desmonte situado en el P.K. 5,000 de la carretera de Almadén de la Plata a El Real de la Jara. Obsérvese el intenso plegamiento que presentan.

Se han observado taludes artificiales de alturas bajas, inestables por desprendimientos de bloques y cuñas, y con inclinaciones de  $70^\circ$ . En aquellos taludes donde la esquistosidad presenta buzamientos muy verticales, pueden producirse desprendimientos por el proceso de "toppling" o "cabeceo".

#### **PIZARRAS Y ARENISCAS, (143f).**

**Litología.-** Conjunto constituido por una alternancia irregular de pizarras de tonos marrones y algo arenosas, y areniscas del mismo tono y grano fino, que son más abundantes hacia la base del conjunto.

**Estructura.-** Tanto las pizarras como las areniscas están dispuestas en niveles de espesor inferior a 20 cm, aunque las areniscas llegan a concentrarse en bancos de hasta 1 m de potencia.



A escala de afloramiento estos materiales aparecen medianamente fracturados y tienen una dirección estructural WNW-ESE y buzamientos de 50° hacia el Norte. El contacto de este grupo con los materiales adyacentes hacia el Norte se realiza mediante un gran cabalgamiento de dirección E-W.

**Geotecnia.-** Son materiales que no presentan problemas para su excavación y que tienen una capacidad de carga elevada.

En los taludes se darán procesos de inestabilidad por desprendimientos de bloques y cuñas, fundamentalmente en aquellos puntos en que la esquistosidad buza en el mismo sentido que el talud. Se han observado taludes de alturas bajas, estables, aunque con desprendimiento de alguna laja, y con inclinaciones de 50°.

### **CUARCITAS Y PIZARRAS, (143e).**

**Litología.-** Este grupo está constituido por un paquete central de cuarcitas de color gris oscuro y grano fino, que está limitado a techo y a muro por pizarras de tonos grises. (Figura 3.9).

**Estructura.-** El paquete central de cuarcitas tiene una potencia de 30 m, y aparece estratificado en bancos inferiores a 1 m de espesor.

Las pizarras presentan un aspecto hojoso, debido a la esquistosidad de flujo, y micropliegues en "chevron", a consecuencia de la esquistosidad de crenulación.

El conjunto presenta una dirección WNW-ESE y buzamientos de 50° al Norte.

**Geotecnia.-** Este grupo se caracteriza por no ser ripable, a excepción de los materiales pizarrosos, y por tener una capacidad de carga elevada. Tanto las cuarcitas como las pizarras son escasamente permeables, por fisuración y por la esquistosidad, respectivamente.

Se han observado taludes artificiales de alturas bajas, estables y con inclinaciones de 55°.

### **PIZARRAS, ARENISCAS Y GRAUVACAS, (143c).**

Este grupo está descrito en la Zona 3, al ser más representativo de la misma.

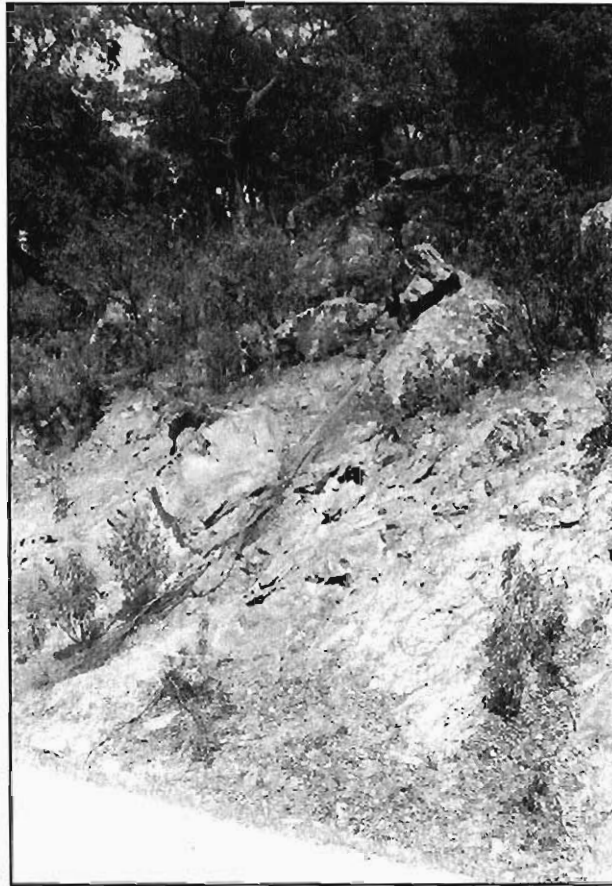


Figura 3.9.- Detalle del paquete central de cuarcitas, del grupo (143e), en un desmonte localizado en el camino vecinal de Almadén de la Plata a Castilblanco de los Arroyos.

### **AMPELITAS Y LIDITAS, (131b).**

**Litología.-** Conjunto constituido por una alternancia centimétrica de pizarras ampelíticas negras y cuarcitas grafitosas (liditas) del mismo color. Cuando están alteradas, las ampelitas presentan tonos cenizos y blanquecinos característicos.

Las cuarcitas están compuestas fundamentalmente por cuarzo y grafito, y al microscopio presentan una textura granolepidoblástica inequigranular.

**Estructura.-** Este grupo corresponde a dos bandas de orientaciones E-W y NE-SW, y buzamientos fuertes hacia el Norte. Las dos bandas aparecen intercaladas entre las pizarras del grupo (151i). Los contactos con los materiales adyacentes son normalmente mediante falla.

**Geotecnia.-** Tanto las ampelitas como las cuarcitas son ripables (estas últimas a consecuencia del escaso espesor de los niveles en que están estratificadas).

La formación tiene una permeabilidad baja, y ésta está condicionada a la esquistosidad, fracturación y superficies de estratificación.

La capacidad portante es alta, excepto en aquellas zonas donde las ampelitas estén muy alteradas, en cuyo caso la capacidad de carga y los asientos pueden ser de valores medios.

No se han observado taludes de interés, pero en estos materiales suelen producirse deslizamientos en sus taludes, a consecuencia de su mineralogía y esquistosidad.

## **PIZARRAS, (121c).**

**Litología.-** Conjunto constituido por una sucesión monótona de pizarras de color gris, aspecto satinado (debido a la presencia de minerales micáceos), y con una pizarrosidad muy marcada. Al microscopio son rocas con textura lepidoblástica, formadas por cuarzo, clorita, moscovita, esfena, opacos, etc. Son clasificadas como filitas o pizarras.

**Estructura.-** El conjunto aparece estratificado en niveles centimétricos y está afectado por una esquistosidad muy penetrativa, paralela a la estratificación. La dirección estructural es NW-SE y los buzamientos son tanto al NE como al SW.

A escala regional estos materiales aparecen afectados por un sistema conjugado de fracturas, de direcciones NNW-SSE y NE-SW.

**Geotecnia.-** Debido a la estratificación y a la pizarrosidad, estos materiales son fácilmente ripables. Su permeabilidad es baja y está condicionada por los distintos planos de discontinuidad (esquistosidad y fracturación). La capacidad portante es elevada.

Los taludes excavados en estos materiales manifiestan cierta inestabilidad, debido a la lajosidad y fracturación de la roca. Se han observado taludes artificiales de alturas bajas, inestables por caída de lajas, bloques y cuñas, y con inclinaciones de 60°. Además de estos tipos de inestabilidades, pueden producirse procesos de "toppling" o "cabeceo" en zonas donde la esquistosidad sea prácticamente vertical. (Figura 3.10).



Figura 3.10.- Desprendimientos de lajas en un talud de pizarras del grupo (121c), en las inmediaciones del embalse de Aracena.

### **METABASITAS, (121b).**

**Litología.-** Son rocas volcánicas de composición básica, aspecto cristalino y muy compactas. (Figura 3.11). Tienen un color verde oscuro característico, y un estudio microscópico revela que son rocas con textura porfídica, formadas por megacristales de plagioclasa y anfíbol, inmersos en una matriz de grano fino, constituida por plagioclasa, clorita, esfena y opacos.

**Estructura.-** Estos materiales están afectados por una esquistosidad sub-paralela a la estratificación (esta última se manifiesta por la individualización de niveles de espesor inferior a 20 cm). Aparecen plegados según una dirección NW-SE y con buzamientos de hasta 80° al NE, y se hallan afectados por un sistema conjugado de fracturas, de direcciones NNW-SSE y NE-SW.



Figura 3.11.- Detalle de las metabasitas en un talud localizado en la carretera de Puerto-Moral al embalse de Aracena. Obsérvese la fuerte esquistosidad que presentan.

Este grupo corresponde a coladas volcánicas intercaladas entre los esquistos de la Unidad de El Cubito, que flanquean por el Norte al macizo de Aracena.

**Geotecnia.-** Esta formación se caracteriza por ser difícilmente ripable, y por tener una baja permeabilidad, condicionada por la estratificación, esquistosidad y fracturación. La capacidad portante es elevada, incluso en los niveles superficiales, ya que prácticamente no existe montera alterada.

A pesar de que los taludes observados presentan un aspecto estable, no se descarta la posibilidad de deslizamientos en aquellos casos en que las discontinuidades bucen en el mismo sentido que el talud. Se han observado taludes artificiales de alturas medias, estables, y con inclinaciones de 50°. En este último caso hay que indicar que el talud es perpendicular a la estratificación.

### **ESQUISTOS, (121a).**

**Litología.-** Conjunto formado por esquistos compactos de tonos grisáceos, grano muy fino, ricos en micas y con una esquistosidad muy penetrativa. (Figura 3.12). Presentan abundante cuarzo segregado y replegado, y frecuentemente se observa un bandeo composicional milimétrico, constituido por niveles con mayor o menor abundancia de cuarzo y filosilicatos.



Figura 3.12.- Talud excavado en los esquistos del grupo (121a), en una carretera cortada, en las inmediaciones de Almadén de la Plata. Obsérvese la intensa meteorización que presenta la roca.

Al microscopio los esquistos presentan texturas lepidoblásticas microplegadas y, frecuentemente, miloníticas. Mineralógicamente están formados por cuarzo, moscovita, clorita, biotita y plagioclasa.

**Estructura.-** Estos materiales se caracterizan por presentar un plegamiento muy intenso, que contrasta con las deformaciones de los materiales de

su entorno. La esquistosidad mantiene direcciones E-W y buzamientos de hasta 85° al Norte.

A pesar de que los esquistos presentan normalmente un aspecto compacto, puntualmente aparecen muy alterados y dan lugar a la formación de un material limoso, de tonos blanquecinos.

**Geotecnia.-** Este conjunto se caracteriza por ser ripable y por tener una capacidad de carga elevada. En zonas donde los esquistos están muy alterados, la formación es fácilmente erosionable y tendrá una capacidad de carga y unos asentamientos de magnitudes medias. La permeabilidad es pequeña y está supeditada a la esquistosidad y a la fracturación.

Existe riesgo de deslizamientos en los taludes debido a la esquistosidad tan penetrativa que muestra la roca. Se han observado taludes artificiales excavados perpendicularmente a la esquistosidad, de alturas medias, estables, y con inclinaciones de 55°.

## **MARMOLES, (112).**

**Litología.-** Conjunto constituido por mármoles de tonos blanquecinos y grises, con alguna pasada verdosa, y de grano medio a grueso. (Figura 3.13). De forma irregular aparecen niveles intercalados de pizarras, grauwacas y areniscas.

**Estructura.-** A escala de afloramiento estos materiales aparecen muy diaclasados y dispuestos en bancos de 0,5 m a 2,0 m de espesor. Los estratos tienen una dirección estructural WNW-ESE y buzamientos de 40°-50° hacia el Norte.

A escala regional este grupo aparece muy tectonizado, y está afectado por un gran número de fallas y cabalgamientos. Llega a aflorar, en zonas próximas al área de estudio, en estructuras de "klippe". El contacto de estos materiales con los adyacentes se realiza, la mayoría de las veces, mediante falla.

**Geotecnia.-** Este grupo no es ripable. Es permeable, por la fracturación y por la posible karstificación que pueda tener el conjunto. La capacidad portante es elevada, pero cabe la posibilidad de hundimientos si existen zonas karstificadas.

Se han observado taludes artificiales de alturas bajas, estables, aunque con desprendimientos de pequeñas cuñas, y con inclinaciones de 70°.



Figura 3.13.- Detalle de los mármoles del grupo (112) en una cantera abandonada en Almadén de la Plata.

### **ESQUISTOS, (111g).**

Este grupo está descrito en la Zona 2, al ser más representativo de la misma.

### **CALIZAS Y DOLOMIAS, (111e).**

**Litología.-** Conjunto constituido por calizas marrones y dolomías grises, microcristalinas, y en algunos casos marmorizadas. (Figura 3.14). Los niveles grisáceos presentan una laminación interna que puede ser debida a crecimientos estromatolíticos de algas.

**Estructura.-** Estas rocas, estratificadas en bancos de potencia decimétrica, tienen una disposición estructural NW-SE y buzamientos suaves.





Figura 3.14.- Aspecto de las calizas y dolomías del grupo (I11e) en la Sierra de El Viso, en las inmediaciones de Santa Olalla del Cala.

Existen malos afloramientos de este grupo, ya que normalmente se halla recubierto por depósitos coluviales y eluviales.

**Geotecnia.-** Son rocas poco porosas y con una permeabilidad variable, condicionada por la fracturación y posible karstificación. En líneas generales es un grupo no ripable, pero debido al escaso espesor de los estratos, existen áreas ripables. La capacidad portante es elevada, pero pueden producirse hundimientos si existen áreas karstificadas.

No se han observado taludes de interés. Las excavaciones en estos materiales admitirán pendientes pronunciadas, sin riesgo de deslizamiento, siempre que la estratificación y las diaclasas no presenten buzamientos favorables para ello.

### **METACINERITAS, PIZARRAS Y TOBAS, (111d).**

**Litología.-** Este grupo está constituido por una alternancia irregular de metacineritas, pizarras y tobas. Son rocas esquistosas, de grano fino y color grisáceo, de aspecto monótono en todos sus afloramientos. (Figura 3.15). Ocasionalmente presentan un bandeado debido a la presencia de niveles milimétricos más ricos en cuarzo detrítico, óxidos y/o carbonatos.

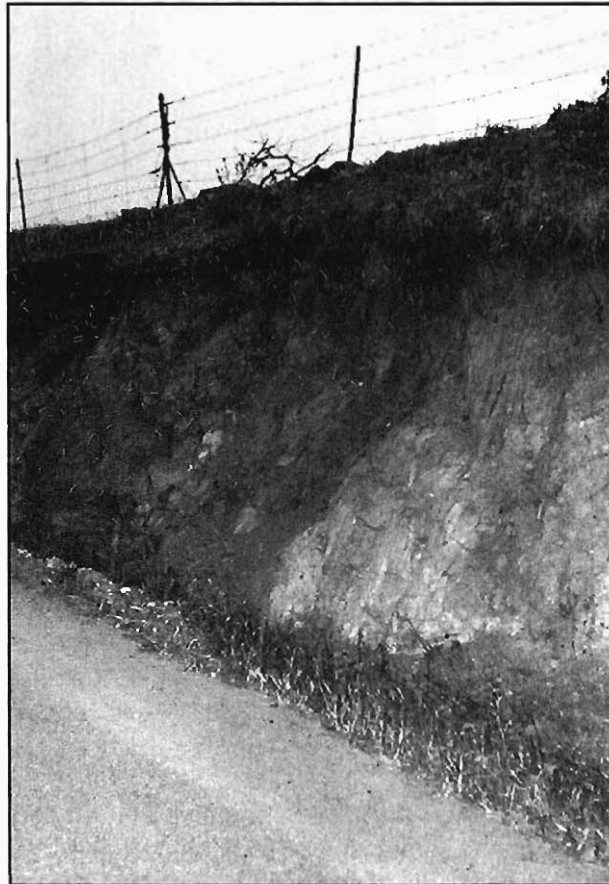


Figura 3.15.- Detalle de las metacineritas del grupo (111d) en un talud situado en las inmediaciones de Santa Olalla del Cala. La zona oscura corresponde a los materiales pizarrosos, y la clara a las tobas y metacineritas.

Entre estos materiales aparecen intercalaciones de pórfidos riolíticos y de calizas marmóreas, de colores grises y blancos.

**Estructura.-** A escala de afloramiento estos materiales aparecen bastante alterados, y solamente se aprecia bien su estructura en el caso de los elementos pizarrosos.

Regionalmente este grupo está plegado en una serie de sinclinales y anticlinales, de dirección NW-SE y buzamientos de hasta 70°, tanto al Noreste como al Suroeste.

El metamorfismo que afecta a este grupo es regional y de grado bajo-muy bajo.

**Geotecnia.-** Es un conjunto ripable y algo erosionable debido fundamentalmente a la alteración que presentan los materiales. Las tobas son medianamente permeables debido a su porosidad, mientras que las metacineritas y pizarras son escasamente permeables.

La capacidad portante es de tipo medio-alto, y los asientos que se pueden producir serán de magnitudes bajas, excepto en zonas muy alteradas, donde pueden originarse asientos medios.

Se han observado taludes artificiales de alturas bajas, estables, aunque hay algún pequeño desprendimiento, y con inclinaciones de 65°.

#### **PIZARRAS Y ARENISCAS, (111c).**

**Litología.-** Conjunto constituido por una alternancia irregular de pizarras de color verdoso o morado, y areniscas grauváquicas. (Figura 3.16).

Las pizarras son de grano fino. Los niveles areniscosos, compuestos por cuarzo, moscovita, plagioclasa y feldespato potásico, tienen una textura blasosamítica y una matriz débilmente recristalizada y de composición sericítica.

**Estructura.-** Las pizarras aparecen estratificadas en niveles centimétricos y están afectadas por una esquistosidad muy penetrativa, paralela a la estratificación. Entre las pizarras se disponen niveles de areniscas, de espesor inferior a 50 cm, pero que pueden acumularse hasta formar bancos de varios metros de potencia.

El conjunto se halla afectado por una red de diaclasas perpendicular a la estratificación, que hace que la roca se disgregue en bloques decimétricos.

Las rocas de este grupo aparecen plegadas según una dirección NW-SE y con buzamientos de 50° hacia el Noreste, y afloran en una secuencia invertida, al pie de la sierra de El Viso. No hay correlación entre los criterios estratigráficos y tectónicos, por lo que se supone que son vestigios de una estructura originada en la fase I de la Orogenia Hercínica y posteriormente volcada.

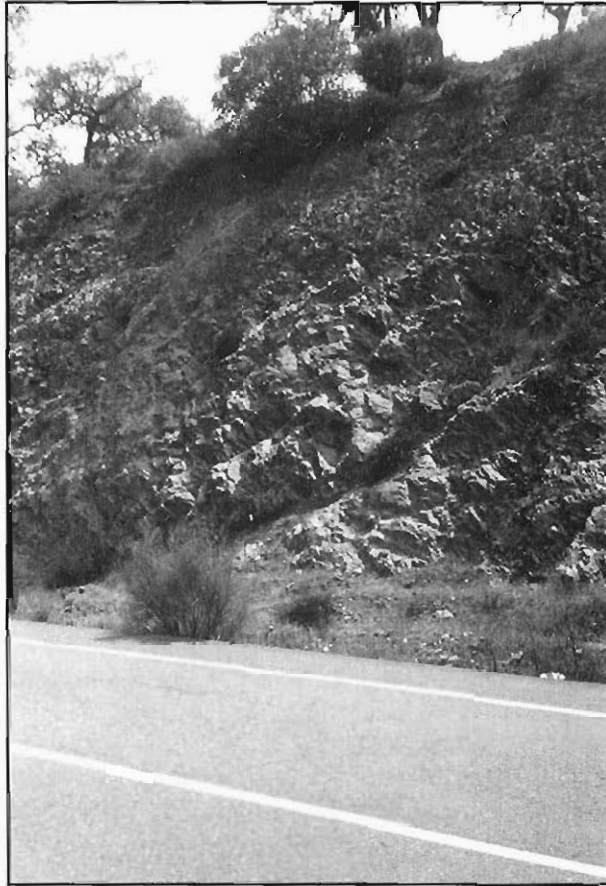


Figura 3.16.- Aspecto de las pizarras y areniscas del grupo (111c) en un talud situado en el P.K. 411,200 de la carretera N-630.

**Geotecnia.-** Esta unidad se caracteriza por ser ripable y por tener una capacidad de carga elevada. La escasa permeabilidad que pueda tener está condicionada por la esquistosidad y por el grado de fracturación.

Estos materiales se hallan cubiertos por un suelo eluvial, arcillo-arenoso, de escasa potencia.

Se han observado taludes artificiales de alturas medias, estables, aunque con pequeños desprendimientos de bloques y cuñas, y con inclinaciones de 55°.

#### **CALIZAS Y DOLOMIAS, (111b).**

**Litología.-** Conjunto constituido por una alternancia de calizas y dolomías, microcristalinas y de tonos morados. (Figura 3.17). Entre estas rocas aparecen intercalaciones de esquistos, de color gris-verdoso y grano fino.



Figura 3.17.- Aspecto de las calizas y dolomías del grupo (111b) en una cantera abandonada, localizada en las cercanías de la carretera a Puerto-Moral.

Al microscopio las rocas carbonatadas presentan una textura granoblástica, y están compuestas por calcita y en menor proporción por dolomita, cuarzo, epidota, tremolita, entre otros minerales.

**Estructura.-** Las calizas y dolomías de este grupo están estratificadas en bancos de 0,1 m a 1,0 m de espesor, y los esquistos se disponen en niveles de 0,5 m de potencia. El conjunto está plegado según una dirección NW-SE y con buzamientos de hasta 65° hacia el Noreste.

Estos materiales se disponen intercalados dentro de una serie volcano-sedimentaria, y se hallan afectados por un gran número de fallas de dirección NE-SW y componente sinistral. Una de estas fallas, la denominada "de Zufre", desplaza a estos materiales 2 km hacia el Norte.

**Geotecnia.-** Es un conjunto no ripable, y algo permeable por fracturación y por posible karstificación. La capacidad de carga es elevada, pero en caso de existir áreas karstificadas pueden producirse hundimientos.

No se han observado taludes de interés, pero es de suponer que admitirán pendientes pronunciadas estables, a excepción de algunas cuñas y bloques que estén delimitados por diaclasas y planos de estratificación, con buzamientos favorables al talud.

### **SERIE VOLCANO-SEDIMENTARIA, (111a).**

**Litología.-** Se trata de un conjunto volcano-sedimentario, constituido por metavolcanitas ácidas, que litológicamente corresponden a tobas riolíticas y a metariolitas. (Figura 3.18).



Figura 3.18.- Detalle de la serie volcano-sedimentaria en un pequeño desmonte situado en la carretera que se dirige de Puerto-Moral a Corteconcepción.

Las tobas riolíticas son rocas esquistosas, de color claro y compuestas mineralógicamente por fenocristales de cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico, englobados en una matriz de grano fino, formada por cuarzo y mica.

Las metariolitas que aparecen en esta serie tienen un aspecto más compacto que las tobas, y mineralógicamente presentan los mismos fenocristales, pero englobados en una matriz cuarzo-feldespática. Su textura es esferulítica.

**Estructura.-** En los escasos afloramientos que existen de este grupo, las rocas están afectadas por una marcada esquistosidad y presentan una grosera estratificación en niveles centimétricos y subparalela a la esquistosidad. Además, como también están fracturadas ortogonalmente a la esquistosidad, se disgregan en fragmentos muy pequeños.

El conjunto aparece plegado según una dirección NW-SE y con buzamientos de 50° al Noreste.

**Geotecnia.-** Son materiales ripables y permeables, debido a la esquistosidad y a la fracturación tan intensa que tienen. Las tobas son algo más permeables, debido a que tienen una cierta porosidad.

La capacidad de carga de estos materiales es media-alta, y los asientos a que pueden dar lugar son pequeños.

Se han observado taludes artificiales bajos, estables, y con inclinaciones de 70°.

## **MARMOLES, (010b).**

**Litología.-** Mármoles de color claro, grano fino a medio, y muy compactos. (Figura 3.19). Al microscopio presentan texturas granoblásticas, y mineralógicamente están formados por calcita, dolomita, flogopita y minerales de silicatos cálcicos. En la mayor parte de los casos, aparecen cubiertos por depósitos eluviales arcillosos, de color rojo-vinoso característico.

**Estructura.-** Estos mármoles están estratificados en niveles de 5 cm a 20 cm de espesor, y se hallan afectados por una intensa fracturación que los disgrega en fragmentos pequeños. Los estratos presentan una dirección estructural NW-SE y buzamientos de 65° tanto al Noreste como al Suroeste.

Estos materiales forman parte del macizo de Aracena, y se caracterizan por estar afectados por un gran número de fallas de desgarre, sinestras, de dirección NE-SW.

**Geotecnia.-** Generalmente este grupo no es ripable, aunque puntualmente puede que sí lo sea debido a la intensa fracturación que tiene.

Son rocas permeables debido al diaclasamiento y a la posible karstificación que puedan tener. La capacidad portante es elevada, pero si existen áreas karstificadas pueden producirse hundimientos. En zonas donde los suelos arcillosos desarrollados sean importantes, pueden originarse asientos altos.

Se han observado taludes artificiales de alturas bajas, estables, y con inclinaciones de 55°.



Figura 3.19.- Detalle de los mármoles del grupo (010b) en un desmonte localizado en el P.K. 45,500 de la carretera N-433, en las inmediaciones del pueblo de Valdezufre. Obsérvese la intensa fracturación que presentan.

### **ESQUISTOS, (010a).**

**Litología.-** Conjunto constituido por esquistos micáceos, de grano fino y color marrón. (Figura 3.20). Existen intercalaciones de niveles centimétricos de cuarcitas negras grafitosas.

