



estudio previo de terrenos

# Itinerario León-Burgos

Tramo: León - C. de los Condes

**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.

**DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS  
AREA DE TECNOLOGIA  
SERVICIO DE GEOTECNIA**

**ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS**

**ITINERARIO LEON - BURGOS**

**TRAMO : LEON - CARRION DE LOS CONDES**

**DICIEMBRE, 1988**

## INDICE

|  | Pág. |
|--|------|
| 1. <b>INTRODUCCION</b> .....   | 5    |
| 2. <b>CARACTERES GENERALES DEL TRAMO</b> .....                             | 9    |
| 2.1. <b>CLIMATOLOGIA</b> .....   | 9    |
| 2.2. <b>TOPOGRAFIA</b> .....   | 13   |
| 2.3. <b>GEOMORFOLOGIA</b> .....  | 14   |
| 2.4. <b>ESTRATIGRAFIA</b> .....  | 16   |
| 2.5. <b>TECTONICA</b> .....  | 16   |
| 2.6. <b>SISMICIDAD</b> .....   | 20   |
| 3. <b>ESTUDIO DE ZONAS</b> .....   | 23   |
| 3.0. <b>DIVISION DEL TRAMO EN ZONAS DE ESTUDIO</b> .....                   | 23   |
| 3.1. <b>ZONA 1: RELIEVE MODERADO</b> .....                                 | 23   |
| 3.1.1. <b>Geomorfología</b> .....  | 23   |
| 3.1.2. <b>Tectónica</b> .....  | 31   |
| 3.1.3. <b>Columna estratigráfica</b> .....                                 | 31   |
| 3.1.4. <b>Grupos litológicos</b> .....                                     | 31   |
| 3.1.5. <b>Grupos geotécnicos</b> .....                                     | 42   |
| 3.1.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....  | 42   |
| 3.2. <b>ZONA 2: RELIEVE LLANO ASOCIADO A LA RED FLUVIAL PRINCIPAL</b> .... | 43   |
| 3.2.1. <b>Geomorfología</b> .....  | 43   |
| 3.2.2. <b>Tectónica</b> .....  | 44   |
| 3.2.3. <b>Columna estratigráfica</b> .....                                 | 44   |
| 3.2.4. <b>Grupos litológicos</b> .....                                     | 50   |
| 3.2.5. <b>Grupos geotécnicos</b> .....                                     | 59   |
| 3.2.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....  | 60   |
| 3.3. <b>ZONA 3: RELIEVE SUAVE, DE ALTURA MEDIA ELEVADA</b> .....           | 61   |
| 3.3.1. <b>Geomorfología</b> .....  | 61   |
| 3.3.2. <b>Tectónica</b> .....  | 62   |
| 3.3.3. <b>Columna estratigráfica</b> .....                                 | 62   |
| 3.3.4. <b>Grupos litológicos</b> .....                                     | 62   |
| 3.3.5. <b>Grupos geotécnicos</b> .....                                     | 72   |
| 3.3.6. <b>Resumen de problemas geotécnicos que presenta la Zona</b> .....  | 72   |

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| <b>4. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO .....</b>                        | <b>75</b>   |
| 4.1. RESUMEN DE PROBLEMAS TOPOGRAFICOS .....                              | 75          |
| 4.2. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOMORFOLOGICOS .....                           | 75          |
| 4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS .....                               | 76          |
| 4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS .....                                | 79          |
| <br>  |             |
| <b>5. INFORMACION SOBRE YACIMIENTOS .....</b>                             | <b>85</b>   |
| 5.1. ALCANCE DEL ESTUDIO .....  | 85          |
| 5.2. YACIMIENTOS ROCOSOS .....  | 85          |
| 5.3. YACIMIENTOS GRANULARES .....   | 85          |
| 5.4. MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES .....                      | 87          |
| 5.5. YACIMIENTOS QUE SE RECOMIENDA ESTUDIAR CON MAS DETALLE...            | 88          |
| <br>  |             |
| <b>6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....</b>                                   | <b>91</b>   |
| <br>  |             |
| <b>7. ANEJOS .....</b>  | <b>93</b>   |
| 7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS .....  | 95          |
| 7.2. ANEJO 2: CRITERIOS UTILIZADOS EN LAS DESCRIPCIONES GEOTECNICAS ..... | 97          |