Entre estos materiales aparece un cuerpo granodiorítico que en realidad corresponde a un ortogneis. En campo presenta un aspecto de granito, de grano fino a medio, orientado y de color gris. Suele estar bastante alterado, y cuando está sano presenta una disyunción en "bolos".





Figura 3.20.- Aspecto de los esquistos del grupo (010a) en un talud situado en el P.K. 44,000 de la carretera N-433.

**Estructura.-** Los esquistos están afectados por una marcada esquistosidad, y aparecen plegados según una dirección NW-SE y con buzamientos de 60° hacia el Noreste.

La formación está afectada por numerosas fallas de desgarre, sinestrales, de dirección NE-SW.

El enclave granodiorítico presenta una estructura masiva, típica de las rocas plutónicas. A escala de afloramiento se observa una orientación de los minerales.

**Geotecnia.-** Son materiales ripables, excepto las zonas constituidas por ortogneises sanos, que necesitan la voladura para su remoción. Su permeabilidad es baja y está condicionada a la esquistosidad y al grado de fracturación.

La capacidad de carga es elevada, y los asentos a que pueden dar lugar serán muy pequeños.

Se han observado taludes artificiales de alturas bajas, estables, y con inclinaciones de 35°.

### **3.1.5. Grupos geotécnicos**

Teniendo en cuenta los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona 1, así como sus respectivas características geotécnicas, se han agrupado aquéllos en función de su similar comportamiento geotécnico, en los siguientes grupos:

**G2.- Grupo constituido por arenas limosas de tonos marrón-rojizo, que contienen cantos poligénicos dispersos, de formas angulosas.** Geotécnicamente se caracterizan por ser ripables y fácilmente erosionables. Su capacidad de carga es baja, y debido a su baja compacidad presentarán unos asentos de valor medio-alto. Los taludes excavados observados en estos materiales no presentan signos de inestabilidad. Forma este grupo el conjunto litológico C.

**G3.- Grupo constituido por tobas calcáreas micríticas, de tonos claros y estratificadas groseramente en bancos de 1 m a 2 m de espesor.** Presentan una capacidad de carga elevada, y su permeabilidad está condicionada por el grado de karstificación. Los taludes naturales observados son inestables por desprendimientos. Forma este grupo el conjunto litológico Q.

**G4.- Grupo constituido por arcosas.** Son materiales ripables, erosionables y con una permeabilidad de tipo medio. La capacidad de carga es de valor medio-alto, y los asentos previsibles, de magnitudes bajas. Dadas sus condiciones de afloramiento, no se han observado taludes de interés. Forma este grupo el conjunto litológico (151).

**G5.- Grupo constituido por calizas, dolomías y mármoles.** Son materiales no ripables y no erosionables. En estado sano son impermeables, pero pueden tener una cierta permeabilidad secundaria, originada por la fracturación y por la posible existencia de zonas karstificadas. La capacidad de carga es elevada, pero pueden surgir problemas de hundimientos si existen áreas karstificadas. Los taludes excavados en estos materiales admiten fuertes pendientes, aunque podrán ocurrir puntualmente deslizamientos de bloques y cuñas. Forman este grupo los conjuntos litológicos (112), (111e), (111b) y (010b).

**G6.- Grupo metamórfico constituido por pizarras, grauvacas, tobas, areniscas, cuarcitas, ampelitas, liditas, anfibolitas, metabasitas, esquistos y metacineritas.** En líneas generales estos materiales se caracterizan por ser ripables y por tener una permeabilidad baja, condicionada por el grado de fracturación y por la esquistosidad. La capacidad de carga suele ser elevada, y los asientos a que pueden dar lugar son bajos. En los taludes excavados en estos materiales se producen, generalmente, deslizamientos de bloques y cuñas. En zonas donde la esquistosidad presente fuertes buzamientos, existirá el riesgo de que se produzcan fenómenos de "toppling" en la coronación de los taludes. Forman este grupo los conjuntos litológicos (151i), (143f), (143c), (131b), (121c), (121b), (121a), (111g), (111d), (111c) y (010a).

**G7.- Grupo formado por materiales volcano-sedimentarios.** Estos materiales se caracterizan por ser ripables y por tener una permeabilidad baja, condicionada fundamentalmente por la esquistosidad y por la fisuración. Su capacidad de carga es media-alta, y los asientos a que pueden dar lugar se estima que serán bajos. Los taludes excavados en estos materiales suelen ser inestables por deslizamientos de bloques y cuñas, fundamentalmente en taludes de pendientes pronunciadas. Forma este grupo el conjunto litológico (111a).

**G9.- Grupo constituido por cuarcitas y pizarras.** Si se exceptúan los materiales pizarrosos, este grupo se caracteriza por no ser ripable y por tener una capacidad de carga muy elevada. Su permeabilidad es pequeña y está condicionada por el grado de fracturación, y en las pizarras, por la esquistosidad. En líneas generales, los taludes admiten fuertes pendientes sin signos de inestabilidad, aunque pueden ocasionarse puntualmente deslizamientos de bloques y cuñas en aquellos puntos donde las discontinuidades sean favorables para este proceso. Forma este grupo el conjunto litológico (143e).

### **3.1.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona**

Los problemas geotécnicos que presenta esta Zona 1 están íntimamente relacionados con la morfología y litología de la misma.

Los materiales metamórficos, piroclásticos y volcano-sedimentarios, que constituyen mayoritariamente esta Zona, plantean como principal problema la inestabilidad de los taludes excavados en ellos, a consecuencia de la esquistosidad tan penetrativa que tienen, y de las pendientes naturales tan inclinadas que presenta esta Zona. En este sentido, hay que decir que los corredores que discurren en sentido N-S tienen un riesgo menor de deslizamientos que los que discurren en sentido E-W, debido a que los primeros corredores cortan en sentido transversal a la estructura general de

esta Zona. Este tipo de materiales no presentan, en líneas generales, problemas de ripabilidad, ni de capacidad portante.

Los materiales calcáreos (calizas, mármoles y dolomías) plantean problemas de ripabilidad, ya que es necesario el uso de explosivos para su excavación, y de inestabilidades puntuales en sus taludes, por deslizamientos de bloques y cuñas. La capacidad portante es elevada, pero pueden surgir hundimientos si existen áreas karstificadas.

Las cuarcitas no son ripables y admiten taludes con pendientes muy pronunciadas, sin riesgo de deslizamientos importantes.

Los materiales coluviales aparecen de una forma muy reducida en esta Zona 1, y pueden dar lugar a problemas de erosionabilidad, de capacidad portante y de asientos. Los taludes observados son bajos y no presentan signos de inestabilidad, pero en taludes de alturas considerables pueden surgir problemas de deslizamientos y desmoronamientos.

## **3.2. ZONA 2: ZONA DE RELIEVE ACCIDENTADO**

### **3.2.1. Geomorfología**

La Zona 2 se extiende por la totalidad de las Hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional que abarca el presente Estudio, y llega a cubrir totalmente los cuadrantes 1 de la Hoja 939, 3 de la Hoja 940 y 4 de la Hoja 961. En la Figura 3.21 se muestra la ubicación y extensión de la Zona 2, así como la situación de los dos cortes geológicos esquemáticos realizados en la misma.

Desde el punto de vista morfológico, la Zona 2 se caracteriza por presentar un relieve abrupto y accidentado, en el que se distinguen numerosas sierras y montes, que se hallan seccionados por una red de drenaje incisiva.

Dentro de esta Zona 2 se diferencian dos áreas ligeramente distintas, condicionadas por la litología y por la tectónica. La primera de ellas corresponde a los terrenos constituidos por materiales plutónicos (granitos, granodioritas, etc.), y se caracteriza por presentar un relieve accidentado, pero no agreste, debido a que los montes y cerros tienen un aspecto redondeado, y a que las pendientes, aun siendo pronunciadas, son relativamente homogéneas, sin cambios bruscos. Esto se debe fundamentalmente a la montera de alteración que normalmente recubre a estos materiales. Cuando no existe esta montera, suelen presentar la morfología típica de "piedras caballerías", debido a la disyunción en bolos de estos materiales. La red de drenaje está condicionada por las fracturas generalmente, y es de tipo ortogonal u ortogonal deformada.

La segunda área distinguida en esta Zona 2 está formada mayoritariamente por materiales metamórficos, y se caracteriza por presentar un relieve accidentado, pero más agreste que el del área primera. Esto es debido a que en los materiales metamórficos existe una incisión más pronunciada de los arroyos, y a que las divisorias de aguas son montes y crestas agudas, de bastante continuidad y orientación, debido a la tectónica, estratificación y esquistosidad de los materiales. La red de drenaje está formada por arroyos y riveras de cursos rectilíneos que normalmente discurren por valles en forma de "uve". La rivera de Huelva presenta un curso claramente meandri-forme y encajado, que está condicionado por la distinta competencia de los materiales que secciona en su recorrido.

### **3.2.2. Tectónica**

Los materiales que aparecen en esta Zona 2 se hallan afectados por distintas fases de deformación acaecidas durante la Orogenia Hercínica. En conjunto se han distinguido cuatro fases de deformación con las siguientes características.

La primera fase de deformación dio lugar a la formación de pliegues de dirección N-S, que van acompañados de un metamorfismo regional de presión baja e intermedia. La edad de esta fase se atribuye al Devónico Medio.

La segunda fase de deformación corresponde a un plegamiento sinquistoso que lógicamente pliega a las estructuras anteriores. Las estructuras formadas son pliegues de dirección N110°E-130°E y vergentes al SO. La esquistosidad es poco penetrativa, y está originada por un metamorfismo regional de bajo grado y presiones bajas.

La tercera fase, que es de menor intensidad y tiene lugar entre las dos fases de deformación anteriores, origina pliegues de dirección N10° a N40°.

La cuarta y última fase corresponde a un episodio tardío, que origina ondulaciones y pliegues en kink-bands.

La actividad magmática fue intensa durante la Orogenia Hercínica. Sin embargo, la mayoría de las rocas plutónicas que aparecen en esta Zona corresponden a una fase posterior a la Orogenia Hercínica, ya que no se aprecian en ellas rasgos tectónicos de dicha orogenia.

Durante el Carbonífero tiene lugar una intensa actividad volcánica tras la fase I, que se caracteriza por ser de tipo ácido y básico, y por venir acompañada de abundante aparato exhalativo, dando lugar a depósitos de brechas y tobas.

En la Figura 3.22 se muestran dos cortes litológico-estructurales representativos de esta Zona.

### **3.2.3. Columna estratigráfica**

Los grupos señalados con un asterisco (\*) en la Figura 3.23 son los existentes en la Zona 2.

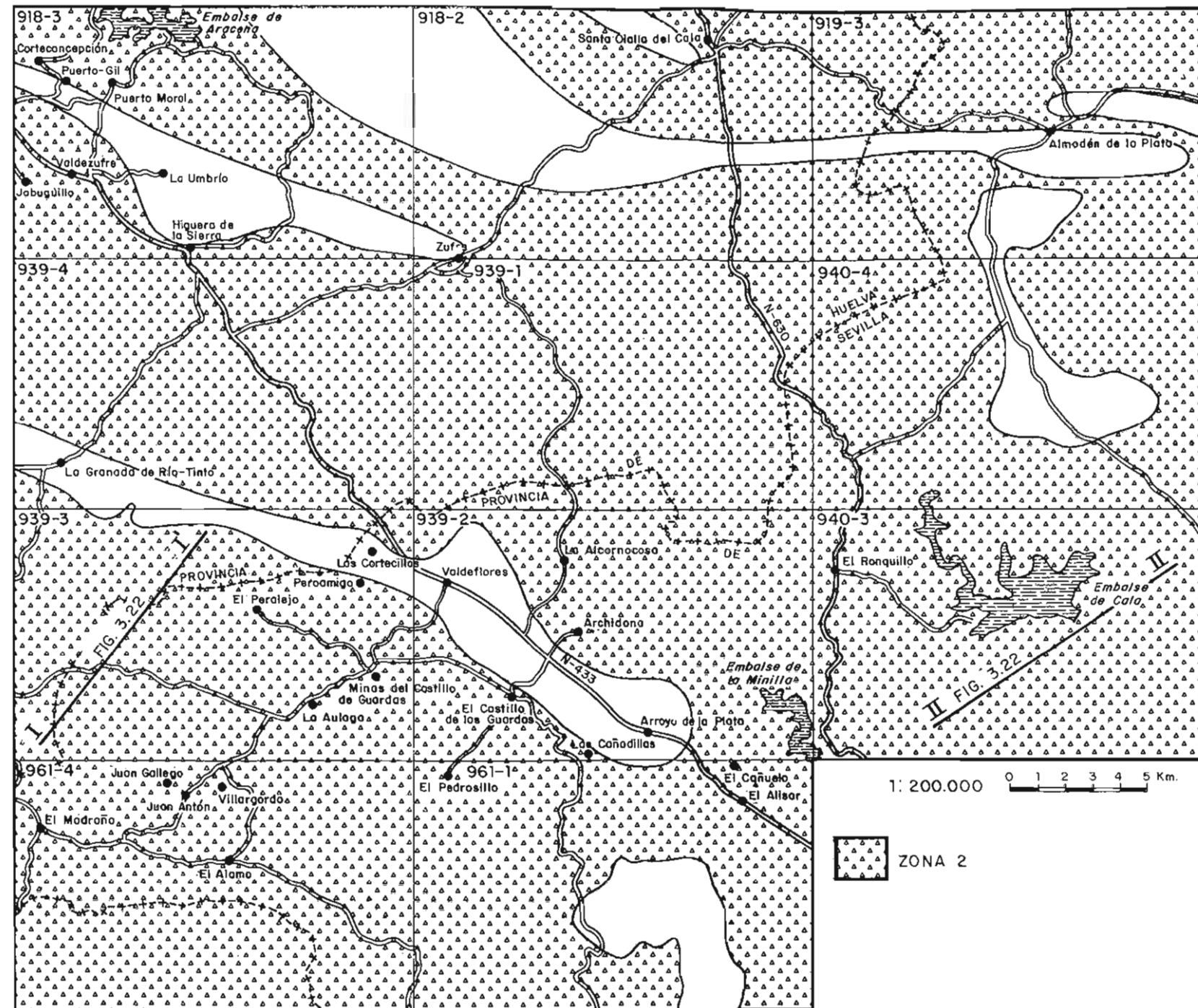
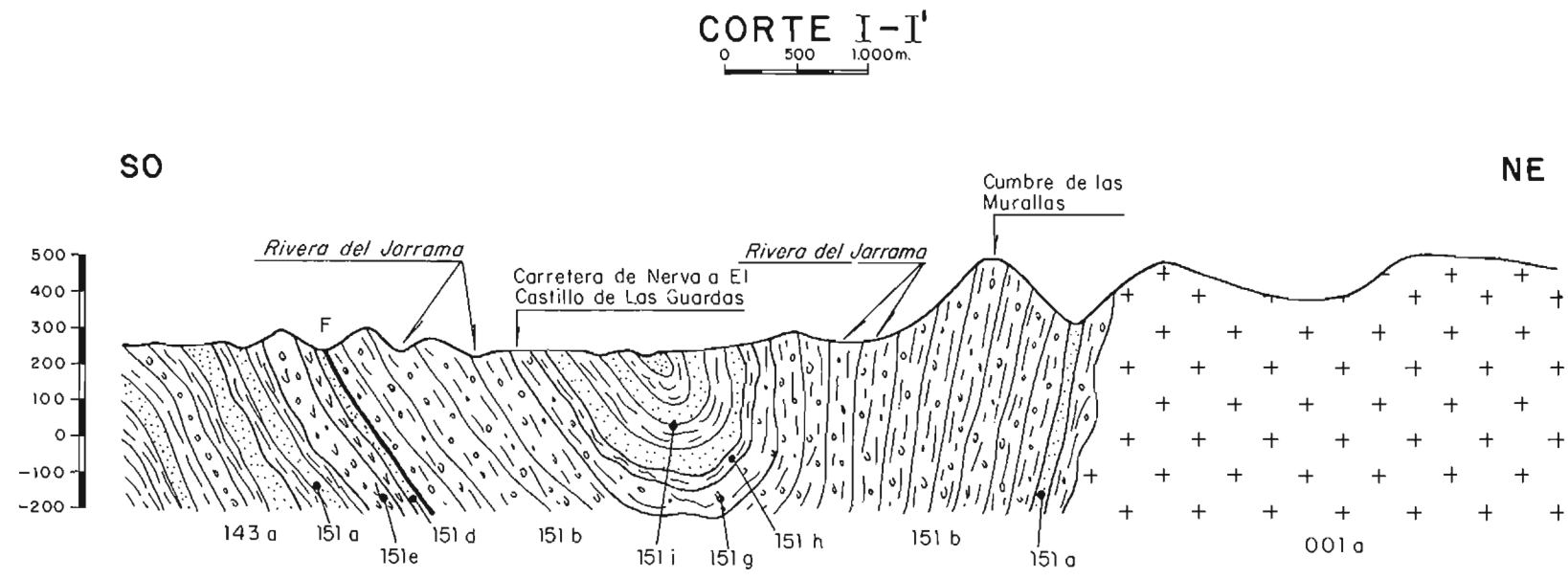
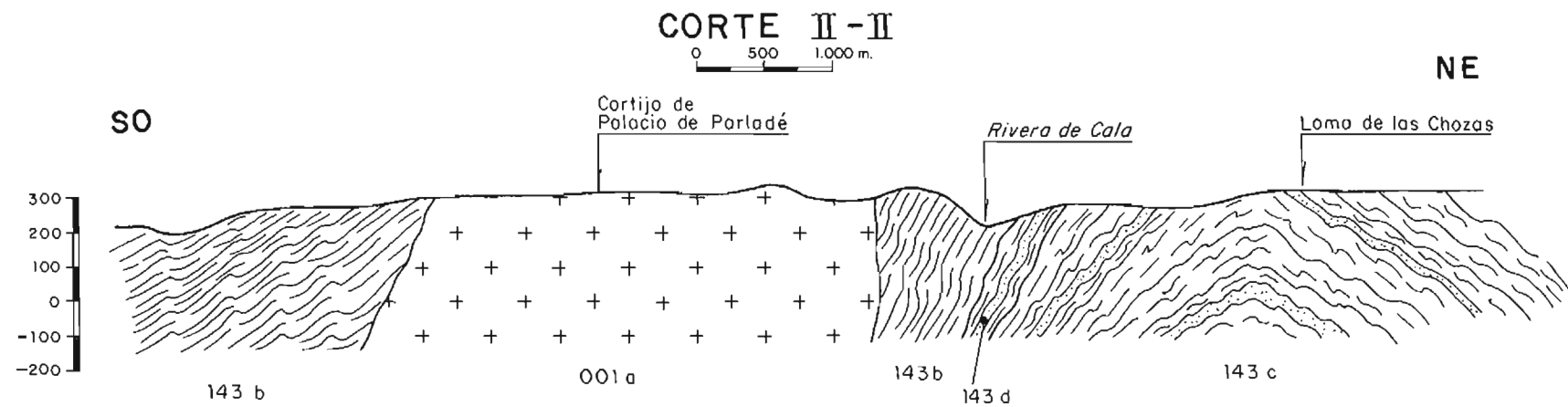


FIGURA 3.21.-ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 2 Y DE DOS CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS REALIZADOS EN LA MISMA



**LEYENDA**

- 151i - Pizarras y grauvacas.
- 151h - Pizarras (Cineritas).
- 151g - Pizarras, tobas y tufitas.
- 151e - Lavas básicas y tobas básicas.
- 151d - Riolitos y pizarras.
- 151b - Tobas ácidas.
- 151a - Pizarras, areniscas y grauvacas.
- 143d - Pizarras y grauvacas.
- 143c - Pizarras, areniscas y grauvacos.
- 143b - Pizarras.
- 143a - Pizarras, cuarcitas y grauvacas.
- 001a - Granitos y granodioritas.



E. H. = 1: 50.000  
E. V. = 1: 20.000

**FIGURA 3.22. - CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS DE LA ZONA 2**




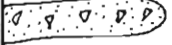


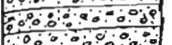

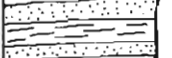
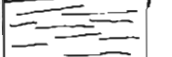
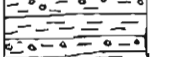

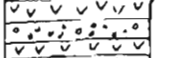
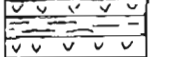



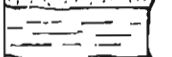
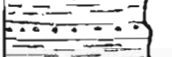




| COLUMNA ESTRATIGRAFICA  | DESCRIPCION                               | EDAD                 | GRUPO LITOLOGICO | GRUPO GEOTECNICO |
|---|---|----------------------|------------------|------------------|
|    | * Gravas, bolos y arenas.                 | CUATERNARIO          | A                | G1               |
|    | Arenas y cantos.                          | CUATERNARIO          | C                | G2               |
|    | Tobas calcáreas.                          | CUATERNARIO          | Q                | G3               |
|    | * Arcosas.                                | CARBONIFERO INFERIOR | 151 l            | G4               |
|    | * Conglomerados.                          | CARBONIFERO INFERIOR | 151 k            | G4               |
|    | * Calizas.                                | CARBONIFERO INFERIOR | 151 j            | G5               |
|    | * Pizarras y grauwacas.                   | CARBONIFERO INFERIOR | 151 i            | G6               |
|    | * Pizarras (Cineritas).                   | CARBONIFERO INFERIOR | 151 h            | G6               |
|    | * Pizarras, tobas y tufitas.              | CARBONIFERO INFERIOR | 151 g            | G6               |
|   | * Grauwacas.                              | CARBONIFERO INFERIOR | 151 f            | G6               |
|  | * Lavas básicas y tobas básicas.          | CARBONIFERO INFERIOR | 151 e            | G7               |
|  | * Riolitas y pizarras.                    | CARBONIFERO INFERIOR | 151 d            | G8               |
|  | * Aglomerados y brechas ácidas y básicas. | CARBONIFERO INFERIOR | 151 c            | G7               |
|  | * Tobas ácidas.                           | CARBONIFERO INFERIOR | 151 b            | G7               |
|  | * Pizarras, areniscas y grauwacas.        | CARBONIFERO INFERIOR | 151 a            | G6               |
|  | Pizarras y areniscas.                     | DEVONICO SUPERIOR    | 143 f            | G6               |
|  | * Cuarcitas y pizarras.                   | DEVONICO SUPERIOR    | 143 e            | G9               |
|  | * Pizarras y grauwacas.                   | DEVONICO SUPERIOR    | 143 d            | G6               |
|  | * Pizarras, areniscas y grauwacas.        | DEVONICO SUPERIOR    | 143 c            | G6               |
|  | * Pizarras.                               | DEVONICO SUPERIOR    | 143 b            | G6               |
|  | Pizarras, cuarcitas y grauwacas.          | DEVONICO SUPERIOR    | 143 a            | G6               |

Figura 3.23.- Columna estratigráfica de la Zona 2.

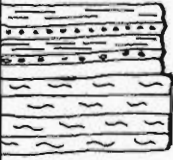
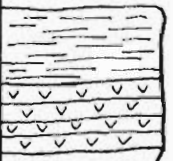
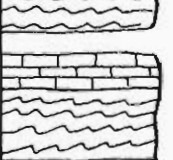
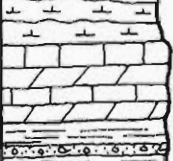
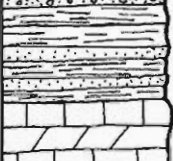
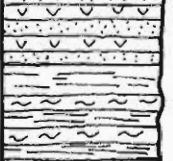
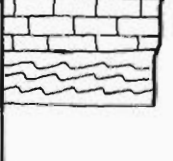
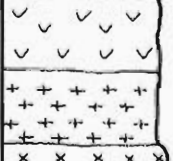


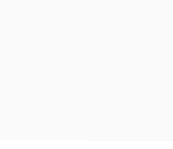
| COLUMNA<br>ESTRATIGRAFICA  | DESCRIPCION                        | E D A D                    | GRUPO<br>LITOLOGICO | GRUPO<br>GEOTECNICO |
|--|------------------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|
|    | Ampelitas y fíditas.               | SILURICO INFERIOR          | 131 b               | G 6                 |
|    | * Anfibolitas.                     | SILURICO INFERIOR          | 131 a               | G 6                 |
|    | * Pizarras.                        | ORDOVICICO INFERIOR        | 121 c               | G 6                 |
|   | * Metabasitas.                     | ORDOVICICO INFERIOR        | 121 b               | G 6                 |
|  | * Esquistos.                       | ORDOVICICO INFERIOR        | 121 a               | G 6                 |
|  | * Mármoles.                        | CAMBRICO MEDIO             | 112                 | G 5                 |
|  | * Esquistos.                       | CAMBRICO INFERIOR          | 111 g               | G 6                 |
|  | * Calcosilicatos.                  | CAMBRICO INFERIOR          | 111 f               | G 11                |
|  | Calizas y dolomías                 | CAMBRICO INFERIOR          | 111 e               | G 5                 |
|  | * Metacineritas, pizarras y tobos. | CAMBRICO INFERIOR          | 111 d               | G 6                 |
|  | Pizarras y areniscas.              | CAMBRICO INFERIOR          | 111 c               | G 6                 |
|  | Calizas y dolomías.                | CAMBRICO INFERIOR          | 111 b               | G 5                 |
|  | Materiales volcano-sedimentarios.  | CAMBRICO INFERIOR          | 111 a               | G 7                 |
|  | * Pizarras y anfibolitas.          | PRECAMBRICO INDIFERENCIADO | 010 c               | G 6                 |
|  | * Mármoles.                        | PRECAMBRICO INDIFERENCIADO | 010 b               | G 5                 |
|  | * Esquistos.                       | PRECAMBRICO INDIFERENCIADO | 010 a               | G 6                 |
|  | * Gabros, dioritas y tonalitas     | PALEOZOICO INDIFERENCIADO  | 001 b               | G 10                |
|  | * Granitos y granodioritas.        | PALEOZOICO INDIFERENCIADO  | 001 a               | G 10                |
|  | * Diques de cuarzo.                | PALEOZOICO INDIFERENCIADO  | 002                 | G 9                 |

Figura 3.23.- Columna estratigráfica de la Zona 2. (cont.)

### 3.2.4. Grupos litológicos

Las formaciones geológicas que se han diferenciado en esta Zona 2 son las siguientes:

#### ALUVIAL, (A).

**Litología.**- Aluviones constituidos por gravas y bolos de naturaleza poligénica, y arenas de grano fino y color marrón. (Figura 3.24).

Este grupo presenta un espesor reducido, generalmente inferior a 1,5 m.



Figura 3.24.- Aspecto del aluvial de la rivera de Cala. A la derecha, una pequeña explotación abandonada.

**Estructura.**- Estos materiales presentan una disposición horizontal y una estructura interna lentejona.

**Geotecnia.**- Esta formación se caracteriza por ser ripable y erosionable. Es altamente permeable, tiene niveles freáticos altos, y es inundable en épocas de avenidas. La capacidad portante de estos materiales alcanzará valores medios, y los asentamientos que se deben esperar son de cierta importancia. No se han observado taludes de interés.

A pesar de que se ha explotado puntualmente como yacimiento granular, su escasa extensión y reducido espesor desaconsejan su utilización con dichos fines.

### **ARCOSAS, (151i).**

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

### **CONGLOMERADOS, (151k).**

**Litología.-** Esta formación detrítica está constituida por un conglomerado de cemento calcáreo y cantos poligénicos, de formas muy redondeadas y de tamaño muy variable. Hacia el Oeste se observa un aumento del tamaño de los cantos, e incluso llegan a aparecer grandes bloques. La potencia de este grupo oscila entre 10 m y 50 m.

**Estructura.-** Estos materiales tienen una orientación NE-SW y un buzamiento de 15° al SE, y se apoyan en discordancia angular y erosiva sobre materiales preorogénicos.

**Geotecnia.-** La formación es ripable y erosionable. Debido a que son materiales porosos, tienen una permeabilidad media-baja. Su capacidad portante alcanzará valores medios-altos, y los asentamientos que puedan originarse serán de magnitudes bajas.

Dadas las condiciones de afloramiento, no se han observado taludes de interés.

### **CALIZAS, (151j).**

**Litología.-** Grupo constituido por calizas marmóreas, fétidas y de color gris oscuro. Se trata de un nivel poco potente, de 10 m a 30 m de espesor, pero muy continuo en el terreno. (Figura 3.25).

**Estructura.-** Estos materiales aparecen plegados según una orientación E-W y con buzamientos de 70° al Norte.

**Geotecnia.-** Son materiales no ripables, excepto donde presenten un espesor muy reducido. Tienen una permeabilidad media, debida a la fracturación y posible karstificación. La capacidad portante es elevada, si bien hay que tener en cuenta la posibilidad de que se produzcan hundimientos si existen áreas karstificadas.

No se han observado taludes de interés, debido a las condiciones de afloramiento



Figura 3.25.- Pequeño afloramiento de las calizas del grupo (151j) en el P.K. 4,300 de la carretera de Almadén de la Plata a El Real de la Jara.

### **PIZARRAS Y GRAUVACAS, (151i).**

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

### **PIZARRAS MORADAS, (151h).**

**Litología.-** Este grupo está constituido por unas pizarras de color morado, que desde el punto de vista de su composición corresponden a cineritas de origen volcánico. (Figura 3.26). Son de grano fino, y el color morado se debe a la presencia de hematites.

**Estructura.-** Este grupo está estratificado en niveles centimétricos y se halla afectado por una esquistosidad muy penetrativa, paralela a la estratificación, que da al conjunto un aspecto muy lajoso.

A nivel regional estos materiales forman parte de un gran sinclinorio carbonífero, de orientación E-W y cuyo flanco norte aparece invertido y afectado por una falla inversa.



Figura 3.26.- Aspecto de las pizarras del grupo (151h) en un desmonte de la carretera abandonada de La Aulaga a Nerva (P.K. 7,800). Obsérvense los desprendimientos de lajas que se producen.

**Geotecnia.**- Debido a la estratificación en niveles poco potentes y a su esquistosidad, este grupo es ripable y tiene una permeabilidad pequeña. La capacidad portante se estima que es elevada, y los asentamientos que pueden dar lugar son nulos.

Se han observado taludes artificiales de alturas bajas, inestables por desprendimientos de lajas, y con inclinaciones de 60°. En la cabecera de los taludes excavados cabe la posibilidad de que se produzcan desprendimientos por el proceso de "toppling" o "cabeceo".

### **PIZARRAS, TOBAS Y TUFITAS, (151g).**

**Litología.-** Estos materiales constituyen una formación manganesífera, formada por una alternancia de pizarras, tobas ácidas esquistosas, y tufitas (tobas muy finas) de aspecto pizarroso. (Figura 3.27).



Figura 3.27.- Detalle de las pizarras y tobas del grupo (151g) en un desmonte situado en las inmediaciones de la población de La Aulaga.

Las pizarras son de tonos grises, y petrográficamente se dividen en grafitosas, pelíticas y cuarcíticas.

Las tobas varían de ácidas a intermedias, y están formadas por clastos de feldespato alcalinizado y minerales ferromagnesianos cloritizados.

**Estructura.-** Las tobas y tufitas están dispuestas en niveles centimétricos y están afectadas por una esquistosidad paralela a la estratificación, no muy penetrativa.



Las pizarras también están estratificadas en niveles centimétricos, y la esquistosidad que presentan es mucho más penetrativa que la de las tobas.

Regionalmente esta formación forma parte del mismo sinclinal que los materiales del grupo (151h).

**Geotecnia.**- Son materiales ripables y con una capacidad de carga alta. La permeabilidad es baja-media y está condicionada por la esquistosidad y por la fracturación.

Se han observado taludes artificiales de alturas bajas, estables, y con inclinaciones de 35°. (Figura 3.28).



Figura 3.28.- Talud de excavación en los materiales del grupo (151g). El lugar corresponde al P.K. 8,500 de la carretera C-421, en las inmediaciones de La Aulaga.

## **GRAUVACAS, (151f).**

**Litología.**- Conjunto constituido por grauvacas mosqueadas, de tonos grises, y amarillentos y verdosos por alteración, y de aspecto arenoso. (Figura 3.29).

**Estructura.**- En los afloramientos observados, este grupo no presenta una estratificación definida. Sin embargo, sí se observa una débil esquistosidad de hasta 70° de buzamiento.





Figura 3.29.- Detalle de las grauvacas del grupo (151f), en las inmediaciones del P.K. 7,000 de la carretera C-421. Obsérvese la débil esquistosidad que presentan.

Estos materiales están plegados y fracturados por las distintas fases de la Orogenia Hercínica, y aparecen dispuestos en afloramientos aislados según una orientación E-W y NW-SE.

**Geotecnia.-** Esta formación se caracteriza por ser ripable y por tener una capacidad de carga elevada. Tiene una permeabilidad pequeña y condicionada por la red de fracturación.

Se han observado taludes artificiales de alturas bajas, estables, y con inclinaciones de 55°.

#### **LAVAS BASICAS Y TOBAS BASICAS ESQUISTOSAS, (151e).**

**Litología.-** Este grupo está constituido por lavas básicas, que correspon-

den a diabasas espilitizadas, y por tobas, formadas por materiales piroclásticos.

Las lavas corresponden a rocas cristalinas de tonos verdosos y de aspecto granudo. Están afectadas por una fuerte esquistosidad. (Figura 3.30).

Las tobas presentan tonos rojo-verdosos. Son muy esquistosas y generalmente están bastante alteradas.



Figura 3.30.- Detalle de las lavas del grupo (151e), en un pequeño desmonte situado en el P.K. 2,500 de la carretera de Villargordo a El Alamo. Aparecen muy fracturadas y afectadas por una fuerte esquistosidad.

**Estructura.-** Las rocas de este grupo presentan un aspecto desgajado e individualizado en bloques centimétricos y decimétricos, debido a la esquistosidad y al diaclasado tan intensos que tienen.

A escala regional el conjunto está plegado por las distintas fases de la Orogenia Hercínica, en una serie de anticlinales y sinclinales, cuyos ejes presentan una orientación WNW-ESE.

**Geotecnia.-** El conjunto se caracteriza por presentar una permeabilidad pequeña, condicionada por la esquistosidad y por la fracturación, y por ser ripable.

Cabe la posibilidad de que se produzcan deslizamientos en los taludes, debido a la esquistosidad y fracturación de estos materiales. Se han observado taludes artificiales, de alturas bajas, estables, y con inclinaciones de 75°.

### **RIOLITAS Y PIZARRAS, (151d).**

**Litología.-** Este grupo está constituido por lavas ácidas (riolitas) y por materiales pizarrosos.

Las riolitas son rocas de tonos claros, grano grueso y muy compactas. Tienen aspecto cristalino y texturas porfídica y vítrea, ésta última ocasionalmente.

Las pizarras, que acompañan a las riolitas, son de grano fino, color gris-verdoso, y mineralógicamente varían desde pelíticas hasta silíceas.

**Estructura.-** Las riolitas son rocas masivas, y a veces se observan planos de estratificación o un bandeado de color verdoso debido a coladas de distinta composición. Normalmente las riolitas están separadas de las pizarras, pero cuando aparecen intercaladas entre ellas, tienen una estructura "almohadillada", tal y como puede observarse en la Figura 3.31. Las riolitas tienen un diaclasado ortogonal que individualiza bloques y cuñas de orden métrico. (Figura 3.32).



Figura 3.31.- Detalle de los niveles de lavas almohadilladas que aparecen intercalados entre las pizarras.

Las pizarras están dispuestas en niveles centimétricos y se encuentran afectadas por una esquistosidad muy penetrativa.

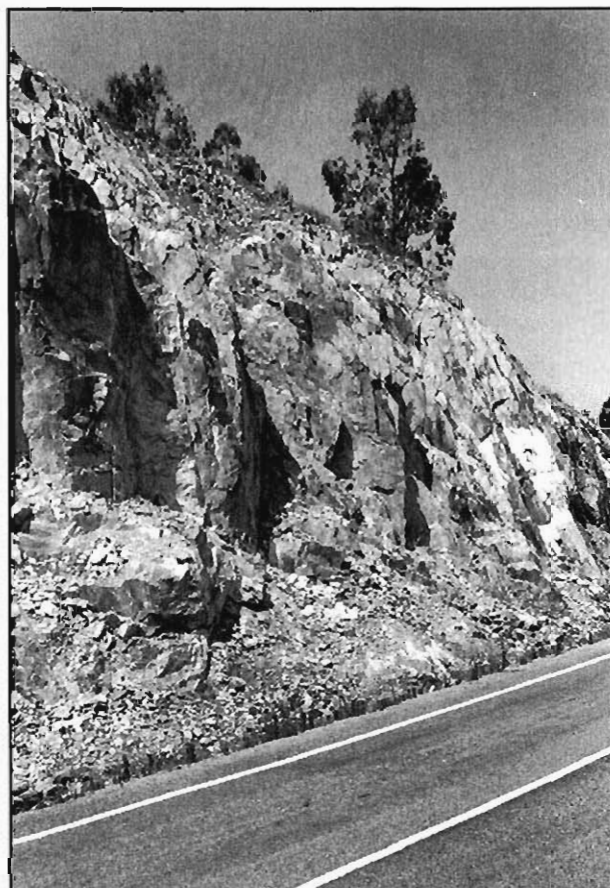


Figura 3.32.- Talud de excavación en las riolitas, con una fracturación vertical muy intensa. P.K. 4,800 de la carretera de La Aulaga a Nerva.

A escala regional, este grupo aparece plegado en estructuras anticlinales de orientación WNW-ESE, como consecuencia de la acción de las distintas fases de la Orogenia Hercínica.

**Geotecnia.**- Las riolitas de este grupo se caracterizan por necesitar explosivos para su excavación, y por ser permeables debido a la fracturación que tienen.

Las pizarras son ripables, y en los taludes excavados en las mismas existe el riesgo de deslizamientos de lajas y cuñas, cuando la orientación del talud y de la pizarrosidad y de la fracturación presenten condiciones

favorables para ello. Su permeabilidad es pequeña y está condicionada por la pizarrosidad y por la fracturación.

En las riolitas se han observado taludes artificiales de alturas medias, inestables por desprendimiento de bloques y cuñas, y con inclinaciones de 70°.

### **AGLOMERADOS Y BRECHAS ACIDAS Y BASICAS, (151c).**

**Litología.-** Los aglomerados y brechas corresponden a materiales piroclásticos gruesos, y son rocas granudas, de color blanquecino y verdoso. (Figura 3.33). Tienen aspecto cristalino cuando están sanas, y presentan una fuerte esquistosidad. Entre estos materiales es frecuente que aparezcan intercalaciones de niveles de pizarras de color morado.



Figura 3.33.- Detalle de los aglomerados y brechas del grupo (151c), en un pequeño desmonte situado en la carretera de La Aulaga a El Madroño, en el cruce a Villargordo.

**Estructura.-** En los afloramientos observados las rocas de este grupo presentan un aspecto hojoso, debido a la esquistosidad subvertical. La familia de diaclasas más importante es subvertical y perpendicular a la esquistosidad, y tiene un espaciado de 0,5 m a 1,0 m.

Regionalmente este grupo aparece plegado en una sucesión de sinclina-

les y anticlinales, cuyos ejes tienen una orientación WNW-ESE, y que se originaron durante la Orogenia Hercínica.

**Geotecnia.**- Este grupo se caracteriza por ser ripable y por presentar una capacidad de carga elevada. La permeabilidad es pequeña y está condicionada por la esquistosidad y por la fracturación de las rocas.

Los taludes observados son de alturas bajas, estables para inclinaciones de 50°, e inestables, por caída de lajas, para inclinaciones de 80°.

### **TOBAS ACIDAS ESQUISTOSAS, (151b).**

**Litología.**- Este grupo está constituido por tobas ácidas de tonos grises, compactas, granudas y de aspecto cristalino.

**Estructura.**- Las tobas de este grupo están estratificadas en niveles inferiores a 0,5 m de espesor, y están afectadas por una esquistosidad de tipo medio. Asimismo aparecen fracturadas por un sistema de fallas conjugadas de dirección NW-SE y NE-SW.

Estos materiales aparecen plegados según las direcciones E-W y WNW-ESE, y tienen buzamientos tanto al Norte como al Sur.

**Geotecnia.**- Esta formación se caracteriza por ser ripable en zonas muy fracturadas, y difícilmente ripable en las zonas sanas. La permeabilidad es media y está controlada por la fracturación fundamentalmente.

La capacidad de carga es elevada, y los asientos a que pueden dar lugar estos materiales son nulos.

Se han observado taludes artificiales de alturas medias, inestables por caída de cuñas, y con inclinaciones de 60°. (Figura 3.34).

### **PIZARRAS, ARENISCAS Y GRAUVACAS, (151a).**

**Litología.**- Formación constituida por pizarras de tonos marrones-amarillentos y morados, e intercalaciones de areniscas y grauvacas de color marrón. (Figura 3.35). Las pizarras tienen pequeños diques de cuarzo con forma de "boudinage".





Figura 3.34.- Detalle de las caídas de lajas y bloques ocurridas en un talud de excavación en los materiales del grupo (151b). El lugar se localiza en las inmediaciones del poblado Minas del Castillo de las Guardas.



Figura 3.35.- Aspecto de las pizarras del grupo (151a) en un pequeño desmonte situado en el P.K. 13,000 de la carretera de La Aulaga a El Madroño.

**Estructura.**- Los materiales de este grupo están estratificados en niveles de espesor inferior a 20 cm, y aparecen intensamente plegados, con fuertes buzamientos. Las pizarras, y las grauvacas en menor medida, presentan una esquistosidad milimétrica, que les confiere un aspecto hojoso.

El conjunto aparece plegado en una serie de anticlinorios y sinclinales, cuyos ejes tienen una orientación WNW-ESE, concordante con la orientación general de todo el Tramo.

**Geotecnia.**- Este grupo se caracteriza por tener una permeabilidad pequeña, que es consecuencia de la esquistosidad y la fracturación, y por ser ripable.

En los taludes excavados en esta formación podrán originarse deslizamientos en aquellos puntos en que la combinación de la orientación del talud con las de la estratificación, pizarrosidad y diaclasamiento, sea favorable para ello. Asimismo, en la cabecera de taludes altos pueden producirse fenómenos de "toppling" o "cabeceo". Se han observado taludes artificiales de alturas bajas, estables, y con inclinaciones de 80°.

#### **CUARCITAS Y PIZARRAS, (143e).**

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

#### **PIZARRAS Y GRAUVACAS, (143d).**

**Litología.**- Este grupo está constituido por una alternancia irregular de pizarras arenosas, ricas en mica y de color gris, y grauvacas grises, compactas y de grano fino.

**Estructura.**- Estos materiales aparecen estratificados en niveles inferiores a 10 cm de espesor, presentando el conjunto un aspecto tableado. (Figura 3.36). En las grauvacas se observa una grosera esquistosidad, no muy penetrativa.

En cuanto a la tectónica, este grupo está plegado en una serie de anticlinorios y sinclinos, de amplio radio y buzamientos suaves.

**Geotecnia.**- Son materiales ripables a consecuencia de su disposición tableada, y que tienen una permeabilidad baja, condicionada por la esquistosidad, estratificación y grado de fracturación.



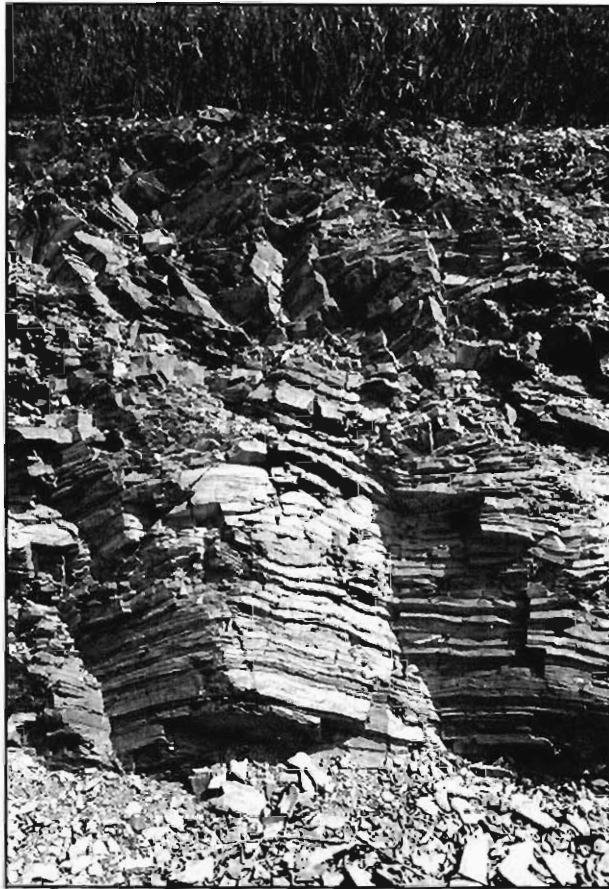


Figura 3.36.- Aspecto de la estructura tableada de las pizarras y grauvacas del grupo (143d), en un pequeño desmonte de la carretera de El Ronquillo al embalse de Cala.

La característica fundamental de este grupo es la inestabilidad que puede surgir en sus taludes a consecuencia de sus numerosas discontinuidades (estratificación y fracturación). Se han observado taludes artificiales de alturas bajas, inestables por desprendimientos de lajas y cuñas, y con inclinaciones de 60°.

#### **PIZARRAS, ARENISCAS Y GRAUVACAS, (143c).**

#### **PIZARRAS, (143b).**

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

## ANFIBOLITAS, (131a)

**Litología.-** Conjunto constituido por anfibolitas de grano fino a grueso, color gris oscuro, compactas y afectadas por una esquistosidad centimétrica. (Figura 3.37). Desde el punto de vista de su génesis, estas anfibolitas proceden de rocas basálticas pobres en potasio.



Figura 3.37.- Talud de excavación en los materiales del grupo (131a), en el P.K. 41,000 de la carretera N-433, en las inmediaciones de Higuera de la Sierra.

**Estructura.-** A escala de afloramiento, las anfibolitas aparecen dispuestas en niveles centimétricos, debido a la esquistosidad que las afecta.

A escala regional estos materiales pertenecen a la Zona Sur-portuguesa, y su estructura corresponde a la Orogenia Hercínica. A escala regional se reconoce una primera fase de deformación que origina una esquistosidad penetrativa de tipo "slaty cleavage", y una segunda fase de deformación que da lugar a pliegues similares, vergentes hacia el Sur, de escala kilométrica. En esta fase también se desarrolla una esquistosidad de plano axial, bastante penetrativa.

**Geotecnia.-** Este grupo se caracteriza por no ser ripable, y por tener una permeabilidad pequeña, condicionada por la esquistosidad y por la fracturación.

En zonas donde esté muy fracturado, puede dar lugar a pequeños desprendimientos. Se han observado taludes artificiales bajos, estables, y con inclinaciones de 40°.

**PIZARRAS, (121c)**

**METABASITAS, (121b)**

**ESQUISTOS, (121a)**

**MARMOLES, (112)**

Estos cuatro grupos están descritos en la Zona 1, al ser más representativos de la misma.

**ESQUISTOS, (111g).**

**Litología.-** Conjunto constituido por esquistos micáceos de tonos grises, grano muy fino y aspecto algo arenoso. Están afectados por una esquistosidad muy penetrativa, y generalmente aparecen bastante alterados. (Figura 3.38).

**Estructura.-** Estos materiales aparecen plegados, dando lugar a una estructura de anticlinal tumbado, de dirección E-W y buzamientos hacia el Norte.

**Geotecnia.-** Se trata de un conjunto fácilmente ripable, al menos los primeros tres metros superficiales. Son rocas permeables, por la fracturación y por la esquistosidad.

La capacidad portante es elevada, y los asientos a que pueden dar lugar serán pequeños y se producirán fundamentalmente en los primeros metros, debido a la alteración que presentan.

Se han observado taludes artificiales de alturas bajas, estables, aunque con pequeños desprendimientos, y con inclinaciones de 65°.



Figura 3.38.- Detalle de los esquistos del grupo (111g) en las inmediaciones de Almadén de la Plata, frente al cementerio. En este lugar los esquistos presentan una intensa meteorización.

### **CALCOSILICATOS, (111f).**

**Litología.-** Estos materiales aparecen intercalados entre los esquistos del grupo (111g), y corresponden a rocas masivas, compactas, de tonos marrones en superficie y claros en fractura, y que presentan una cierta orientación de sus minerales. (Figura 3.39).

**Estructura.-** A escala de afloramiento, los calcosilicatos tienen un aspecto masivo y aparecen desgajados en grandes bloques, que se han individualizado a favor de los distintos sistemas de diaclasas que les afectan.

A escala regional estos materiales forman parte de un anticlinal volcado, de dirección E-W y buzamientos hacia el Norte.

**Geotecnia.-** El conjunto es escasamente permeable, por fracturación, y difícilmente ripable. La capacidad de carga es elevada, y los asentamientos que puede dar lugar serán pequeños.

Se han observado taludes artificiales de alturas bajas, estables, y con inclinaciones de 60°. Sin embargo, la ladera donde afloran estos materiales presenta una inestabilidad latente, por la existencia de bloques sueltos.



Figura 3.39.- Aspecto de los materiales del grupo (111f) en un talud localizado en las inmediaciones de Almadén de la Plata, en el que se aprecia la presencia de bloques sueltos.

#### **METACINERITAS, PIZARRAS Y TOBAS, (111d).**

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

#### **PIZARRAS Y ANFIBOLITAS, (010c).**

**Litología.-** Grupo constituido por una alternancia irregular de pizarras de tonos grises y morados, y anfibolitas de tonos oscuros y grano medio. (Figura 3.40).

**Estructura.-** Las pizarras están dispuestas en niveles de espesor centimétrico y se hallan afectadas por una esquistosidad muy penetrativa.

Las anfibolitas presentan un aspecto más compacto, ya que la esquistosidad que tienen es mucho menos patente que la de las pizarras.



Figura 3.40.- Pequeño desmonte excavado en las pizarras del grupo (010c), en el camino vecinal de Almadén de la Plata a Castilblanco de los Arroyos.

Regionalmente estos materiales aparecen en el núcleo de un anticlinal tumbado, de dirección E-W y buzamientos de 40° a 70° hacia el Norte.

**Geotecnia.**- Los miembros pizarrosos son ripables a causa de su estratificación y pizarrosidad, mientras que las anfibolitas no son ripables por su dureza y compacidad.

La permeabilidad es pequeña, y está supeditada al grado de fracturación y a la esquistosidad de las rocas.

La combinación de la orientación del talud con las de la esquistosidad y el diaclasamiento puede originar deslizamientos de bloques y cuñas. En las pizarras se han observado taludes artificiales bajos, inestables por caída de cuñas, y con inclinaciones de 60°.

**MARMOLES, (010b).**

**ESQUISTOS, (010a).**

Estos dos grupos están descritos en la Zona 1, al ser más representativos de la misma.

### **GABROS, DIORITAS Y TONALITAS, (001b).**

### **GRANITOS Y GRANODIORITAS, (001a)**

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

### **DIQUES DE CUARZO, (002).**

**Litología.-** Este grupo está constituido por diques de cuarzo lechoso, de tonos blanquecinos y rosáceos. Algunos de estos diques tienen una longitud de 1 km y un espesor de 50 m. (Figura 3.41).

**Estructura.-** Estos materiales se emplazan a favor de fracturas distensivas, originadas en etapas postectónicas. Normalmente presentan una orientación N-S aproximadamente y buzamientos verticales.