## 1. INTRODUCCION

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

El Tramo León-Carrión de los Condes (Figura 1.1) se ubica entre las provincias de Palencia, León y Valladolid, y se reparte territorialmente de la siguiente manera:

- Palencia: 23%
- León: 73%
- Valladolid: 4%

Comprende las siguientes Hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

| Nº  | Hoja                  | Cuadrantes  |
|-----|-----------------------|-------------|
| 161 | León                  | 1           |
| 162 | Gradefes              | 3 y 4       |
| 195 | Mansilla de las Mulas | 1, 2, 3 y 4 |
| 196 | Sahagún               | 2 y 3       |
| 197 | Carrión de los Condes | 3           |
| 233 | Valencia de Don Juan  | 1           |
| 234 | Villada               | 1 y 4       |
| 235 | San Cebrián de Campos | 4           |

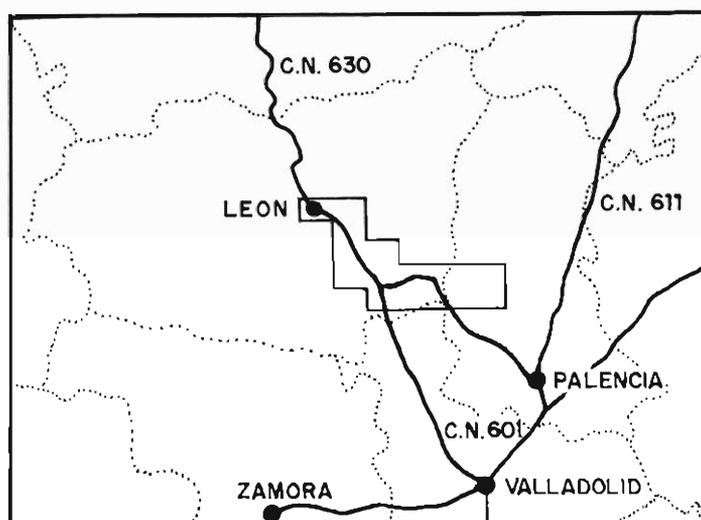


Fig. 1.1.— Esquema de situación del Tramo.

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

- Recopilación y análisis de la bibliografía existente, tanto geológica como geotécnica, de la zona de estudio o de áreas próximas.
- Estudio fotogeológico sobre fotogramas aéreos a escala aproximada 1:33.000 (vuelo americano), del área de estudio.
- Comprobación del estudio fotogeológico, corrección del mismo y toma de datos en el campo, con ayuda de fotoplanos con sus correspondientes superponibles a escala 1:25.000.
- Reducción de los superponibles a escala 1:50.000 y, partiendo de ellos, composición de un mosaico, obteniéndose los mapas litológico-estructurales, a escala 1:50.000, que forman parte de los Planos.

Lógicamente, estas fases han sido desarrolladas 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 M.O.P.U.

Esta Memoria aparece dividida en una serie de capítulos que a continuación pasamos sucintamente a describir:

- Capítulo 1: Introducción.
- Capítulo 2: recoge las características generales del Tramo estudiado.
- Capítulo 3: se realiza una división del Tramo en Zonas de estudio y un análisis pormenorizado, desde 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 granulares, y los materiales de préstamo que han sido recopilados durante la ejecución del Estudio.
- Capítulo 6: recoge la bibliografía consultada.
- Capítulo 7: recoge, mediante dos Anejos, la simbología utilizada en las columnas estratigráficas, y los criterios utilizados en las descripciones geotécnicas.