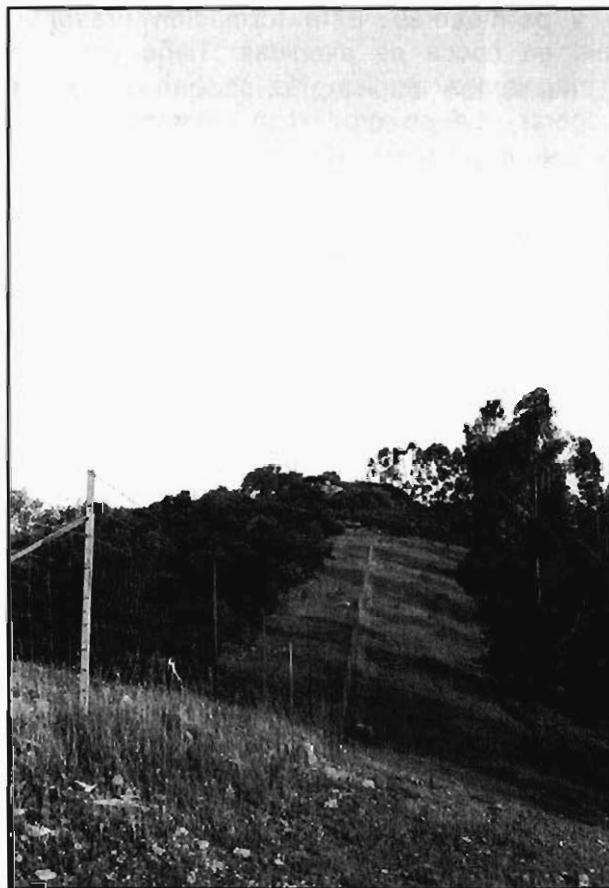


Figura 3.41.- Al fondo, afloramiento de un dique de cuarzo, al Sur de la población de El Alisar.

**Geotecnia.-** Este conjunto se caracteriza por no ser ripable, ni erosionable, y por tener una permeabilidad muy baja, que está condicionada por su grado de fracturación.

Los taludes excavados en estos materiales admiten fuertes pendientes, si bien pueden producirse deslizamientos de bloques y cuñas, delimitados por las diaclasas, en aquellos puntos donde las orientaciones del talud y de las diaclasas sean favorables para ello. No se han observado taludes de interés.

### 3.2.5. Grupos geotécnicos

Teniendo en cuenta los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona 2, así como sus respectivas características geotécnicas, se han agrupado aquéllos en función de su similar comportamiento geotécnico, en los siguientes grupos:

**G1.- Grupo constituido por gravas y bolos de naturaleza poligénica, y arenas de grano fino y de color marrón.** Son materiales fácilmente ripables, erosionables y permeables. Esta formación presenta niveles freáticos altos y es inundable en época de avenidas. Tiene una capacidad portante y unos asentamientos, de magnitudes medias. No se han observado taludes de interés, pero es de esperar que se produzcan inestabilidades por desprendimientos. En esta Zona 2 a este grupo sólo pertenece el conjunto litológico A.

**G4.- Grupo constituido por arcosas y conglomerados poligénicos, de cantos redondeados y heterométricos.** Son materiales ripables, erosionables y con una permeabilidad de tipo medio. La capacidad de carga es de valor medio-alto, y los asentamientos previsibles, de magnitudes bajas. Dadas sus condiciones de afloramiento, no se han observado taludes de interés. En esta Zona 2, pertenecen a este grupo los conjuntos litológicos (151l) y (151k).

**G5.- Grupo constituido por calizas y mármoles.** Son materiales no ripables y no erosionables. En estado sano son impermeables, pero pueden tener una cierta permeabilidad secundaria, originada por la fracturación y por la posible existencia de zonas karstificadas. La capacidad de carga es elevada, pero pueden surgir problemas de hundimientos si existen áreas karstificadas. Los taludes excavados en estos materiales admiten fuertes pendientes, aunque podrán ocurrir puntualmente deslizamientos de bloques y cuñas. En esta Zona 2 pertenecen a este grupo los conjuntos litológicos (151j), (112) y (010b).

**G6.- Grupo metamórfico constituido por pizarras, grauvacas, tobas, areniscas, anfíbolitas, metabasitas, esquistos y metacineritas.** En líneas



generales, estos materiales se caracterizan por ser ripables y por tener una permeabilidad pequeña, condicionada por el grado de fracturación y por la esquistosidad. La capacidad de carga suele ser elevada, y los asientos a que pueden dar lugar son bajos. En los taludes excavados en estos materiales se producen, generalmente, deslizamientos de bloques y cuñas. En zonas donde la esquistosidad presente fuertes buzamientos, existirá el riesgo de que se produzcan fenómenos de "toppling" en la coronación de los taludes. En esta Zona 2 pertenecen a este grupo los conjuntos litológicos (151i), (151h), (151g), (151f), (151a), (143d), (143c), (143b), (131a), (121c), (121b), (121a), (111g), (111d), (010c) y (010a).

**G7.- Grupo formado por lavas básicas y tobas ácidas y básicas, aglomerados y brechas ácidas y básicas.** Estos materiales se caracterizan por ser ripables y por tener una permeabilidad baja, condicionada fundamentalmente por la esquistosidad y por la fisuración. Su capacidad de carga es media-alta, y los asientos a que pueden dar lugar se estima que serán pequeños. Los taludes excavados en estos materiales suelen ser inestables por deslizamientos de bloques y cuñas, fundamentalmente en taludes de pendientes pronunciadas. En esta Zona 2 pertenecen a este grupo los conjuntos litológicos (151e), (151c) y (151b).

**G8.- Grupo constituido por riolitas que contienen intercalaciones de pizarras.** Los materiales riolíticos se caracterizan por no ser ripables y por tener una permeabilidad baja, condicionada exclusivamente por la fisuración. Por el contrario, las pizarras sí son ripables mediante medios mecánicos. La capacidad de carga es alta y los asientos previsibles nulos. Los taludes excavados en estos materiales presentan signos de inestabilidad por la caída de bloques y cuñas. En esta Zona 2 a este grupo sólo pertenece la formación (151d).

**G9.- Grupo constituido por diques de cuarzo.** Se caracteriza por no ser ripable y por tener una capacidad de carga muy elevada. Su permeabilidad es pequeña, y está condicionada por el grado de fracturación. En líneas generales, los taludes admiten fuertes pendientes sin signos de inestabilidad, aunque pueden ocasionarse puntualmente deslizamientos de bloques y cuñas, en aquellos puntos donde las discontinuidades sean favorables para este proceso. En esta Zona 2 sólo pertenece a este grupo el conjunto litológico (002).

**G10.- Grupo constituido por granitos, granodioritas, gabros, dioritas y tonalitas.** Estos materiales se caracterizan por no ser ripables en estado sano, y por tener una permeabilidad baja, condicionada exclusivamente por la red de fracturación. Cuando están muy alterados, dan lugar a los suelos denominados "jabres", que se caracterizan por una alta permeabilidad y por tener una capacidad de carga media-alta.

Los taludes excavados en jabre son estables para inclinaciones de 45°, y los taludes en roca sana admiten pendientes más pronunciadas sin riesgo de deslizamiento, excepto en casos puntuales, en que pueden producirse caídas de bloques y cuñas. En esta Zona 2 pertenecen a este grupo los conjuntos litológicos (001b) y (001a).

**G11.- Grupo formado por calcosilicatos.** Se caracteriza por ser difícilmente ripable y por tener una permeabilidad baja, por fisuración. Presenta una capacidad de carga elevada, y los asientos a que pueden dar lugar son de valor pequeño. Los taludes excavados en estos materiales no presentan signos de inestabilidad. Sin embargo, en las laderas donde aparecen estos materiales hay bolos sueltos en posición inestable. En esta Zona 2 sólo pertenece a este grupo el conjunto litológico (111f).

### **3.2.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona**

Los depósitos aluviales del grupo A plantean fundamentalmente problemas de erosión, de inundación en época de avenidas, y los derivados de la presencia de niveles freáticos superficiales. La capacidad de carga es media, y se supone que pueden dar lugar a asientos medios en zonas de baja compactidad.

Los materiales detríticos formados por arcosas y conglomerados no plantean problemas de interés.

Las calizas y los mármoles necesitan, normalmente, explosivos para su excavación, y pueden producirse caídas puntuales de bloques y cuñas en los taludes. Los problemas de capacidad de carga y de asientos diferenciales pueden surgir únicamente si existen áreas karstificadas, y en los primeros metros más superficiales, si hay eluviales arcillosos.

Los materiales que presentan esquistosidad, constituidos por rocas metamórficas, tobas, brechas, aglomerados y lavas, plantean fundamentalmente problemas de inestabilidad de taludes, ya que pueden producirse deslizamientos de bloques y cuñas, y procesos de "toppling" en la coronación de los mismos.

Las rocas plutónicas en estado sano no son ripables y tienen riesgos puntuales de deslizamientos de bloques y cuñas en los taludes. Estas rocas suelen estar muy alteradas y dan lugar a un suelo más o menos arenoso, en función de su grado de evolución, denominado "jabre". Este suelo suele presentar una capacidad de carga media-alta y unos asientos diferenciales bajos-nulos.

Los calcosilicatos del grupo (111f) presentan problemas de inestabilidad de taludes por la presencia de bloques sueltos en las laderas. Este grupo tiene una escasa incidencia en el área de estudio, debido a que ocupa una extensión muy reducida.

Como en el caso de la Zona 1, los corredores que discurren en sentido N-S tienen un riesgo menor de deslizamientos que los que discurren en sentido E-W, ya que los primeros cortan en sentido casi transversal a la estructura general de esta Zona.

### 3.3. ZONA 3: ZONA DE MORFOLOGIA ALOMADA

#### 3.3.1. Geomorfología

La Zona 3 se extiende por las Hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 siguientes:

| Nº  | Hoja                        | Cuadrantes |
|-----|-----------------------------|------------|
| 919 | Almadén de la Plata         | 3 (parte)  |
| 939 | El Castillo de las Guardas  | 2 (parte)  |
| 939 | El Castillo de las Guardas  | 3 (parte)  |
| 939 | El Castillo de las Guardas  | 4 (parte)  |
| 940 | Castilblanco de los Arroyos | 4 (parte)  |
| 961 | Aznalcóllar                 | 1 (parte)  |

En la Figura 3.42 se muestra la extensión y ubicación de la Zona 3 dentro del Tramo, así como la situación de dos cortes geológicos esquemáticos realizados en la misma.

La Zona 3 se caracteriza por presentar un relieve alomado, con pendientes topográficas muy suaves. Atendiendo a su origen, puede dividirse en dos subzonas.

La primera subzona se localiza en el sector central del Tramo, y corresponde a un valle de escaso desarrollo en sentido transversal al mismo, labrado sobre materiales plutónicos. Este valle se ha originado probablemente a favor de alguna fractura, y se caracteriza porque corresponde a una forma de erosión, ya que no presenta depósitos aluviales.

La segunda subzona comprende las otras dos áreas de esta Zona 3, situadas al Noreste y Sur del Tramo. Se caracteriza porque cada una de estas áreas corresponde a una superficie de penillanura completamente arra-

sada, y labrada sobre materiales metamórficos mayoritariamente, y graníticos en menor medida. Aunque estas dos áreas tienen una topografía muy suave, pueden presentar puntualmente una morfología acusada en las inmediaciones de los arroyos, debido al encajamiento relativamente profundo de los mismos, sobre todo en el sector sur del Tramo.

### **3.3.2. Tectónica.**

Esta Zona 3 presenta los mismos rasgos tectónicos que la Zona 2, ya que ambas han sufrido las mismas fases de deformación. La diferenciación entre ambas Zonas se debe a sus características geomorfológicas, y no a las tectónicas.

En la Figura 3.43 se muestran dos cortes litológico-estructurales de la Zona 3.

### **3.3.3. Columna estratigráfica.**

Los grupos señalados con un asterisco (\*) en la Figura 3.44 son los existentes en la Zona 3.

### **3.3.4. Grupos litológicos.**

Las formaciones geológicas que se han diferenciado en esta Zona 3 son las siguientes:

#### **PIZARRAS, ARENISCAS Y GRAUVACAS, (143c).**

**Litología.-** Este grupo está constituido por una alternancia irregular de pizarras, areniscas y grauvacas.

Las pizarras presentan tonos verdosos, son de grano fino y muestran un aspecto satinado, debido a la gran cantidad de micas que tienen. Las areniscas y grauvacas son de grano fino y de color gris oscuro.

**Estructura.-** Las pizarras aparecen dispuestas en niveles centimétricos y están afectadas por una esquistosidad muy penetrativa, que coincide con la estratificación. (Figura 3.45).

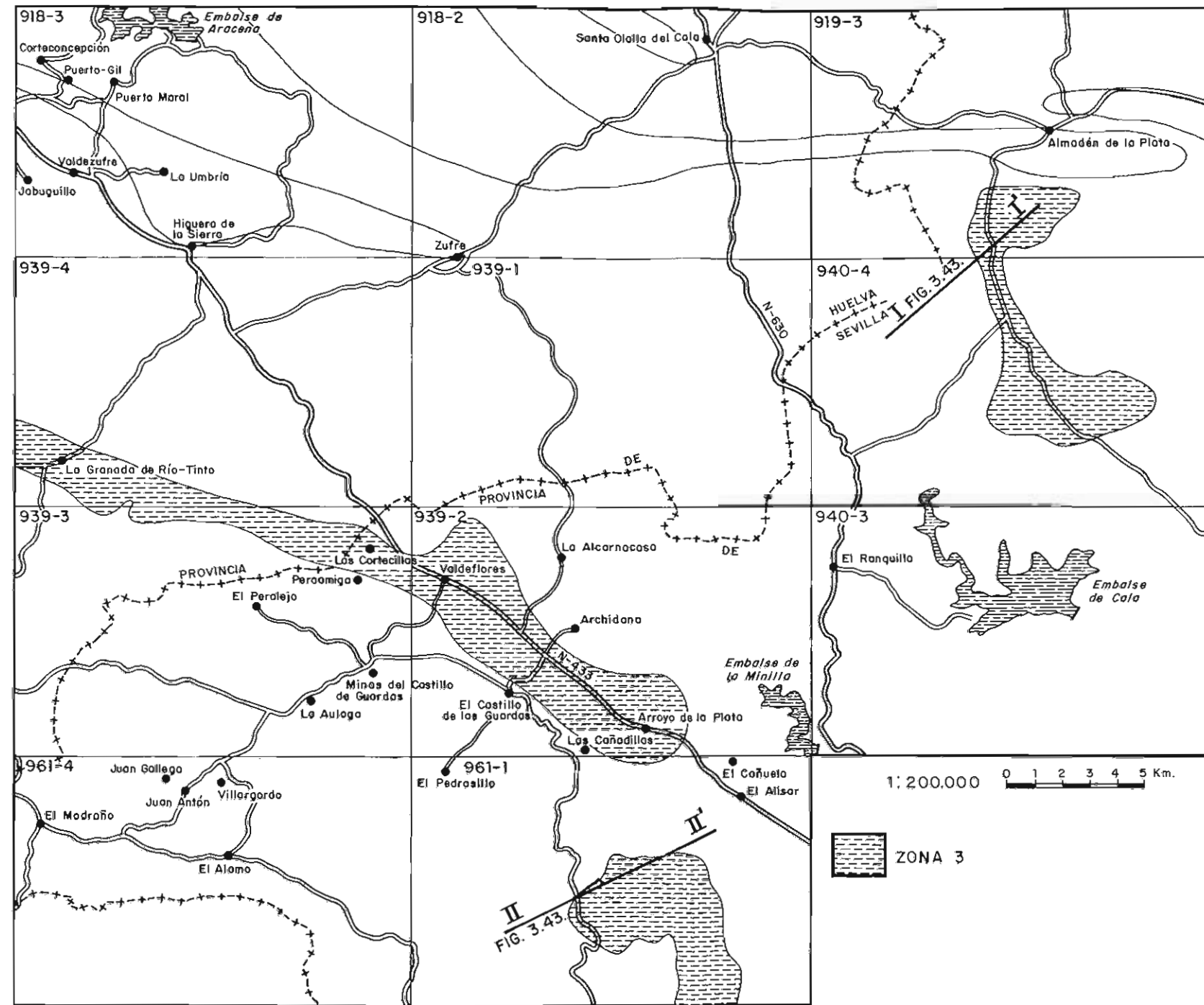
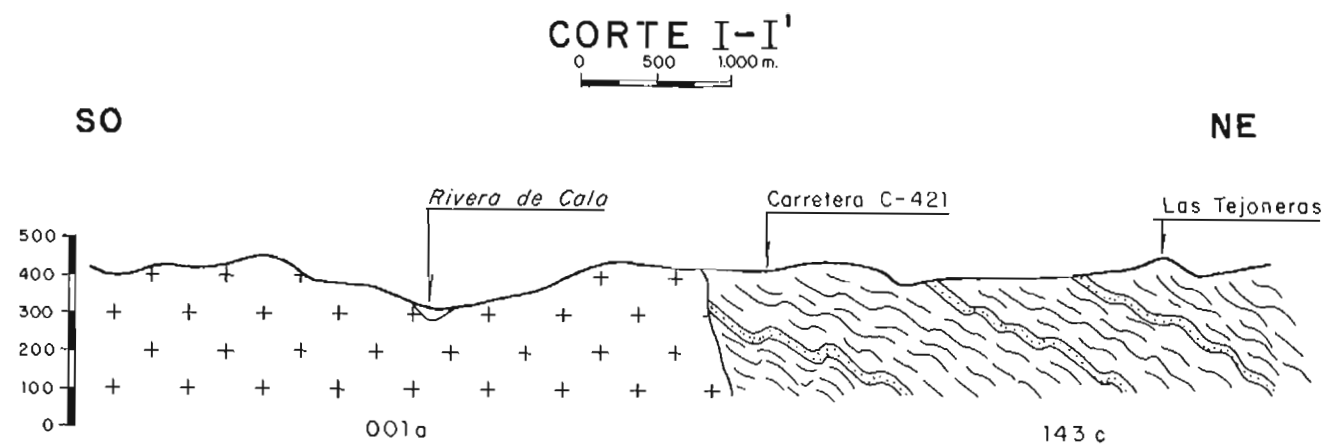
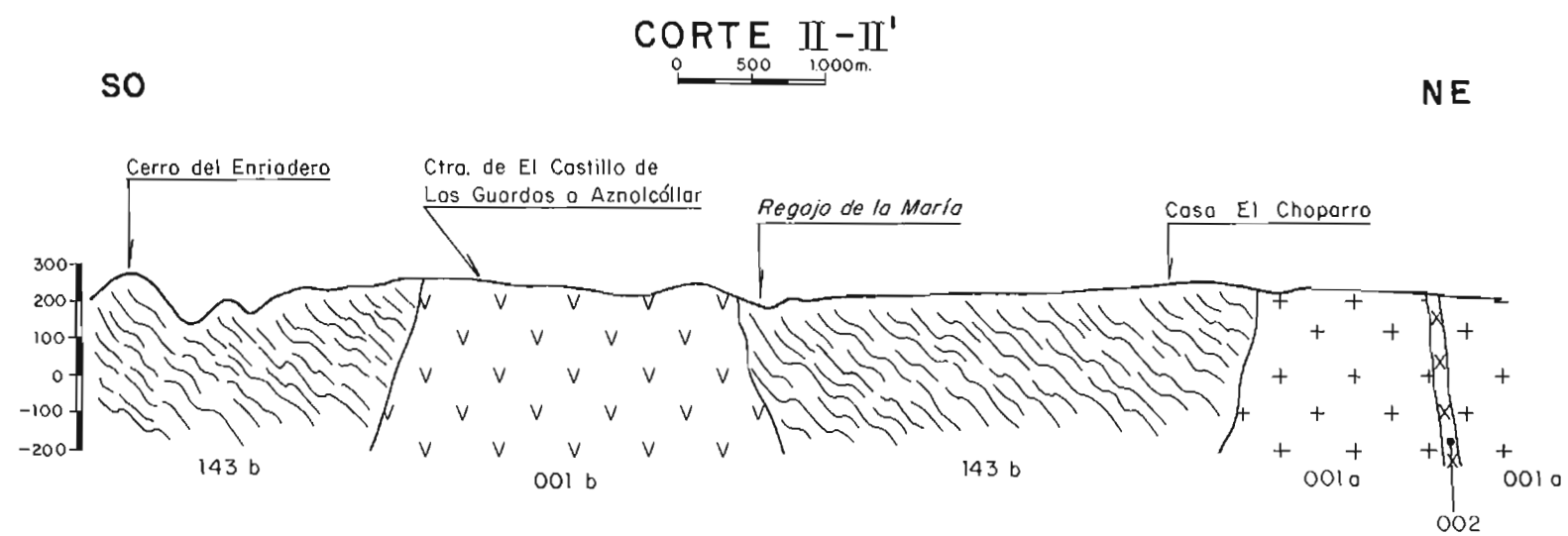


FIGURA 3.42.-ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 3 Y DE DOS CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS REALIZADOS EN LA MISMA



**LEYENDA**

- 143c - Pizarros, areniscas y grauvas.
- 143b - Pizarros.
- 001b - Gabros, dioritas y tanalitos.
- 001a - Granitos y granodioritos.
- 002 - Diques de cuarzo.



E. H. = 1:50.000  
E. V. = 1:20.000

**FIGURA 3.43. — CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS DE LA ZONA 3**


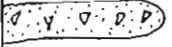

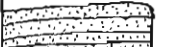


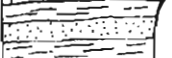
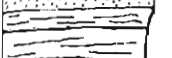
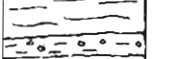
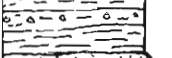
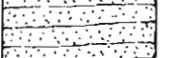
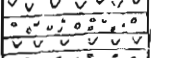
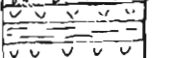
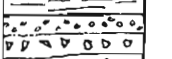
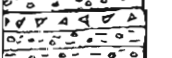
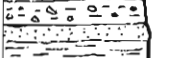
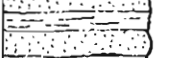
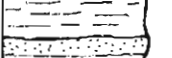

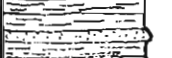

| COLUMNA ESTRATIGRAFICA  | DESCRIPCION                             | EDAD                 | GRUPO LITOLOGICO | GRUPO GEOTECNICO |
|---|---|----------------------|------------------|------------------|
|    | Gravos, bolos y arenas.                 | CUATERNARIO          | A                | G1               |
|    | Arenas y cantos.                        | CUATERNARIO          | C                | G2               |
|    | Tobas calcáreas.                        | CUATERNARIO          | Q                | G3               |
|    | Arcosas.                                | CARBONIFERO INFERIOR | 151 l            | G4               |
|    | Conglomerados.                          | CARBONIFERO INFERIOR | 151 k            | G4               |
|    | Calizas.                                | CARBONIFERO INFERIOR | 151 j            | G5               |
|    | Pizarras y grauvacas.                   | CARBONIFERO INFERIOR | 151 i            | G6               |
|    | Pizarras (Cineritas).                   | CARBONIFERO INFERIOR | 151 h            | G6               |
|    | Pizarras, tobas y fufitas.              | CARBONIFERO INFERIOR | 151 g            | G6               |
|   | Grauvacos.                              | CARBONIFERO INFERIOR | 151 f            | G6               |
|  | Lavas básicas y tobas básicas.          | CARBONIFERO INFERIOR | 151 e            | G7               |
|  | Riolitos y pizarras.                    | CARBONIFERO INFERIOR | 151 d            | G8               |
|  | Aglomerados y brechas ácidas y básicas. | CARBONIFERO INFERIOR | 151 c            | G7               |
|  | Tobas ácidas.                           | CARBONIFERO INFERIOR | 151 b            | G7               |
|  | Pizarras, areniscas y grauvacos.        | CARBONIFERO INFERIOR | 151 a            | G6               |
|  | Pizarras y areniscas.                   | DEVONICO SUPERIOR    | 143 f            | G6               |
|  | Cuarcitas y pizarras.                   | DEVONICO SUPERIOR    | 143 e            | G9               |
|  | Pizarras y grauvacos.                   | DEVONICO SUPERIOR    | 143 d            | G6               |
|  | * Pizarras, areniscas y grauvacos.      | DEVONICO SUPERIOR    | 143 c            | G6               |
|  | * Pizarras.                             | DEVONICO SUPERIOR    | 143 b            | G6               |
|  | * Pizarras, cuarcitas y grauvacos.      | DEVONICO SUPERIOR    | 143 a            | G6               |

Figura 3.44.- Columna estratigráfica de la Zona 3.




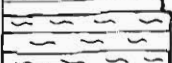
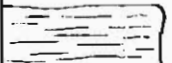
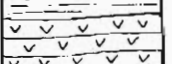
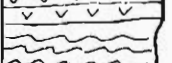
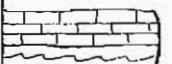
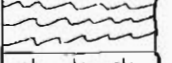
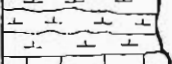
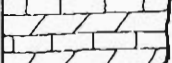
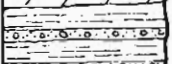



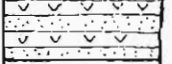
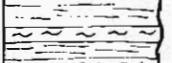

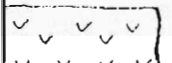
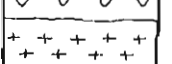
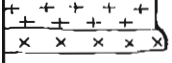
| COLUMNA ESTRATIGRAFICA   | DESCRIPCION                       | EDAD                       | GRUPO LITOLOGICO | GRUPO GEOTECNICO |
|--|-----------------------------------|----------------------------|------------------|------------------|
|    | Ampelitas y liditas.              | SILURICO INFERIOR          | 131 b            | G 6              |
|    | Anfibolitas.                      | SILURICO INFERIOR          | 131 a            | G 6              |
|    | Pizarras.                         | ORDOVICICO INFERIOR        | 121 c            | G 6              |
|    | Metabasitas.                      | ORDOVICICO INFERIOR        | 121 b            | G 6              |
|    | Esquistos.                        | ORDOVICICO INFERIOR        | 121 a            | G 6              |
|    | Mármoles.                         | CAMBRICO MEDIO             | 112              | G 5              |
|    | Esquistos.                        | CAMBRICO INFERIOR          | 111 g            | G 6              |
|    | Calcosilicatos.                   | CAMBRICO INFERIOR          | 111 f            | G 11             |
|    | Calizas y dolomías                | CAMBRICO INFERIOR          | 111 e            | G 5              |
|   | Metacineritas, pizarras y tobas.  | CAMBRICO INFERIOR          | 111 d            | G 6              |
|  | Pizarras y areniscas.             | CAMBRICO INFERIOR          | 111 c            | G 6              |
|  | Calizas y dolomías.               | CAMBRICO INFERIOR          | 111 b            | G 5              |
|  | Materiales volcano-sedimentarios. | CAMBRICO INFERIOR          | 111 a            | G 7              |
|  | Pizarras y anfibolitas.           | PRECAMBRICO INDIFERENCIADO | 010 c            | G 6              |
|  | Mármoles.                         | PRECAMBRICO INDIFERENCIADO | 010 b            | G 5              |
|  | Esquistos.                        | PRECAMBRICO INDIFERENCIADO | 010 a            | G 6              |
|  | * Gabros, dioritas y tonalitas.   | PALEOZOICO INDIFERENCIADO  | 001 b            | G 10             |
|  | * Granitos y granodioritas.       | PALEOZOICO INDIFERENCIADO  | 001 a            | G 10             |
|  | Diques de cuarzo.                 | PALEOZOICO INDIFERENCIADO  | 002              | G 9              |

Figura 3.44.- Columna estratigráfica de la Zona 3. (cont.)



Figura 3.45.- Talud de excavación en las pizarras del grupo (143c), localizado en el P.K. 119,500 de la carretera de Castilblanco de los Arroyos a Almadén de la Plata. Obsérvese la caída de lajas que se ha producido en este talud.

Las areniscas y grauvacas están estratificadas en niveles laminados internamente y de espesor inferior a 30 cm.

Todo el conjunto se halla surcado por varias familias de diaclasas que desgajan a la roca en pequeñas lajas y bloques.

A escala regional estos materiales aparecen plegados en una serie de anticlinorios y sinclinorios de gran amplitud, cuyos ejes tienen una orientación preferente E-W.

**Geotecnia.-** Este grupo se caracteriza por ser ripable y por tener una escasa permeabilidad, que está condicionada por la esquistosidad, fracturación y superficies de estratificación.

En los taludes excavados en estos materiales pueden surgir inestabilidades, debido fundamentalmente a la esquistosidad tan acusada que presentan las pizarras. Se han observado taludes artificiales bajos, inestables por caída de pequeñas lajas y cuñas, y con inclinaciones de 55°.

#### **PIZARRAS, (143b).**

**Litología.-** Conjunto constituido por una sucesión monótona de pizarras

mosqueadas, arenosas, de color gris oscuro en fractura, y marrón en superficie. Son micáceas y contienen abundantes diques de rocas básicas. (Figura 3.46).



Figura 3.46.- Detalle de las pizarras muy fracturadas del grupo (143b). La fotografía está tomada en un talud de la carretera N-630, a su paso sobre la riberia de Huelva.

**Estructura.-** Estas pizarras aparecen dispuestas en niveles de hasta 30 cm de espesor y presentan dos esquistosidades distintas, originadas en sucesivas fases de deformación. Una de las dos esquistosidades es muy penetrativa y paralela a la estratificación. Además están afectadas por varias familias de diaclasas, de las cuales la más importante es perpendicular a la estratificación.

A escala regional el conjunto está plegado según una orientación E-W, y tanto la esquistosidad de la primera como la de la segunda fase presentan buzamientos de hasta 85° al Norte.

**Geotecnia.-** Son materiales ripables y con una permeabilidad pequeña, controlada por la fracturación y por la esquistosidad. La capacidad portante es elevada y los asentos serán nulos.

El suelo resultante de la alteración de estos materiales es de carácter arcilloso, y posiblemente no podrá ser utilizado en la construcción de futuras carreteras, al resultar con las características de los suelos inadecuados.

En los taludes pueden originarse deslizamientos de bloques y cuñas, y procesos de "toppling" en la coronación de los mismos. Se han observado taludes de alturas medias, estables, aunque se producen pequeños desprendimientos, y con inclinaciones de 65°.

### **PIZARRAS, CUARCITAS Y GRAUVACAS, (143a).**

**Litología.-** Grupo constituido por pizarras de color gris-verdoso, y blanquecino por alteración, que presentan intercalaciones de grauvacas y de cuarcitas de grano fino y tonos oscuros.

**Estructura.-** Las pizarras aparecen estratificadas en niveles centimétricos y tienen una esquistosidad muy penetrativa, coincidente con la estratificación. (Figura 3.47).

Las cuarcitas y grauvacas se disponen en niveles de 10 cm de espesor y no se les aprecia ningún tipo de esquistosidad.

A escala regional, estos materiales aparecen plegados en estructuras de anticlinorios fundamentalmente, cuyos ejes tienen una orientación NW-SE. Los buzamientos alcanzan valores de hasta 75°, tanto al NE como al SW.

**Geotecnia.-** Las pizarras son ripables, pero los tramos donde predominen los niveles de cuarcitas y grauvacas pueden presentar una ripabilidad marginal. La permeabilidad es pequeña y está controlada por la esquistosidad y por la estratificación.

Los suelos derivados de estos materiales son fundamentalmente arcillosos, y posiblemente no podrán ser utilizados en la construcción de futuras carreteras, al tener las características de los suelos inadecuados.

Los taludes excavados en estos materiales pueden presentar signos de inestabilidad y fenómenos de "toppling" en aquellas áreas donde la esquistosidad sea subvertical. Se han observado taludes artificiales bajos, inestables por pequeños desprendimientos, y con inclinaciones de 60°.



Figura 3.47.- Detalle de las pizarras del grupo (143a), en un desmonte situado en el P.K. 10,300 de la carretera N-433. Tal y como puede apreciarse en la fotografía, estas rocas presentan una esquistosidad muy penetrativa.

### **GABROS, DIORITAS Y TONALITAS, (001b).**

**Litología.-** Este grupo está constituido por un conjunto de rocas plutónicas de composición básica: gabros, dioritas y tonalitas, fundamentalmente. Son rocas cristalinas, de grano fino a medio, tonos verdosos y que presentan textura ofítica o subofítica. Mineralógicamente están constituidas por clinopiroxenos, plagioclasa y anfíboles.

En zonas de fractura y localmente en superficie, estos materiales aparecen muy alterados, dando lugar a suelos residuales con aspecto de jabres básicos.

**Estructura.-** Estos materiales presentan una estructura masiva, típica de los materiales plutónicos. Ocasionalmente se observa una cierta esquistosidad.

**Geotecnia.-** En estado sano, estas rocas se caracterizan por no ser ripables y por tener una capacidad de carga elevada. Son impermeables, y la escasa permeabilidad que pueden presentar está condicionada por el grado de fracturación.

Los taludes excavados en estos materiales admitirán inclinaciones desiguales, en función de su grado de alteración. En zonas completamente alteradas, la inclinación estará en el entorno de los 45°, y en zonas sanas los taludes podrán ser subverticales, pero siempre dependiendo de la orientación de las diaclasas y fracturas. Se han observado taludes artificiales bajos, estables y con inclinaciones de 60°. (Figura 3.48).



Figura 3.48.- Talud de excavación de los gabros del grupo (001b), en la cortijada de El Alisar. La intensa alteración que presentan ha hecho que no hayan precisado voladura para su excavación. Los niveles blanquecinos que se aprecian en el talud corresponden a diques de cuarzo.

### **GRANITOS Y GRANODIORITAS, (001a).**

**Litología.-** Este grupo está constituido por rocas plutónicas de composición ácida, tales como granitos y granodioritas.

Son rocas cristalinas, de grano medio y tonos claros, que tienen texturas muy variables, desde la hipidiomórfica hasta la porfídica, ésta última con grandes fenocristales de plagioclasa. Mineralógicamente están constituidas por cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, moscovita y biotita. La plagioclasa

puede estar alterada débil o medianamente a sericita, y la biotita aparece, en muchos casos, cloritizada.

Localmente en superficie, y también en zonas de fractura, estos materiales aparecen muy meteorizados, dando lugar a jabres graníticos de naturaleza arenosa.

**Estructura.-** Estos materiales presentan una estructura masiva, típica de los materiales plutónicos.

A escala de afloramiento se observa la presencia de una red de diaclasas en enrejado, que es la responsable de la disyunción en "bolos", característica de este tipo de materiales.

**Geotecnia.-** Son rocas que en estado sano necesitan explosivos para su remoción, y que tienen una permeabilidad baja, condicionada por la red de fracturación.

Los taludes en jabre admiten inclinaciones de  $45^\circ$ , y en roca sana admiten fuertes pendientes, aunque podrán originarse deslizamientos de bloques y cuñas delimitadas por las diaclasas. (Figura 3.49). Se han observado taludes artificiales de alturas bajas, estables y con inclinaciones de  $60^\circ$ .

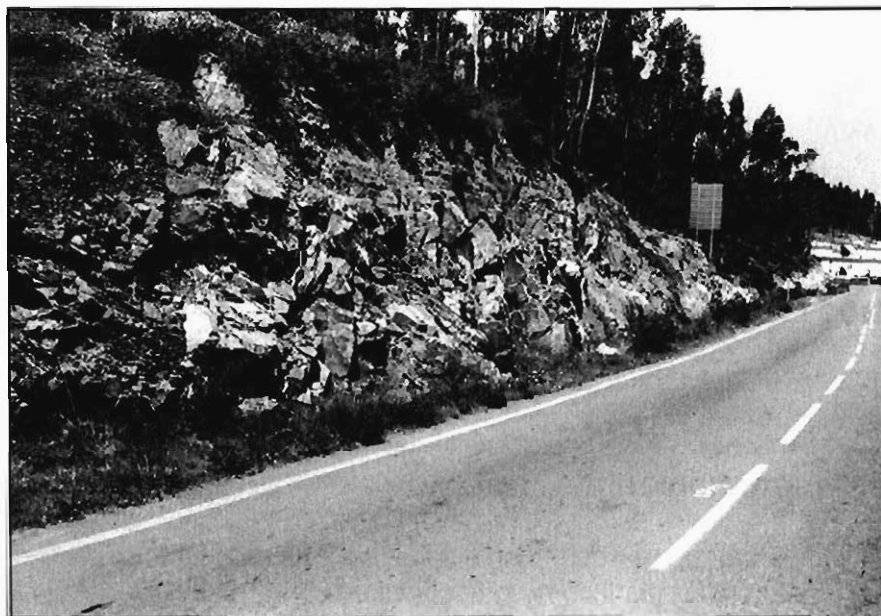


Figura 3.49.- Aspecto de los granitos del grupo (001a) en las inmediaciones de la población de Higuera de la Sierra (al fondo). Obsérvese la intensa fracturación que presentan.



### 3.3.5. Grupos geotécnicos.

Teniendo en cuenta los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona 3, así como sus respectivas características geotécnicas, se han agrupado aquéllos en función de su similar comportamiento geotécnico, en los siguientes grupos:

**G6.- Grupo metamórfico constituido por pizarras, grauvacas, areniscas y cuarcitas.** En líneas generales, estos materiales se caracterizan por ser ripables, si bien hay que exceptuar algunas áreas donde se concentran mayoritariamente grauvacas y cuarcitas, ya que entonces la ripabilidad será marginal. Tienen una permeabilidad baja, condicionada por el grado de fracturación y por la esquistosidad. La capacidad de carga suele ser elevada, y los asientos a que pueden dar lugar son pequeños. En los taludes excavados en estos materiales pueden producirse deslizamientos de bloques y cuñas. En zonas donde la esquistosidad presente fuertes buzamientos, existirá el riesgo de que se produzcan fenómenos de "toppling" en la coronación de los taludes. En esta Zona 3 forman este grupo los conjuntos litológicos (143c), (143b) y (143a).

**G10.- Grupo constituido por granitos, granodioritas, gabros, dioritas y tonalitas.** Estas rocas se caracterizan por no ser ripables en estado sano, y por tener una permeabilidad baja, que está condicionada exclusivamente por la red de fracturación. Cuando están muy alteradas, dan lugar a los suelos denominados "jabres", caracterizados por una alta permeabilidad y por tener una capacidad de carga media-alta y unos asientos bajos-nulos.

Los taludes excavados en jabre son estables para inclinaciones de 45°, y en roca admiten pendientes más pronunciadas sin riesgo de deslizamiento, excepto en casos puntuales donde pueden producirse caídas de bloques y cuñas. En esta Zona 3 forman este grupo los conjuntos litológicos (001b) y (001a).

### 3.3.6. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona

Los materiales metamórficos, formados por pizarras, grauvacas, areniscas y cuarcitas, son susceptibles de plantear inestabilidades en los taludes por deslizamientos de bloques y cuñas, y por procesos de "toppling" en la cabecera de los mismos, en zonas donde la esquistosidad tenga buzamientos muy pronunciados.

En áreas donde las pizarras den lugar a un suelo potente, es probable que haya que retirarlo, ya que por su plasticidad seguramente será un suelo inadecuado.



Las rocas plutónicas en estado sano necesitan explosivos para su excavación y tienen riesgos puntuales de deslizamientos de bloques y cuñas en los taludes. Frecuentemente estas rocas plutónicas están muy alteradas y entonces dan lugar a un suelo fundamentalmente arenoso, en función de su grado de evolución, denominado "jabre". Este suelo tiene una capacidad de carga media-alta y unos asientos diferenciales medios-bajos. Su permeabilidad suele ser bastante elevada.

## **4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO**

### **4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS**

De las tres zonas diferenciadas desde el punto de vista topográfico en el Tramo Santa Olalla - Venta del Alto (Ver apartado 2.2 de Topografía), son las zonas 1 y 2 las que presentan importantes problemas topográficos.

Las sierras que configuran la zona 1 constituyen barreras naturales para los corredores que discurren en sentido Norte-Sur, ya que encierran las cotas más altas de todo el Tramo y exigen salvar desniveles importantes en cortos espacios de terreno. De las tres sierras que aparecen, la que mayor dificultad plantea es la que discurre desde Almadén de la Plata hasta el embalse de Aracena, dada su larga continuidad. Las otras dos son fácilmente salvables debido a su escasa longitud. Los problemas de paso que plantean estas sierras se palían, en parte, si se aprovechan los numerosos valles fluviales que las cortan transversalmente y que sirven de corredores naturales de comunicación.

La zona 2 también plantea importantes dificultades topográficas, como consecuencia del fuerte encajamiento de la red de drenaje, que ha dado lugar a una sucesión de cerros y valles profundos. El trazado de una carretera deberá salvar sucesivamente importantes desniveles topográficos. Una de las zonas más conflictivas se sitúa entre el municipio de El Ronquillo y la Venta del Alto, en el paraje denominado como "cuesta de la media fanega", donde una nueva vía de comunicación exigiría la ejecución de túneles.

La zona 3, debido a su topografía suave, no plantea problemas dignos de mención.

### **4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS**

La naturaleza de los problemas geomorfológicos existentes en este Tramo está en relación directa con la topografía tan abrupta de la mayor parte del mismo.

La existencia de laderas de pendientes muy pronunciadas, unido a la naturaleza metamórfica de los materiales, hace que se genere un riesgo

constante de deslizamientos y caída de bloques, tanto del terreno en estado natural como del afectado por la excavación de taludes artificiales.

La red de drenaje no tiene entidad suficiente, además de que discurre por cauces bien definidos, en forma de "V" generalmente, como para variar las vertientes y poner en peligro las carreteras proyectadas en sus proximidades.

### **4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS**

Los materiales que aparecen en este Tramo van a plantear los siguientes problemas desde el punto de vista geotécnico.

Los materiales cuaternarios pertenecientes a los grupos A y C se caracterizan por presentar una capacidad portante baja-media y unos asientos previsibles de magnitud media-alta. Son fácilmente ripables, erosionables y muy permeables. Los materiales del grupo A presentan además problemas de inundación en épocas de avenidas, y niveles freáticos altos. En los taludes excavados en estos materiales es de esperar que se produzcan inestabilidades por desprendimientos y deslizamientos.

Los materiales detríticos pertenecientes al Carbonífero, constituidos por arcosas y conglomerados, plantean problemas de estabilidad de taludes, por caída de cantos fundamentalmente, y de erosión.

En las formaciones calcáreas (calizas, mármoles y dolomías) la posible existencia de áreas karstificadas puede dar lugar a hundimientos cuando las cargas a las que se someta el terreno sean elevadas. En sus taludes pueden originarse inestabilidades por desprendimientos de bloques y cuñas.

Los materiales metamórficos y la mayoría de los volcánicos, tanto los piroclásticos como los volcano-sedimentarios, se caracterizan por estar afectados por una fuerte esquistosidad. Este hecho les confiere un alto riesgo de deslizamientos en los taludes excavados. También se podrán producir inestabilidades de tipo "toppling", en la cabecera de los mismos.

El aspecto más reseñable de las cuarcitas, diques de cuarzo y riolitas, es que necesitan el uso de explosivos para su excavación. Los taludes excavados en estos materiales suelen ser estables con inclinaciones fuertes, aunque se han observado taludes excavados en riolitas, que son inestables por desprendimientos de bloques y cuñas.

Los materiales plutónicos (granitos, granodioritas y gabros) se caracterizan por no ser ripables en estado sano y por presentar puntualmente riesgo de caída de bloques y cuñas en sus taludes.

#### 4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS

Del análisis topográfico y geomorfológico del Tramo del Estudio se concluye que, en un itinerario Norte-Sur, el mejor corredor que enlaza los sectores de Santa Olalla y la Venta del Alto coincide con el ocupado actualmente por la carretera N-630. El cruce de la sierra que discurre desde Almadén de la Plata hasta el embalse de Aracena se salva mediante un paso natural correspondiente al valle de uno de los numerosos arroyos que discurren en sentido Norte-Sur. La zona topográficamente más conflictiva se localiza entre El Ronquillo y la Venta del Alto, en un área conocida como "cuesta de la media fanega". En esta zona (inmediaciones de la rivera de Huelva) es prácticamente necesaria la ejecución de túneles en las nuevas vías de comunicación, si se quiere mantener un buen trazado, con escasas pendientes.

Desde el punto de vista geotécnico, en este corredor se reducen considerablemente los problemas de estabilidad de taludes, ya que el trazado discurre en sentido casi transversal a las estructuras predominantes en el Tramo.

Un segundo corredor tiene una orientación NW-SE y coincide en su totalidad con la carretera N-433, que enlaza la zona de Aracena y Portugal con Sevilla. Desde el punto de vista topográfico, este corredor no plantea excesivos problemas, ya que no se cortan accidentes topográficos importantes y parte de él discurre por terrenos relativamente llanos.

Un tercer corredor contemplado en este apartado sirve para enlazar el sector occidental del Tramo con Santa Olalla del Cala. Tiene su inicio en La Granada de Río-Tinto y sigue prácticamente el trazado de una carretera local hasta enlazar con la carretera N-433, unos dos kilómetros al Sur de Higuera de la Sierra. A partir de aquí sigue la carretera comarcal C-435 hasta llegar a Santa Olalla del Cala, pasando por Zufre. Los problemas topográficos más importantes se plantean en su inicio, hasta enlazar con la carretera N-433, ya que hay que atravesar distintas sierras y elevaciones constituidas por materiales metamórficos y volcánicos. Entre Zufre y Santa Olalla del Cala existe un paso natural, excavado por el arroyo del Beso, que sirve para atravesar la sierra que discurre entre Almadén de la Plata y el embalse de Aracena.

Un cuarto corredor interesante, de dirección Este-Oeste y que uniría las carreteras nacionales N-435 y N-433, es el que desde Nerva (población situada fuera del Tramo y de gran importancia minera), sigue la carretera comarcal C-421, hasta enlazar con la carretera N-433, tras pasar por La Aulaga y El Castillo de las Guardas. Topográficamente no se plantean problemas graves. Sin embargo, en el trayecto comprendido entre Nerva y un kilómetro antes de La Aulaga podrán producirse procesos de inestabilidad de

taludes, ya que el trazado discurre sensiblemente paralelo a la esquistosidad y estratificación de los materiales metamórficos y volcánicos aflorantes.

Los cuatro corredores anteriormente aludidos, numerados del 1 al 4, se muestran en la Figura 4.1.

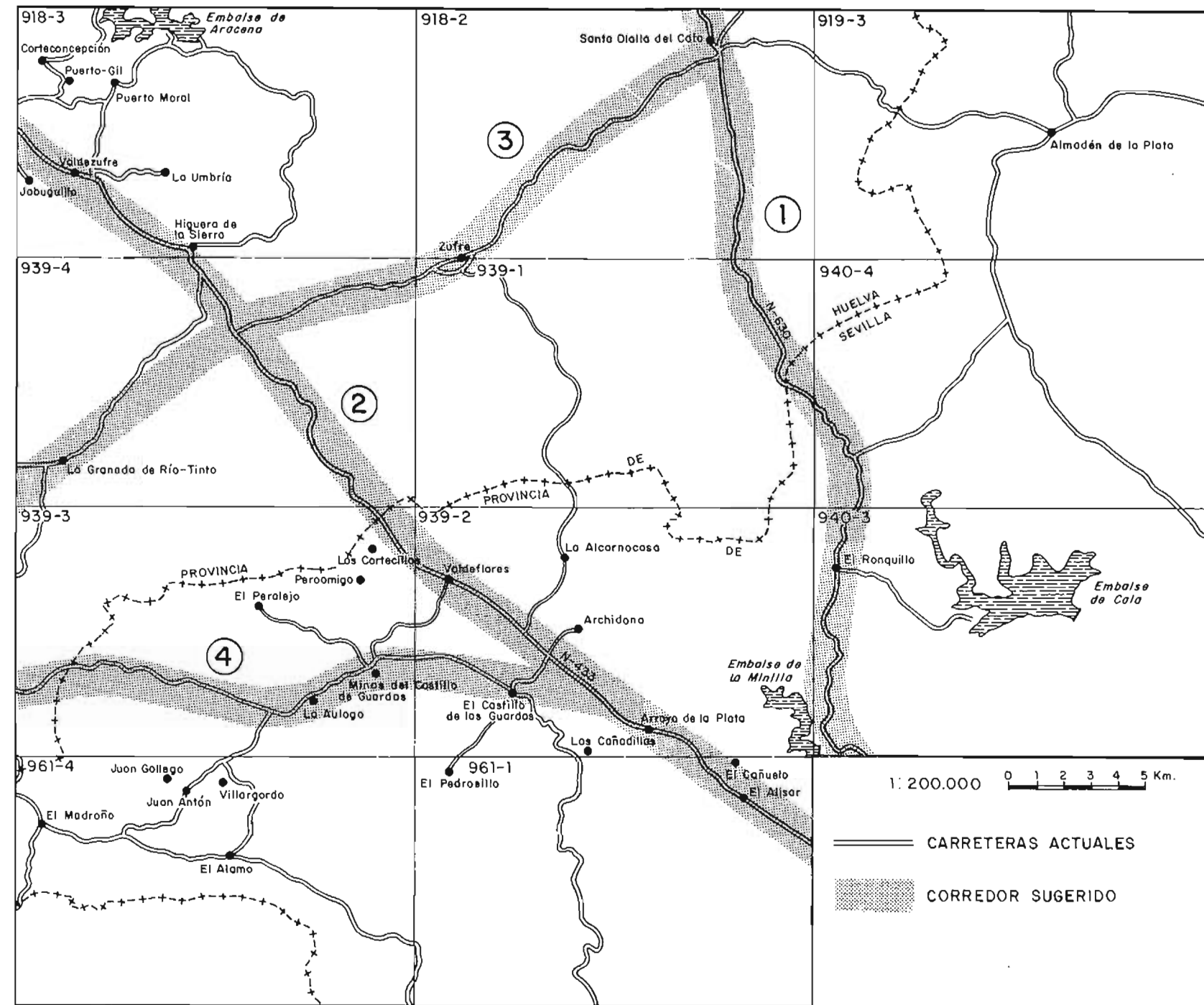


FIGURA 4.1.- ESQUEMA DE CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS EN EL TRAMO

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

## **5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS**

### **5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO**

En el presente Estudio Previo de Terrenos no se incluye un análisis detallado de los yacimientos de materiales existentes en el Tramo, ya que dicho trabajo desborda el alcance de los Estudios Previos.

Sin embargo, se ha considerado conveniente presentar la información sobre los yacimientos existentes en el área del Estudio, recogida durante la ejecución del mismo. La información que a continuación se expone está referida solamente a los yacimientos de materiales utilizables en obras de carreteras (graveras y materiales de préstamo para terraplenes y pedraplenes).

### **5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS**

En el Tramo estudiado existen una serie de grupos litológicos en los que podrán ubicarse canteras para la obtención de material rocoso. La mayoría de ellos corresponden a materiales calcáreos (calizas, mármoles y dolomías), a materiales plutónicos (granitos y granodioritas), y a materiales silíceos (cuarcitas y diques de cuarzo). Son los siguientes:

- Carbonífero Inferior: Calizas, (151j).
- Devónico Superior: Cuarcitas, (143e).
- Cámbrico Medio: Mármoles, (112).
- Cámbrico Inferior: Calizas y dolomías, (111e).
- Cámbrico Inferior: Calizas y dolomías, (111b).
- Precámbrico Indiferenciado: Mármoles, (010b).
- Paleozoico Indiferenciado: Gabros, dioritas y traquitas, (001b).
- Paleozoico Indiferenciado: Granitos y granodioritas, (001a).
- Paleozoico Indiferenciado: Diques de cuarzo, (002).