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

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

D. José Antonio Hinojosa Cabrera  
*Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos*

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

D. Jesús Martín Contreras  
*Licenciado en Ciencias Geológicas*

ECOTECNOS, 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

Con el fin de estudiar las características climáticas del Tramo León-Carrión de los Condes, se ha consultado una serie de estaciones meteorológicas que pertenecen a la red del Instituto Nacional de Meteorología. Se trata de las estaciones de Mansilla de las Mulas (Hoja 195, cuadrante 4), Sahagún (Hoja 196, cuadrante 3), Villada (Hoja 234, cuadrante 1), Joarilla de las Matas (Hoja 234, cuadrante 4) y Cervatos de la Cueva (Hoja 235, cuadrante 4). La elección de estas estaciones ha estado condicionada por el hecho de ser las que abarcan mayores períodos de tiempo, a la vez que son las únicas estaciones que, pertenecientes al Tramo, están a disposición del público, por hallarse las restantes en tratamiento informático.

Según los datos aportados por dichas estaciones meteorológicas, el Tramo León-Carrión de los Condes presenta una pluviometría media anual de 419,80 mm, sensiblemente inferior a la media nacional. Son los meses de Enero, Febrero, Mayo y Noviembre los más lluviosos, y Marzo, Julio, Agosto y Septiembre, los más secos.

Las precipitaciones recogidas por las distintas estaciones meteorológicas son relativamente semejantes, presentándose la máxima diferencia entre las estaciones de Mansilla de las Mulas, que registra la mínima con 361,50 mm, y Cervatos de la Cueva, que con 479,00 mm registra la máxima, siendo ésta última la estación que está situada a mayor cota topográfica.

Las precipitaciones en forma de nieve se suceden durante el período de Noviembre a Mayo, repartiéndose similarmente en todas las estaciones consultadas.

Las nieblas, aunque aparecen a lo largo de todo el año, se hacen más patentes en los meses de Noviembre, Diciembre y Enero, siendo la zona de Joarilla de las Matas la que presenta mayor número de días de niebla. Una característica importante de estas nieblas es que suelen ser bastante sostenidas.

Los días de escarcha se reparten irregularmente según las estaciones consultadas; así, en las zonas de Villada y Sahagún la escarcha aparece durante todos los meses del año, a excepción del mes de Agosto en la segunda zona mencionada, mientras que en las demás estaciones meteorológicas la escarcha no hace acto de presencia durante los meses de verano, o incluso durante períodos más prolongados, tal y como se observa en la estación de Mansilla de las Mulas.

En cuanto a las temperaturas se refiere, no ha podido realizarse un seguimiento detallado de las mismas, ya que, desgraciadamente, las estaciones meteorológicas consultadas son solamente pluviométricas.

De forma general, y en base a datos consultados en distintas publicaciones, el clima de la Cuenca del Duero es de tipo continental, con inviernos muy fríos y prolongados. La temperatura media invernal es de 5º C en los meses de Diciembre, Enero y Febrero, y de 20º a 22º C en los meses más calurosos. A pesar de estas temperaturas medias, la mínima puede alcanzar los 18º y 20º C bajo cero, y la máxima alrededor de 34º C, dando esto una idea de lo acentuadas que son las oscilaciones diurnas (del orden de 16º C).

En toda la región son temidos los períodos de heladas por la larga duración de tiempo que alcanzan, ya que son frecuentes desde los meses de Noviembre a Mayo.

A continuación se muestran, en los cuadros numerados del 1 al 5, los datos medios de las estaciones pluviométricas consultadas.