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

Las Figuras 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 muestran distintos aspectos de explotaciones abandonadas de estos materiales.

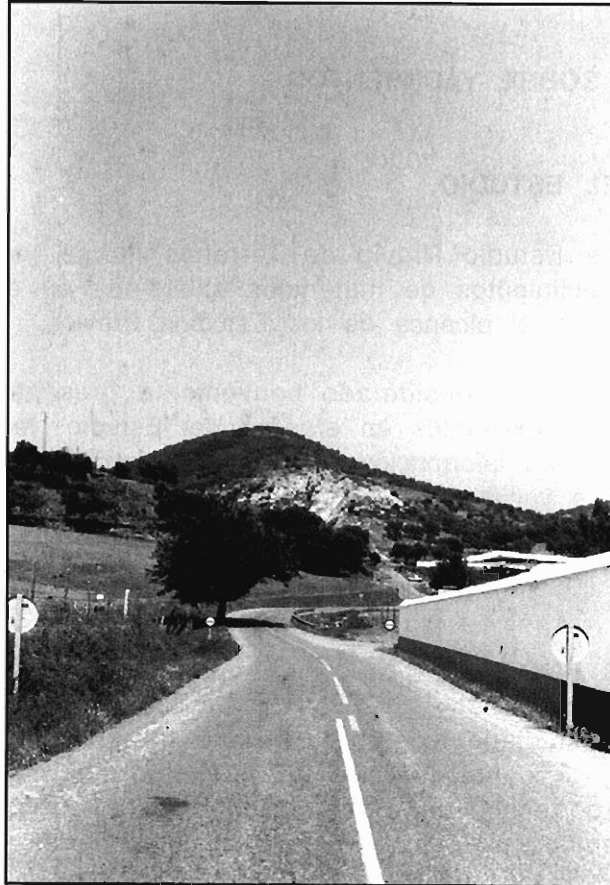


Figura 5.1.- Cantera abandonada en los mármoles del grupo (112). Está situada en Almadén de la Plata.



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



Figura 5.2.- Cantera abandonada en los mármoles del grupo (112), en Almadén de la Plata.

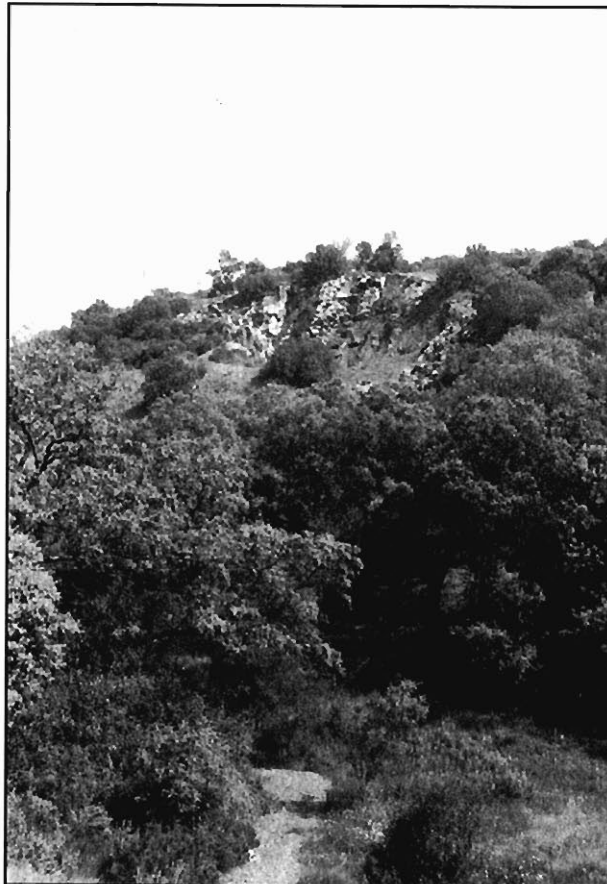


Figura 5.3.- Cantera abandonada en los mármoles del grupo (112). Está situada en el P.K. 109,500 de la carretera C-435, al Este de Almadén de la Plata.

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



Figura 5.4.- Cantera abandonada en las calizas y dolomías del grupo (111b). Está situada en el P.K. 2,000 de la carretera a Puerto-Moral.

Actualmente no existe ninguna cantera activa en el Tramo.

### **5.3. YACIMIENTOS GRANULARES**

En el Tramo del Estudio existen muy pocos materiales granulares susceptibles de explotación, y los que hay tienen una extensión y una potencia muy reducidas. Este hecho hace inviable una explotación a gran escala.

Como yacimiento granular solamente pueden explotarse los materiales aluviales (grupo A) de la rivera de Cala, y los materiales coluviales del grupo C.

Solamente se ha observado una pequeña gravera abandonada (ver Figura 3.24), en el aluvial de la rivera de Cala.

### **5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES**

Los materiales que pueden utilizarse para la construcción de terraplenes son los mismos que los expuestos en el apartado anterior, ya que por su composición y granulometría, serán válidos para dicha utilización.

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

Para la ejecución de pedraplenes se podrían aprovechar los materiales de los siguientes grupos litológicos:

- Carbonífero Inferior: Conglomerados, (151k).
- Carbonífero Inferior: Calizas, (151j).
- Carbonífero Inferior: Riolitas, (151d).
- Devónico Superior: Cuarcitas, (143e).
- Cámbrico Medio: Mármoles, (112).
- Cámbrico Inferior: Calizas y dolomías, (111e).
- Cámbrico Inferior: Calizas y dolomías, (111b).
- Precámbrico Indiferenciado: Mármoles, (010b).
- Paleozoico Indiferenciado: Gabros, dioritas y tonalitas, (001b).
- Paleozoico Indiferenciado: Granitos y granodioritas, (001a).
- Paleozoico Indiferenciado: Diques de cuarzo, (002).

También pueden utilizarse para pedraplenes los siguientes grupos de materiales, en caso de que cumplan los ensayos técnicos oportunos, ya que son "rocas que requieren un estudio especial" según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes:

- Carbonífero Inferior: Pizarras y grauvacas, (151i).
- Carbonífero Inferior: Grauvacas, (151f).
- Carbonífero Inferior: Pizarras, areniscas y grauvacas, (151a).
- Devónico Superior: Pizarras y areniscas, (143f).
- Devónico Superior: Pizarras, areniscas y grauvacas, (143c).
- Devónico Superior: Pizarras, (143b).
- Devónico Superior: Pizarras, cuarcitas y grauvacas, (143a).
- Silúrico Inferior: Anfibolitas, (131a).
- Ordovícico Inferior: Pizarras, (121c).

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

- Ordovícico Inferior: Metabasitas, (121b).
- Ordovícico Inferior: Esquistos, (121a).
- Cámbrico Inferior: Esquistos, (111g).
- Cámbrico Inferior: Pizarras y areniscas, (111c).
- Precámbrico Indiferenciado: Pizarras y anfibolitas, (010c).
- Precámbrico Indiferenciado: Esquistos, (010a).

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

Con vistas al emplazamiento de nuevas explotaciones o a la puesta en marcha de las ya existentes, se recomienda un estudio detallado de las áreas y yacimientos indicados en la Figura 5.5, ya que en algún momento han sido utilizados como yacimientos. En el siguiente cuadro-resumen se localizan estos yacimientos y se dan los datos de la litología y accesos.

**CUADRO-RESUMEN DE YACIMIENTOS ROCOSOS Y GRANULARES**

| YACIMIENTO | LOCALIZACION                                   | GRUPO LITOLOGICO | TIPO DE ROCA           | ACCESOS  |
|------------|--|------------------|------------------------|--|
| YR-1       | 919-3 Long. 6° 04' 52" W<br>Lat. 37° 53' 02" N | 112              | Mármoles               | Carretera de Almadén a El Real de la Jara, P.K. 0,8. |
| YR-2       | 919-3 Long. 6° 04' 10" W<br>Lat. 37° 53' 08" N | 112              | Mármoles               | Almadén de la Plata.                                 |
| YR-3       | 919-3 Long. 6° 03' 16" W<br>Lat. 37° 53' 26" N | 112              | Mármoles               | Carretera C-435, P.K. 109,700.                       |
| YR-4       | 919-3 Long. 6° 02' 41" W<br>Lat. 40° 14' 40" N | 112              | Mármoles               | Carretera C-435, P.K. 109.                           |
| YR-5       | 918-3 Long. 6° 28' 47" W<br>Lat. 37° 52' 53" N | 111b             | Calizas y dolomías     | Carretera a Puerto-Moral, P.K. 2.                    |
| YR-6       | 940-4 Long. 6° 08' 04" W<br>Lat. 40° 13' 00" N | A                | Gravas, bolos y arenas | Carretera N-421, P.K. 127.                           |

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

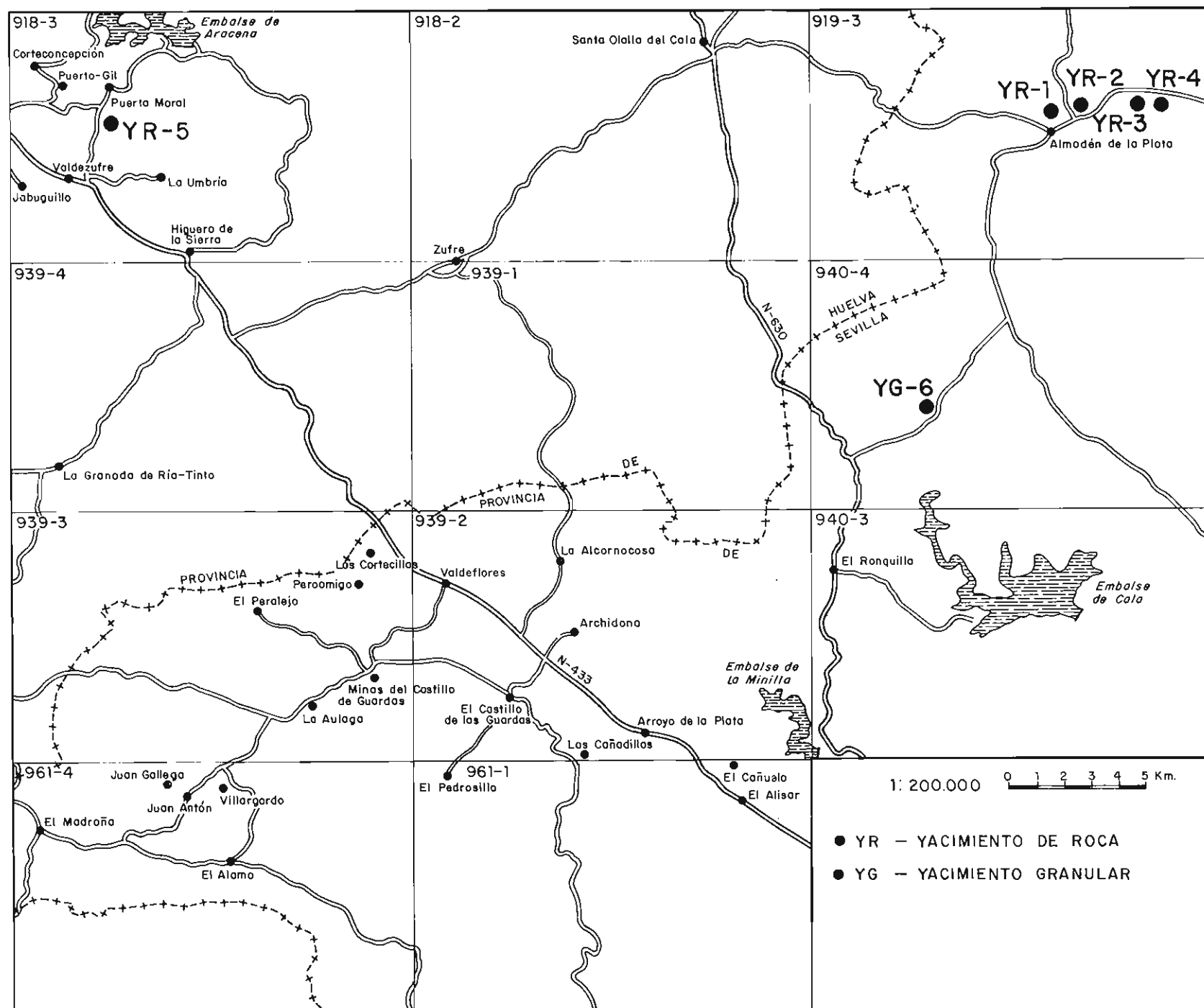


FIGURA 5.5.- SITUACION DE YACIMIENTOS ROCOSOS Y GRANULARES



## 6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- APALATEGUI, O. (1981).- "Consideraciones estratigráficas y tectónicas en Sierra Morena Occidental". Temas Geológicos y Mineros, 1ª Reunión del G.O.M., pp. 23-41.
- CRESPO-BLANC, A. (1987).- "Macizo de Aracena, propuesta de división sobre la base de nuevos datos estructurales y petrográficos". Boletín Geológico y Minero, T. XCVIII-IV.
- FLORIDA, P. y QUESADA, C. (1984).- "Estado actual de conocimientos sobre el Macizo de Aracena". II Reunión del G.O.M., 25 pp.
- GUTIERREZ ELORZA, M. (1970).- "Estudio geológico-estructural de la región de Aracena-Cumbres Mayores". Tesis doctoral de la Universidad de Madrid. Publicado por Junta de Energía Nuclear.
- HERNANDEZ HENRILE, J.L., y GUTIERREZ ELORZA, M. (1968).- "Movimientos caledónicos (fases salábrica, sárdica y érica) en la Sierra Morena Occidental". Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (g), 66, pp. 21-28.
- I.G.M.E. (1990).- Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 2ª Serie. Hoja nº 918. Santa Olalla del Cala.
- I.G.M.E. (1974).- Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 2ª Serie. Hoja nº 919. Almadén de la Plata.
- I.G.M.E. (1978).- Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 2ª Serie. Hoja nº 939. Castillo de las Guardas.
- I.G.M.E. (1975).- Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 2ª Serie. Hoja nº 940. Castilblanco de los Arroyos.
- I.G.M.E. (1978).- Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 2ª Serie. Hoja nº 961. Aznalcóllar.
- VAZQUEZ GUZMAN, F. (1967).- "Nuevas áreas devonianas en la zona occidental de Sierra Morena". Not. y Com. del I.G.M.E., nº 97-98, Madrid.
- VAZQUEZ GUZMAN, F. (1967).- "Contribución al estudio de la tectónica del Cámbrico de Cala (Huelva)". Not. y Com. del I.G.M.E., nº 97-98, Madrid.

- VEGAS, R. (1968).- "Sobre la existencia del Precámbrico en la Baja Extremadura". Est. Geol., vol. 24, pp. 85-89, Madrid.

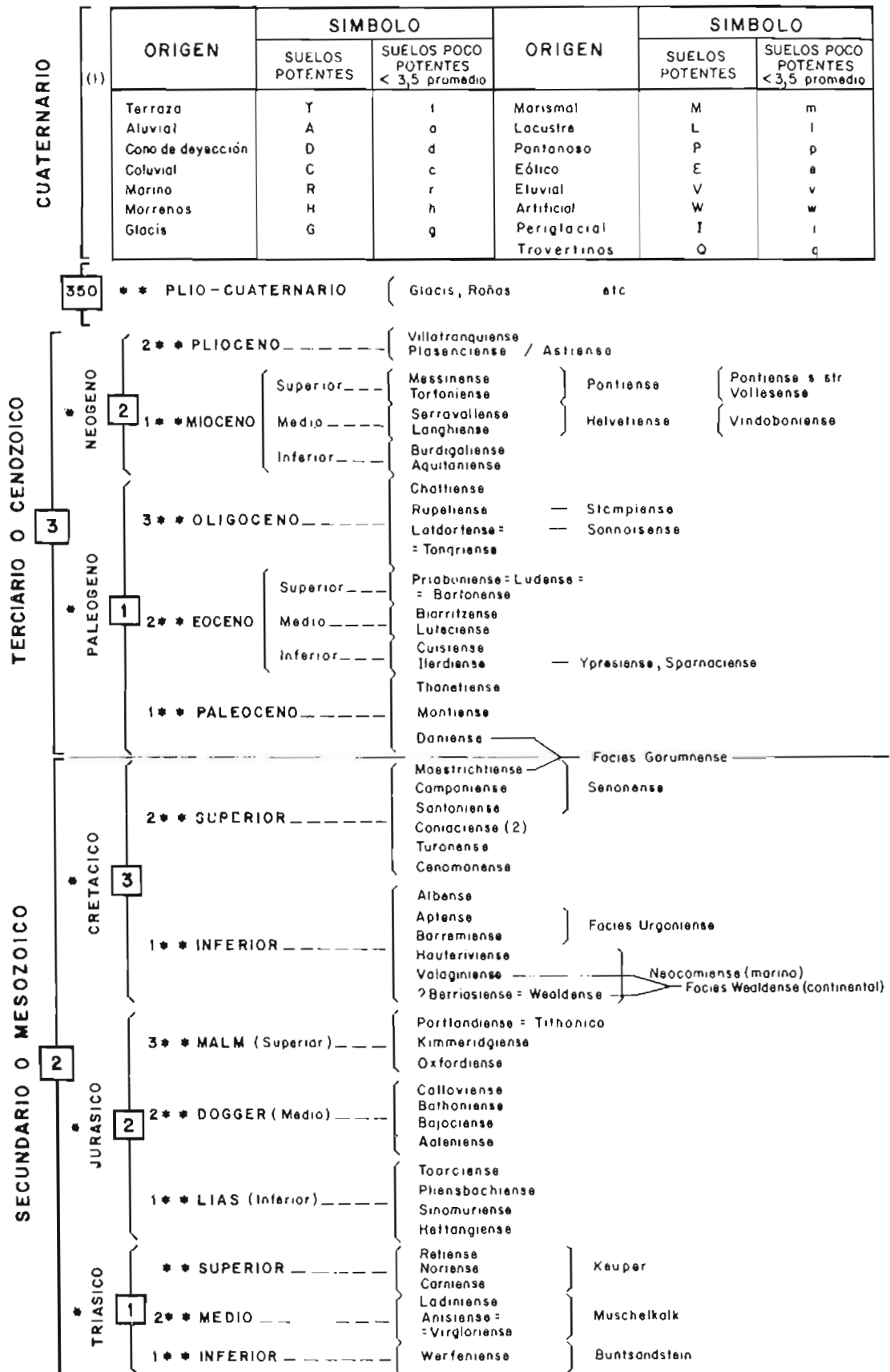
- VEGAS, R. (1971).- "Geología de la región comprendida entre la Sierra Morena Occidental y las Sierras del Norte de la provincia de Cáceres (Extremadura española)". Bol. Geol. y Min., t. LXXXII-III-IV, pp. 351-358.

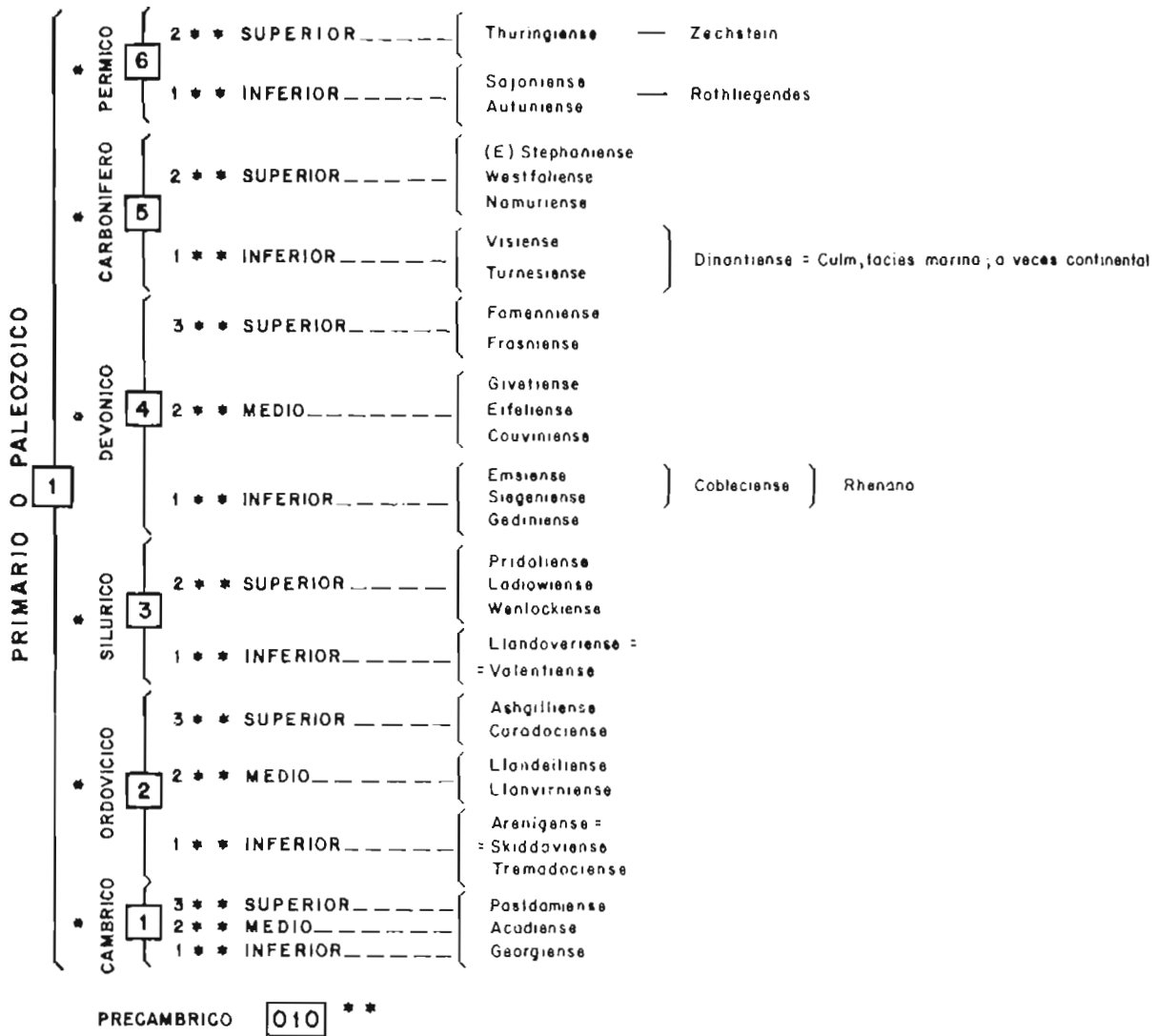
## 7. ANEJOS



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

COLUMNA ESTRATIGRAFICA





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

- (1) Los materiales cuaternarios se cartografiarán con la letra correspondiente a su potencia o poco potentes
- (2) Es discutida la pertenencia del Coniaciense al Senonense.

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

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

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

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

### INTRODUCCION

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

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

### RIPABILIDAD

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

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

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

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

## CAPACIDAD PORTANTE

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

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

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

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

## ESTABILIDAD DE TALUDES

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

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

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

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

## DRENAJE

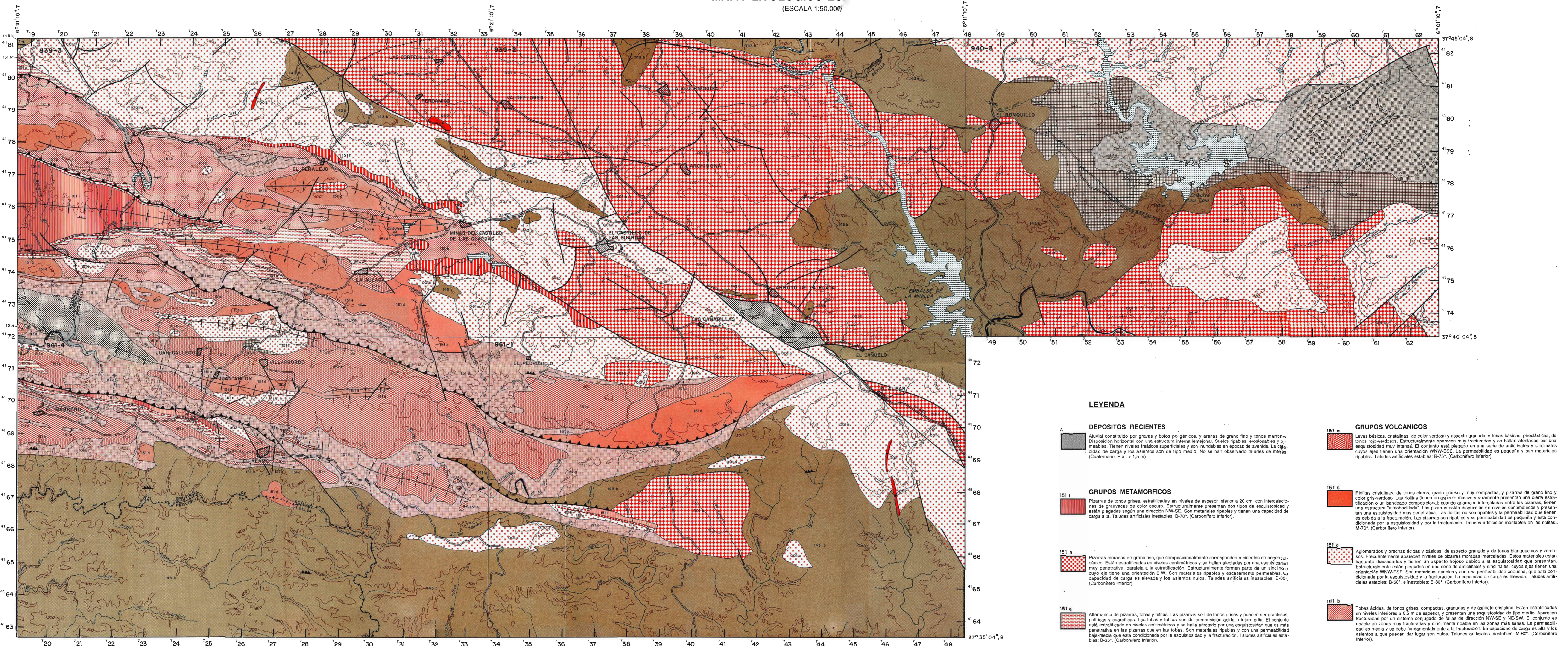
El movimiento superficial y profundo de las aguas de lluvia se reseña en la descripción de las distintas formaciones litológicas. Conviene resaltar que los datos disponibles para una correcta localización de los niveles freáticos del Tramo y sus periódicas variaciones en relación con las distintas épocas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

## PLANOS



# MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL

(ESCALA 1:50.000)

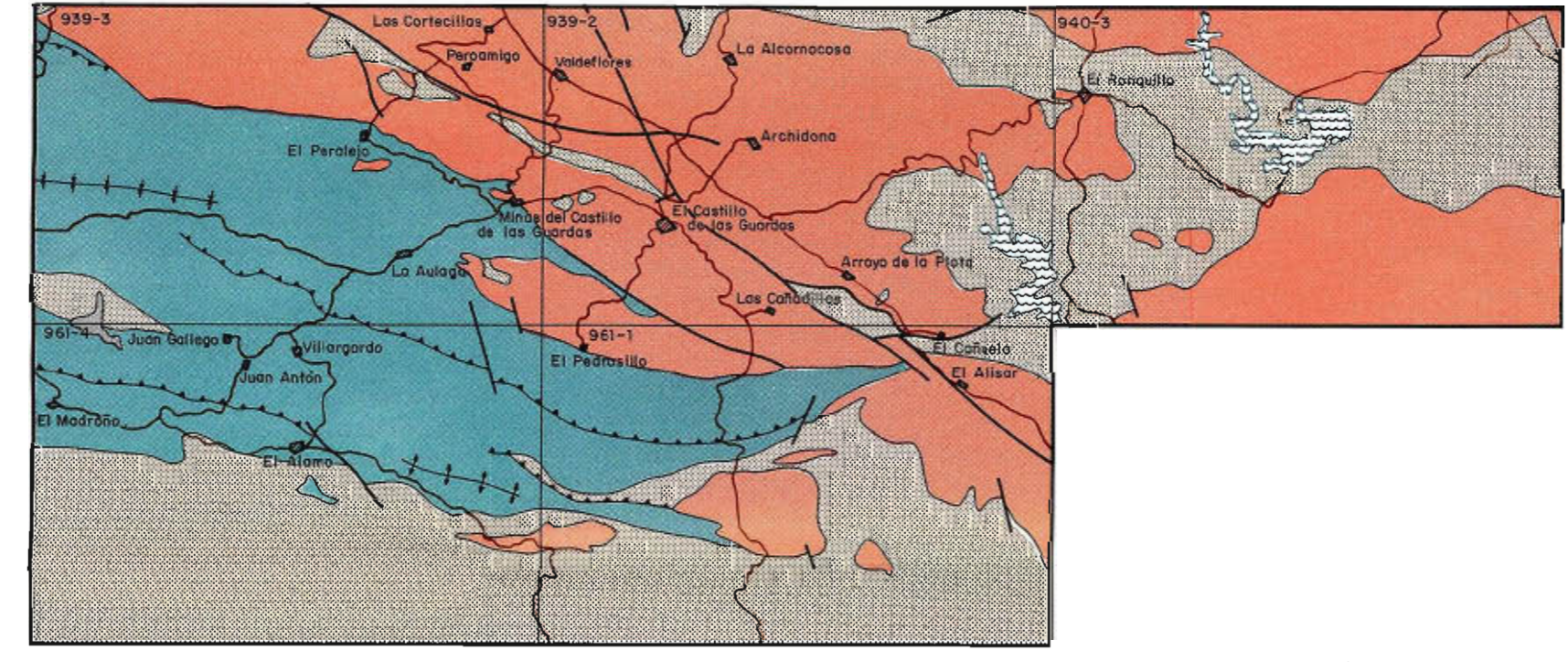


### LEYENDA

- |  |  |
|--|--|
| <p><b>DEPOSITOS RECIENTES</b></p> <p><b>A</b> Aluvial constituido por gravas y bolos poligénicos, y arenas de grano fino y tonos marrones. Disposición horizontal con una estructura interna leve. Son ripables, erosivos y permeables. Tienen niveles freáticos superficiales y son inundables en épocas de avenida. La capacidad de carga y los asentamientos son de tipo medio. No se han observado taludes de riesgo. (Cuaternario, P.a.: &gt; 1,5 m)</p> <p><b>151 i</b> Pizarras de tonos grises, estratificadas en niveles de espesor inferior a 20 cm, con intercalaciones de grauwacas de color oscuro. Estructuralmente presentan dos tipos de esquistosidad y están plegadas según una dirección NW-SE. Son materiales ripables y tienen una capacidad de carga alta. Taludes artificiales inestables: B-70°. (Carbonífero Inferior)</p> <p><b>151 h</b> Pizarras moradas de grano fino, que composicionalmente corresponden a cineritas de origen volcánico. Están estratificadas en niveles centimétricos y se hallan afectadas por una esquistosidad muy penetrativa, paralela a la estratificación. Estructuralmente forman parte de un sinclinal cuyo eje tiene una orientación E-W. Son materiales ripables y escasamente permeables, su capacidad de carga es elevada y los asentamientos son nulos. Taludes artificiales estables: B-50°. (Carbonífero Inferior)</p> <p><b>161 g</b> Alternancia de pizarras, tobos y tuffas. Las pizarras son de tonos grises y pueden ser grafitosas, pelíticas y cuarcíticas. Las tobos y tuffas son de composición ácida e intermedia. El conjunto está estratificado en niveles centimétricos y se halla afectado por una esquistosidad que es más penetrativa en las pizarras que en las tobos. Son materiales ripables y con una permeabilidad baja-media que está condicionada por la esquistosidad y la fracturación. Taludes artificiales estables: B-50°. (Carbonífero Inferior)</p> <p><b>151 f</b> Grauwacas mosqueadas, de tonos grises, y amarillentos y verducos por alteración, y de aspecto arenoso. No presentan una estratificación definida, pero sí una débil esquistosidad. Estructuralmente aparecen en afloramientos aislados en dirección E-W. Son ripables y tienen una permeabilidad pequeña debido a la fracturación. La capacidad de carga es elevada. Taludes artificiales estables: B-55°. (Carbonífero Inferior)</p> <p><b>151 e</b> Pizarras de tonos marrones-amarillentos y morados, con intercalaciones de areniscas y grauwacas de color marrón. Estos materiales están dispuestos en niveles de espesor inferior a 10 cm y afectados, fundamentalmente las pizarras, por una esquistosidad milimétrica. El conjunto está plegado en una serie de anticlinales y sinclinales, cuyos ejes tienen una orientación NW-SE. Estos materiales tienen una permeabilidad pequeña que está condicionada por la esquistosidad y por la fracturación. Taludes artificiales estables: B-60°. (Carbonífero Inferior)</p> <p><b>143 d</b> Alternancia irregular de pizarras arenosas y de tonos grises, y grauwacas compactas, de grano fino. La formación presenta un aspecto tabeado debido a que estos materiales están estratificados en niveles centimétricos. El conjunto es ripable y tiene una permeabilidad pequeña, que está condicionada por la esquistosidad, estratificación y grado de fracturación. Taludes artificiales inestables: B-60°. (Devónico Superior)</p> <p><b>143 c</b> Alternancia irregular de pizarras verdosas y areniscas, y grauwacas de tonos grises. Las pizarras aparecen estratificadas en niveles centimétricos y están afectadas por una esquistosidad paralela a la estratificación. Las areniscas y pizarras se disponen en estratos laminados internamente y de espesor inferior a 10 cm. Estructuralmente están plegadas en una serie de anticlinales y sinclinales de dirección E-W. Materiales ripables y escasamente permeables debido a la esquistosidad, estratificación y fracturación. Taludes artificiales inestables: B-55°. (Devónico Superior)</p> <p><b>143 b</b> Pizarras mosqueadas, arenosas, de color gris oscuro en fractura, y marrón en superficie. Están dispuestas en niveles de hasta 30 cm de espesor y presentan dos tipos de esquistosidad. Son materiales ripables y con una permeabilidad pequeña, condicionada por la fracturación y por la esquistosidad. La capacidad de carga es elevada y los asentamientos son nulos. Taludes artificiales estables: B-65°. (Devónico Superior)</p> <p><b>143 a</b> Pizarras de color gris-verdoso, y blanquecino por alteración, que presentan intercalaciones de grauwacas y de cuarcitas de grano fino y tonos oscuros. Las pizarras están dispuestas en niveles centimétricos y tienen una esquistosidad paralela a la estratificación. Las grauwacas y cuarcitas aparecen estratificadas en niveles de 10 cm de espesor y no se les aprecia ningún tipo de esquistosidad. Estructuralmente este conjunto está plegado en una serie de anticlinales y sinclinales, cuyos ejes tienen una orientación NW-SE. Las pizarras son ripables, y los tonos donde predominan las cuarcitas y grauwacas son directamente ripables. La permeabilidad es pequeña y está controlada por la esquistosidad y la estratificación. Taludes artificiales inestables: B-60°. (Devónico Superior)</p> | <p><b>GRUPOS VOLCANICOS</b></p> <p><b>161 e</b> Lavas básicas, cristalinas, de color verdoso y aspecto granudo, y tobos básicos, porfíricos, de tonos rojo-verdoso. Estructuralmente aparecen muy fracturados y se hallan afectados por una esquistosidad muy intensa. El conjunto está plegado en una serie de anticlinales y sinclinales cuyos ejes tienen una orientación NW-SE. La permeabilidad es pequeña y los asentamientos son nulos. Taludes artificiales estables: B-75°. (Carbonífero Inferior)</p> <p><b>161 d</b> Riolitas cristalinas, de tonos claros, grano grueso y muy compactas, y pizarras de grano fino y color gris-verdoso. Las riolitas tienen un aspecto hojoso debido a la esquistosidad que presentan. Estructuralmente aparecen intercaladas entre las pizarras, tienen una estructura laminar y una esquistosidad muy penetrativa. Las riolitas no son ripables y la permeabilidad que tienen es debida a la fracturación. Las pizarras son ripables y su permeabilidad es pequeña y está condicionada por la esquistosidad y por la fracturación. Taludes artificiales inestables en las riolitas: M-70°. (Carbonífero Inferior)</p> <p><b>161 c</b> Aglomerados y brechas ácidas y básicas, de aspecto granudo y de tonos blanquecinos y verdosos. Frecuentemente aparecen niveles de pizarras moradas intercaladas. Estos materiales están bastante disgregados y tienen un aspecto hojoso debido a la esquistosidad que presentan. Estructuralmente están plegados en una serie de anticlinales y sinclinales, cuyos ejes tienen una orientación NW-SE. Son materiales ripables y con una permeabilidad pequeña, que está condicionada por la esquistosidad y la fracturación. La capacidad de carga es elevada. Taludes artificiales estables: B-50°, e inestables: B-80°. (Carbonífero Inferior)</p> <p><b>161 b</b> Tobos ácidos, de tonos grises, compactos, granudos y de aspecto cristalino. Están estratificados en niveles inferiores a 0,5 m de espesor, y presentan una esquistosidad de tipo medio. Aparecen fracturados por un sistema conjugado de fracturas de dirección NW-SE y NE-SW. El conjunto está plegado en una serie de anticlinales y sinclinales, cuyos ejes tienen una orientación NW-SE. Son materiales ripables y con una permeabilidad pequeña que está condicionada por la esquistosidad y la fracturación. La capacidad de carga es alta y los asentamientos son nulos. Taludes artificiales inestables: M-60°. (Carbonífero Inferior)</p> <p><b>GRUPOS PLUTONICOS</b></p> <p><b>001 g</b> Conjunto de rocas plutónicas ácidas, que corresponden a granitos y granodioritas. Son de grano medio y tonos claros, y la textura varía desde hipidiorítica hasta porfídica. Superficialmente y en zonas de fractura, estos materiales aparecen muy alterados, dando lugar a jabres graníticos. Estructura masiva y diáclisis en bloques, a causa de una red de fracturación en sentido NW-SE. Son materiales no ripables en estado sano, y la permeabilidad es pequeña y está condicionada por la fracturación. Los taludes en jabre admiten inclinaciones de 45°. Taludes artificiales estables en materiales sanos: B-60°. (Paleozoico Indiferenciado)</p> <p><b>001 b</b> Conjunto de rocas plutónicas básicas, que corresponden a gabros, dioritas y tonalitas. Son de grano fino a medio y tienen tonos verdosos. En zonas de fractura y localmente en superficie, estos materiales aparecen muy alterados y dan lugar a jabres andesíticos con aspecto de jabres básicos. La estructura que presentan es masiva, y ocasionalmente tienen una cierta esquistosidad. En estado sano son materiales no ripables y la capacidad de carga es elevada. La permeabilidad está en función del grado de fracturación. En zonas completamente alteradas, la inclinación de los taludes estará en torno a los 45°. Taludes artificiales estables en materiales sanos: B-60°. (Paleozoico Indiferenciado)</p> <p><b>GRUPO FILONIANO</b></p> <p><b>002</b> Diques de cuarzo de tonos blanquecinos y rosáceos. Estos materiales se emplazan a favor de fracturas disérsivas, y normalmente tienen una orientación N-S y buzamientos verticales. Son materiales no ripables y con una permeabilidad muy baja, condicionada por el grado de fracturación. No se han observado taludes de interés.</p> |
|--|--|

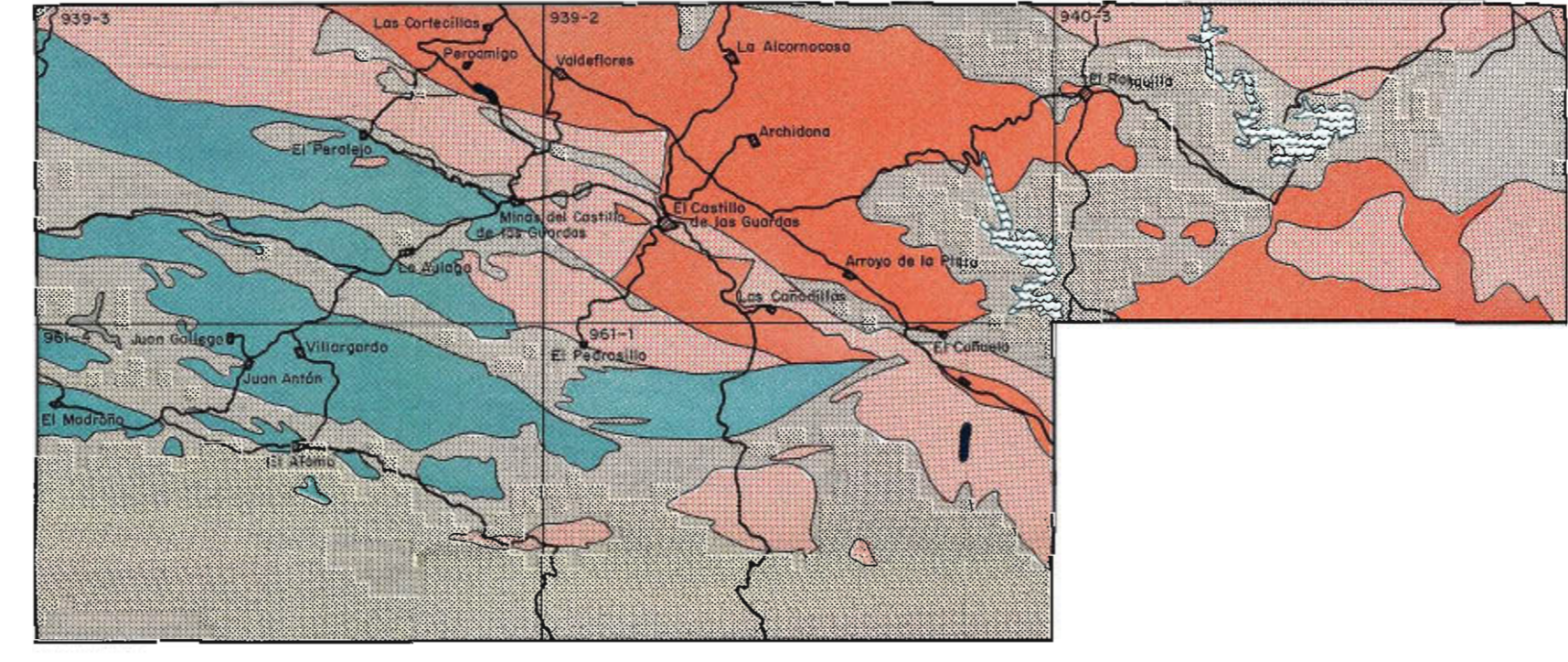
### ESQUEMA GEOLOGICO

(ESCALA 1:200.000)



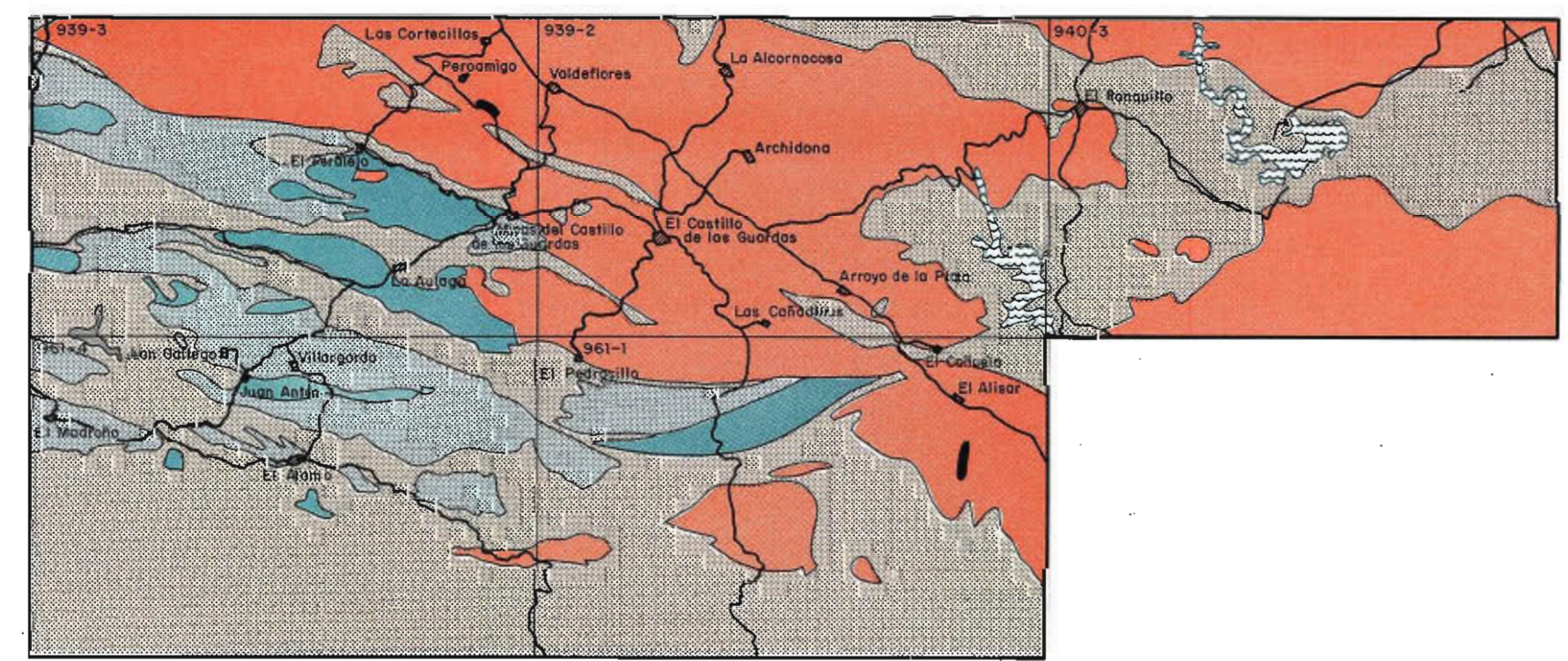
### ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

(ESCALA 1:200.000)



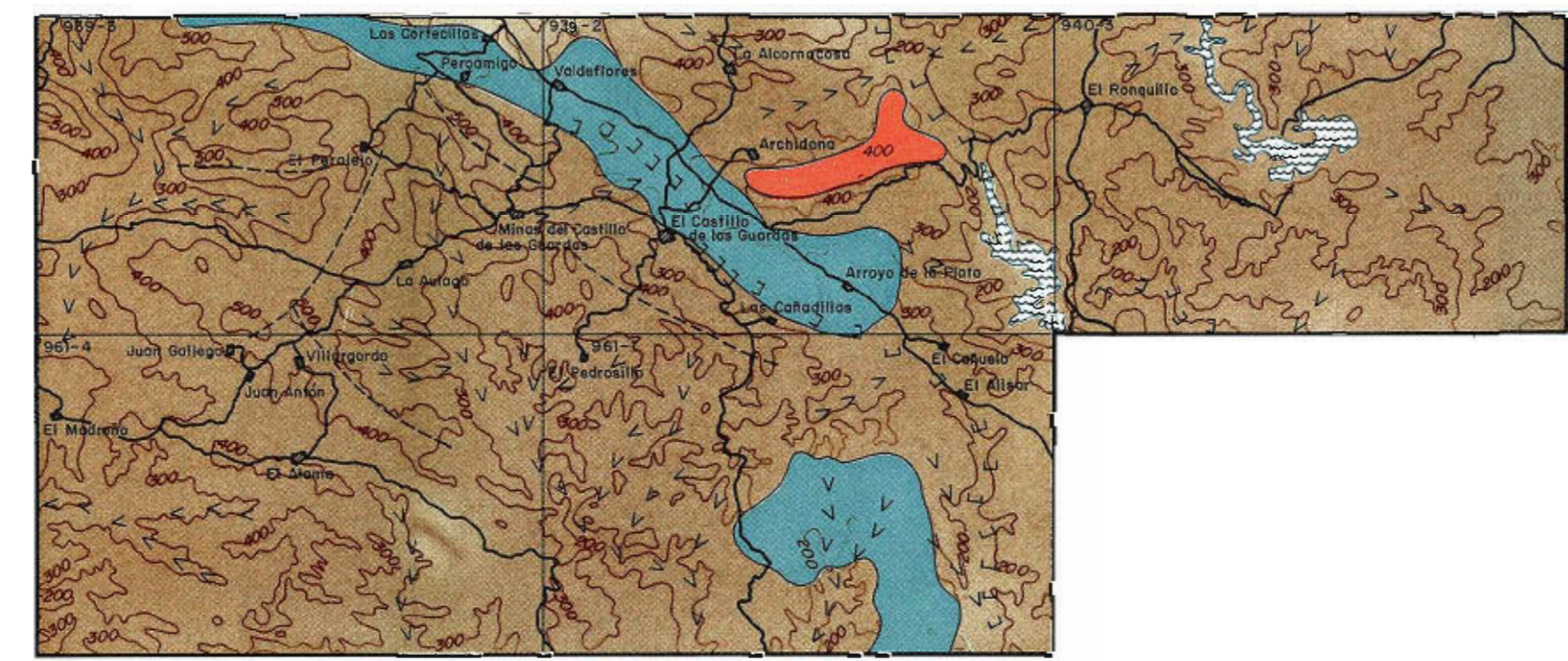
### ESQUEMA GEOTECNICO

(ESCALA 1:200.000)



### ESQUEMA GEOMORFOLOGICO

(ESCALA 1:200.000)



### SIMBOLOGIA

- CONTACTO LITOLOGICO
- 0°-30° 30°-60° 60°-90° DIRECCION Y BUZAMIENTO DE LA ESTRATIFICACION
- 30°-60° 60°-90° DIRECCION Y BUZAMIENTO DE LA ESQUISTOSIDAD
- FALLA
- CABALLGAMIENTO
- ANTICLINAL
- SINCLINAL

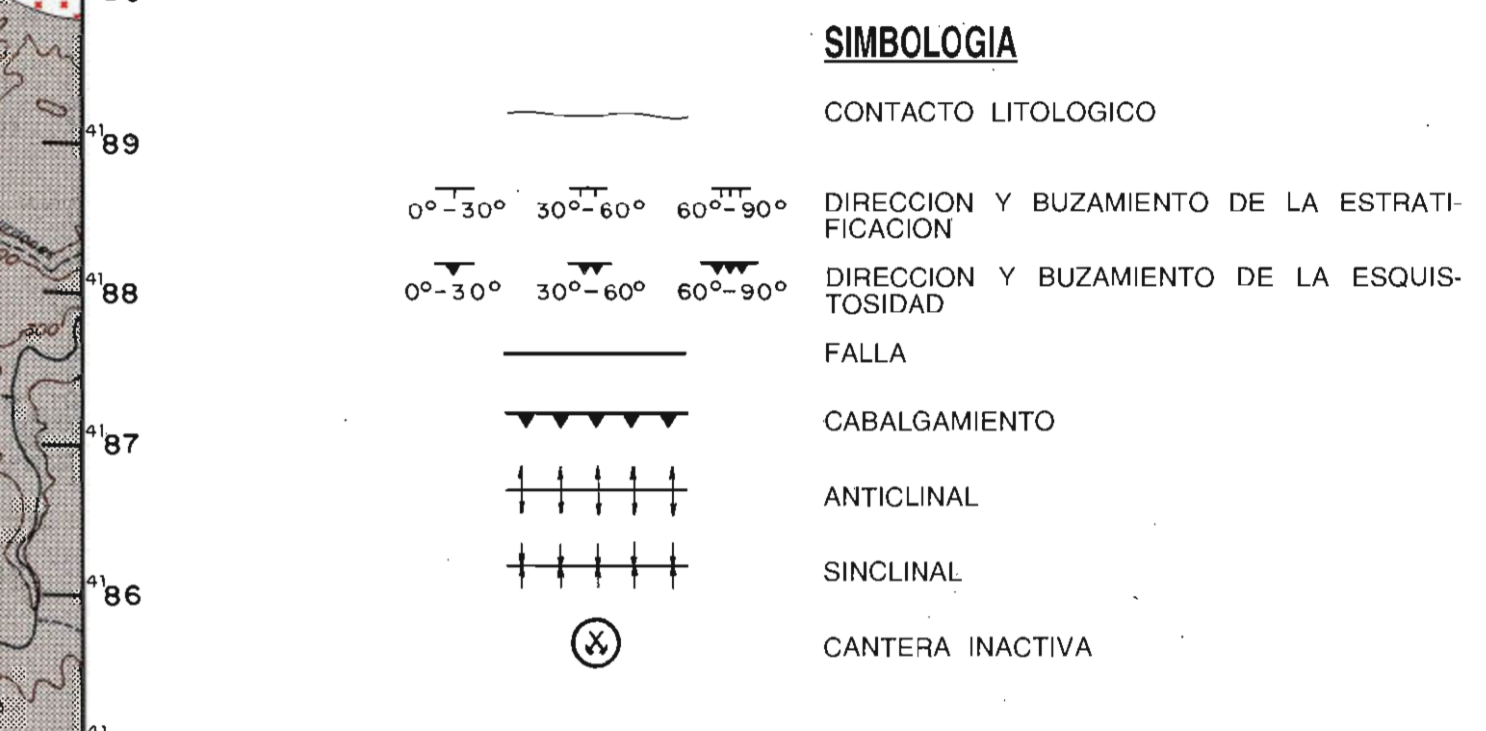
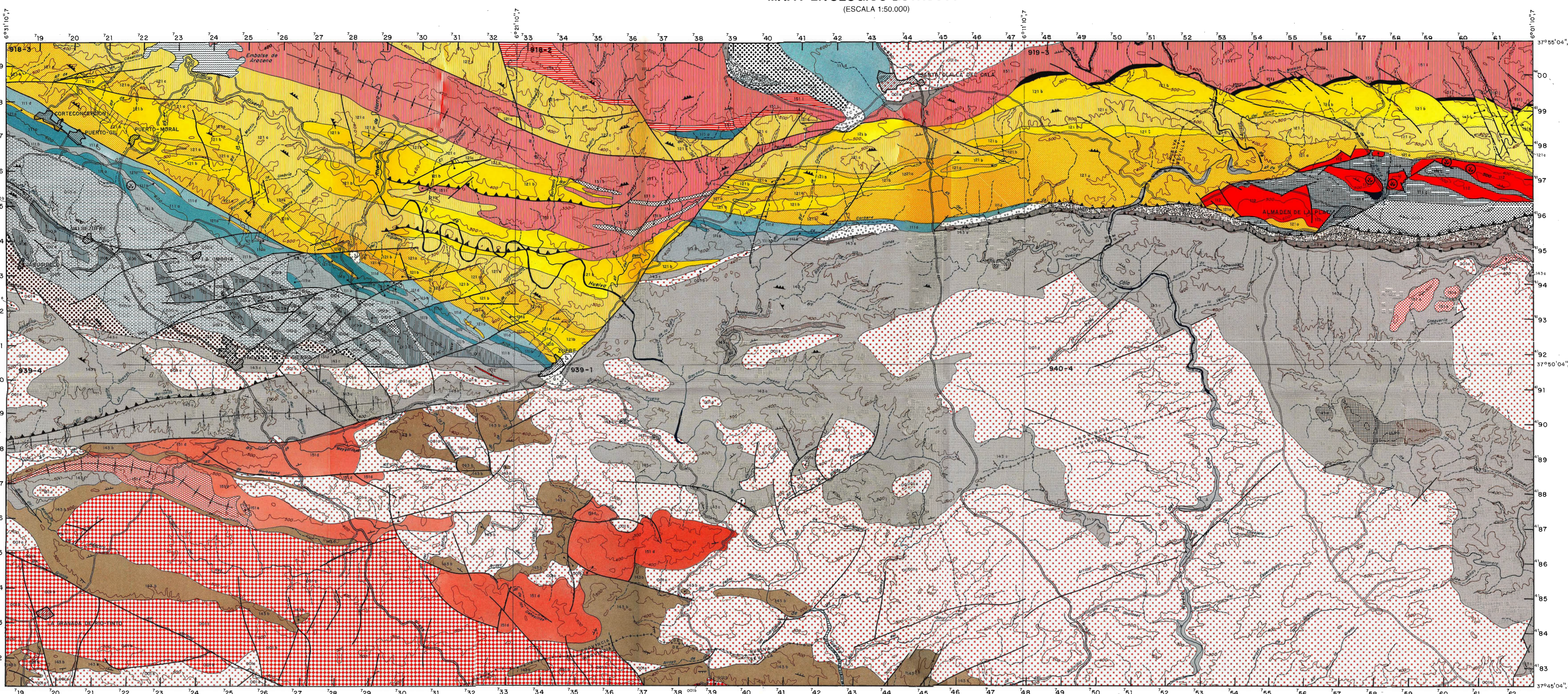
### ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA

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



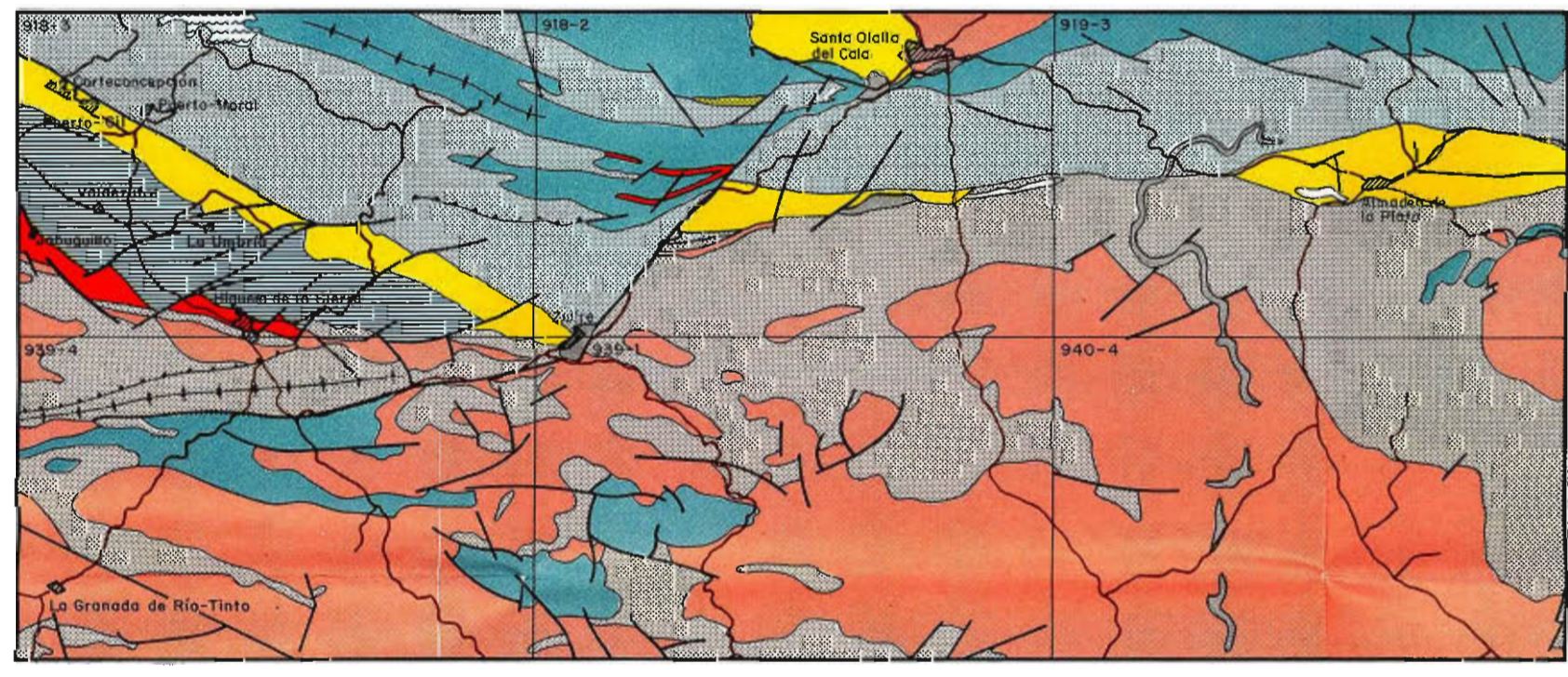
MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL

(ESCALA 1:50.000)

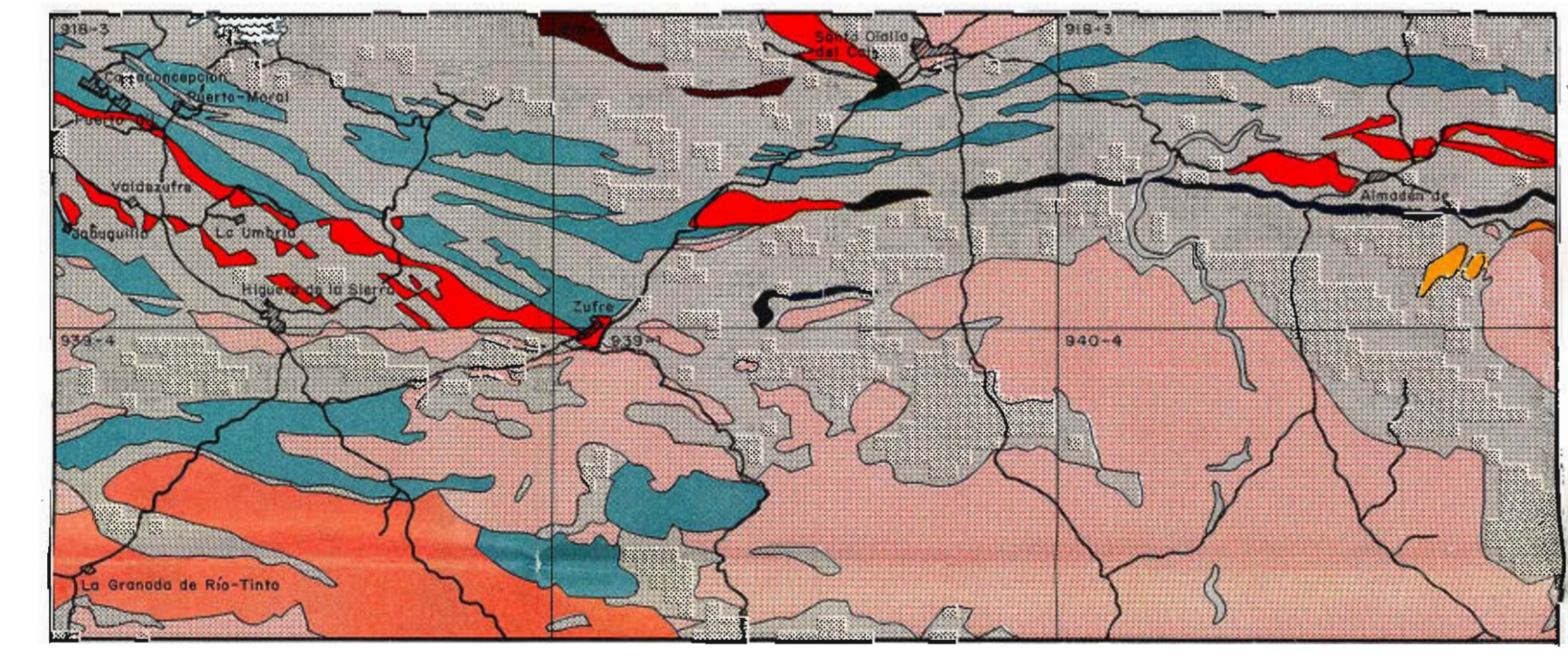


ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEGENDA
A: Taludes altos, de 20 a 40 m de altura.
M: Taludes medios, de 5 a 20 m de altura.
B: Taludes bajos, de menos de 5 m de altura.
P.a.: Potencia aproximada.

ESQUEMA GEOLOGICO (ESCALA 1:200.000)



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



LEYENDA

DEPOSITOS RECIENTES

- A: Aluvial constituido por gravas y bolos poligonicos...
B: Coluvial constituido por arenas limosas...
C: Travertino constituido por tobas calcificadas micriticas...
D: Alternancia irregular de pizarras arenosas...

GRUPOS DETRITICOS

- 151 I: Arenas de tonos claros, grano fino y textura blastosamica...
151 J: Conglomerados constituidos por cantos poligonicos...
151 K: Arenas irregulares de granos gruesos...

GRUPOS CALCAREOS

- 152 J: Calizas marmoleas, helidas y de color gris oscuro...
112: Marmoles de tonos blanquecinos y grises...
111 a: Calizas marmoleas y dolomitas grises...

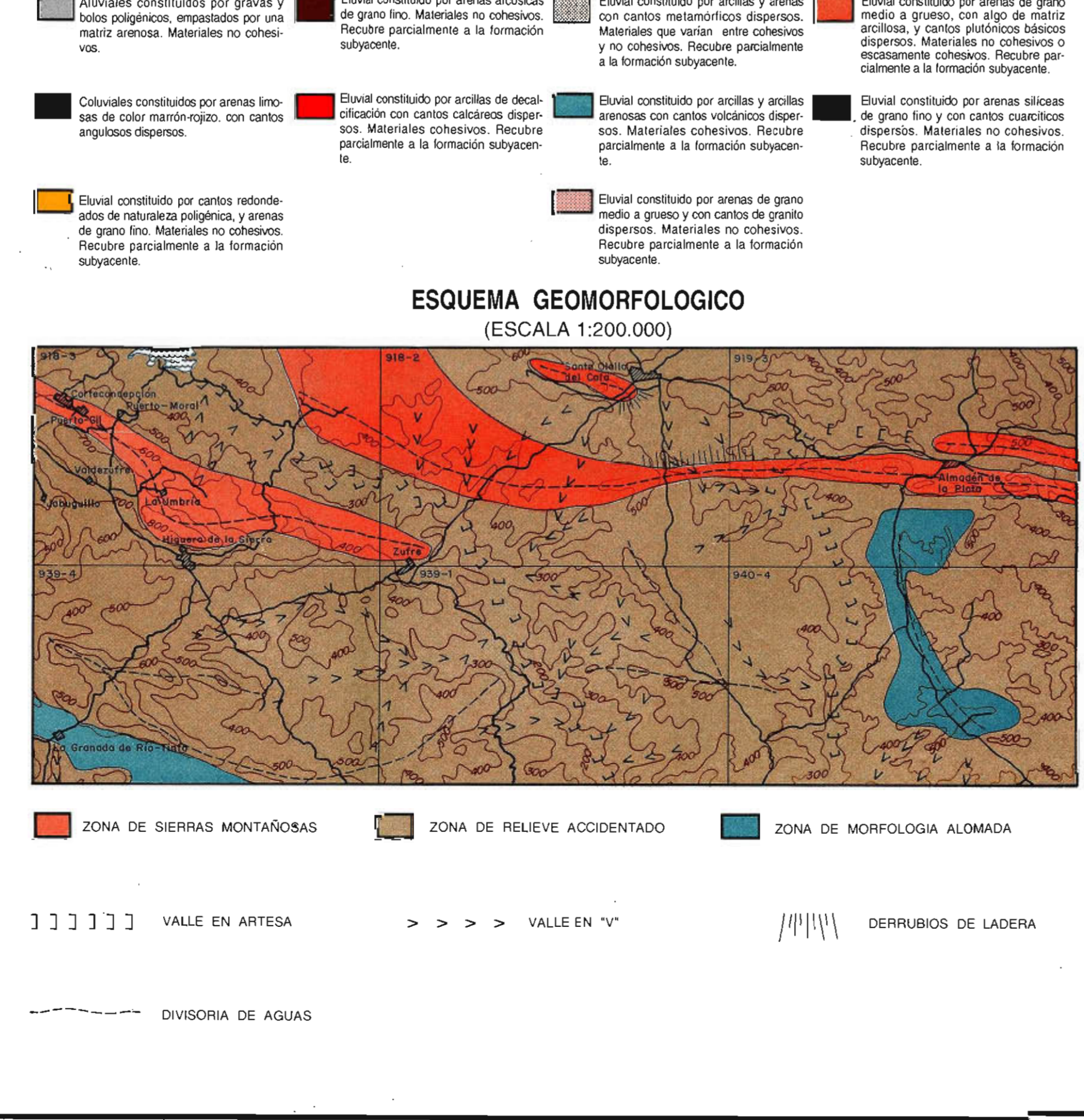
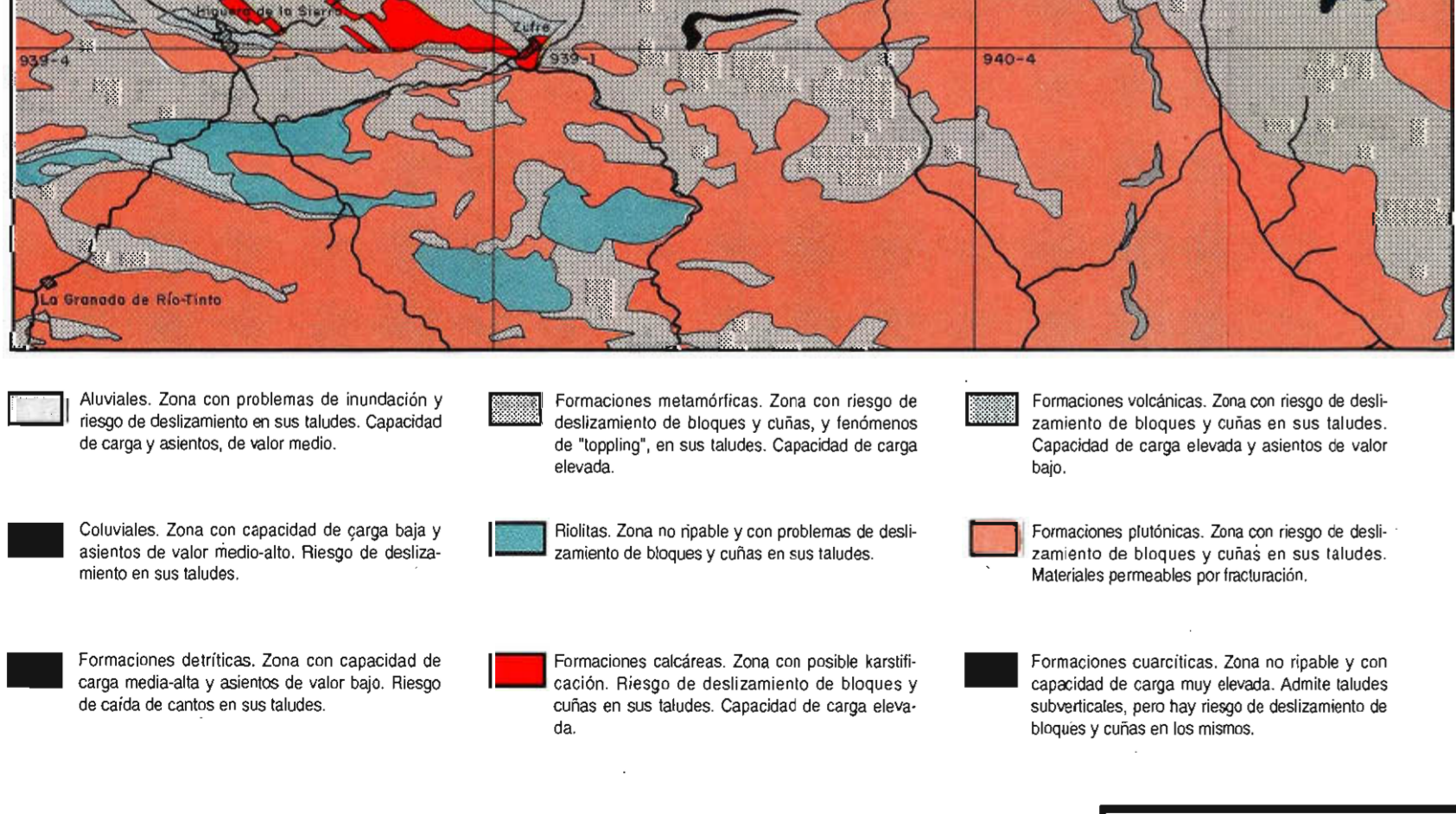
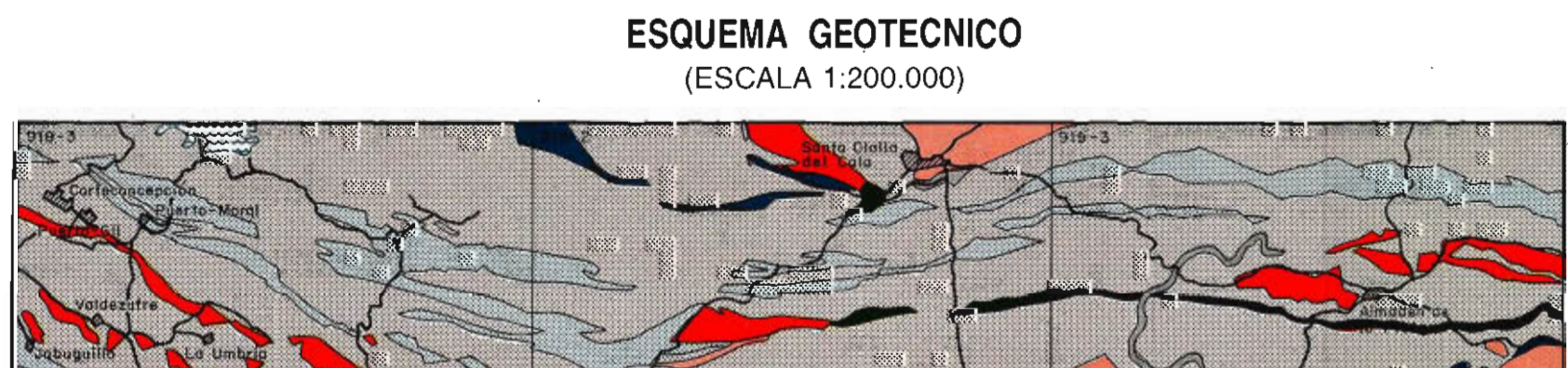
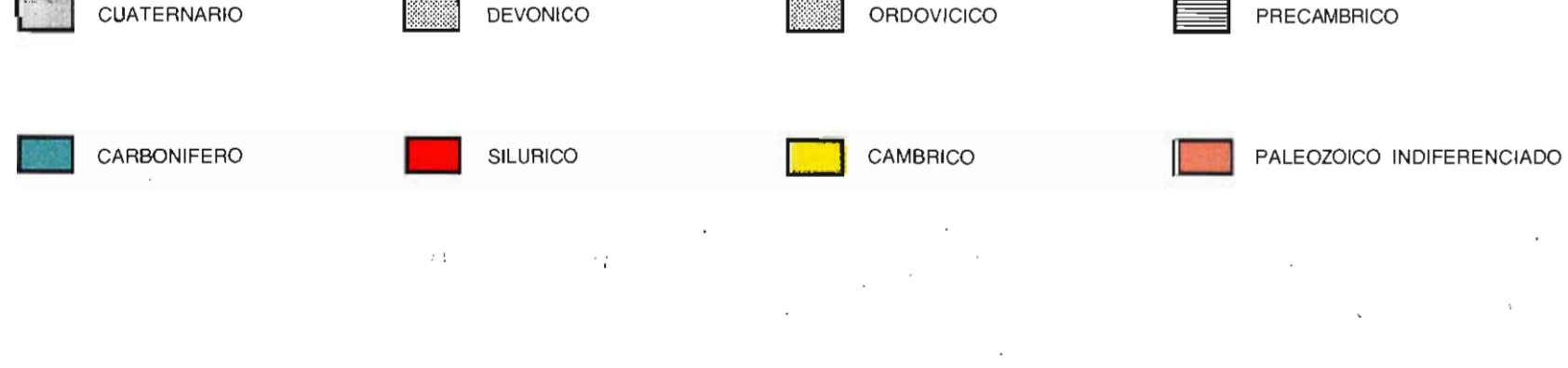
GRUPOS PLUTONICOS

- 111 b: Alternancia de calizas y dolomitas microcristalinas...
111 c: Esquistos micaceous de tonos grises...
111 f: Calcificados compactos de tonos marrones...

GRUPOS METAMORFICOS

- 111 c: Alternancia irregular de pizarras de color verde o morado...
111 c: Pizarras de tonos grises, estratificadas en niveles...

- 103 I: Alternancia irregular de pizarras de tonos marrones...
103 e: Conjunto constituido por un paquete central de cuarcitas...
103 d: Alternancia irregular de pizarras arenosas...
103 c: Alternancia irregular de pizarras verdosas...
103 b: Pizarras mosqueadas, arenosas de color gris oscuro...
103 a: Alternancia irregular de pizarras verdosas...
101 a: Esquistos micaceous de granos finos...
101 b: Esquistos micaceous de granos finos...
101 c: Esquistos micaceous de granos finos...
101 d: Alternancia irregular de metacarbones...
101 e: Alternancia irregular de metacarbones...
101 f: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 g: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 h: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 i: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 j: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 k: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 l: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 m: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 n: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 o: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 p: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 q: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 r: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 s: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 t: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 u: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 v: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 w: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 x: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 y: Esquistos micaceous de tonos grises...
101 z: Esquistos micaceous de tonos grises...







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