| PRECIPITACION (en mm) |       |        |                 |        | NUMERO DE DIAS DE |       |         |          |        |       |          |                                |
|-----------------------|-------|--------|-----------------|--------|-------------------|-------|---------|----------|--------|-------|----------|--------------------------------|
| MES                   | MEDIA | MAXIMA | MAXIMA<br>24 H. | MINIMA | LLUVIA            | NIEVE | GRANIZO | TORMENTA | NIEBLA | ROCIO | ESCARCHA | NIEVE<br>CUBRIENDO<br>EL SUELO |
| ENERO                 | 47.6  | 135.8  | 32.5            | 11.5   | 4.6               | 1.6   | 0.0     | 0.0      | 3.8    | 0.0   | 0.1      | 1.0                            |
| FEBR.                 | 37.4  | 114.5  | 32.5            | 7.0    | 3.8               | 1.0   | 0.0     | 0.0      | 0.4    | 0.0   | 0.0      | 1.0                            |
| MARZO                 | 17.3  | 48.2   | 14.0            | 6.0    | 3.1               | 0.6   | 0.4     | 0.0      | 0.4    | 0.0   | 0.3      | 0.3                            |
| ABRIL                 | 30.9  | 83.9   | 32.3            | 1.5    | 4.0               | 0.3   | 0.3     | 0.6      | 0.1    | 0.0   | 0.0      | 0.0                            |
| MAYO                  | 47.5  | 102.6  | 30.6            | 15.7   | 6.6               | 0.0   | 0.2     | 0.8      | 0.2    | 0.0   | 0.3      | 0.1                            |
| JUNIO                 | 31.8  | 59.8   | 29.0            | lp.    | 4.5               | 0.0   | 0.0     | 1.6      | 0.0    | 0.0   | 0.0      | 0.0                            |
| JULIO                 | 21.0  | 98.0   | 53.0            | 0.0    | 3.0               | 0.0   | 0.0     | 2.4      | 0.1    | 0.0   | 0.0      | 0.0                            |
| AGOS.                 | 15.9  | 39.5   | 20.0            | 0.0    | 2.8               | 0.0   | 0.0     | 1.5      | 0.0    | 0.0   | 0.0      | 0.0                            |
| SEPT.                 | 21.2  | 75.0   | 37.0            | 2.0    | 3.3               | 0.0   | 0.0     | 0.4      | 0.0    | 0.0   | 0.0      | 0.3                            |
| OCT.                  | 35.9  | 84.3   | 45.0            | lp.    | 4.2               | 0.0   | 0.0     | 0.1      | 0.5    | 0.0   | 0.0      | 0.0                            |
| NOV.                  | 27.2  | 66.1   | 35.0            | lp.    | 3.9               | 0.5   | 0.0     | 0.1      | 1.6    | 0.0   | 0.0      | 0.2                            |
| DIC.                  | 27.8  | 115.1  | 26.2            | 0.0    | 3.6               | 1.2   | 0.0     | 0.0      | 3.7    | 0.0   | 1.5      | 0.5                            |
| ANUAL                 | 361.5 | 1022.8 | 53.0            | 43.7   | 47.4              | 5.2   | 0.9     | 7.5      | 10.8   | 0.0   | 2.2      | 3.4                            |

lp. = Inapreciable.

Cuadro 1.— Datos de precipitaciones del año medio (período 1967-1980), correspondiente a la estación pluviométrica de Mansilla de las Mulas (León).

| PRECIPITACION (en mm) |       |        |                 |        | NUMERO DE DIAS DE |       |         |          |        |       |          |                                |
|-----------------------|-------|--------|-----------------|--------|-------------------|-------|---------|----------|--------|-------|----------|--------------------------------|
| MES                   | MEDIA | MAXIMA | MAXIMA<br>24 H. | MINIMA | LLUVIA            | NIEVE | GRANIZO | TORMENTA | NIEBLA | ROCIO | ESCARCHA | NIEVE<br>CUBRIENDO<br>EL SUELO |
| ENERO                 | 43.0  | 159.9  | 32.4            | 0.0    | 6.4               | 1.6   | 1.6     | 0.1      | 5.3    | 0.2   | 13.4     | 0.6                            |
| FEBR.                 | 46.4  | 133.0  | 38.4            | 0.7    | 7.1               | 1.7   | 1.7     | 0.1      | 1.8    | 0.0   | 10.6     | 0.5                            |
| MARZO                 | 24.5  | 122.7  | 26.8            | lp.    | 5.2               | 0.7   | 0.7     | 0.1      | 0.9    | 2.0   | 10.0     | 0.2                            |
| ABRIL                 | 39.3  | 109.0  | 37.7            | 0.5    | 7.0               | 0.3   | 0.3     | 0.6      | 0.3    | 1.9   | 5.7      | 0.1                            |
| MAYO                  | 50.3  | 81.8   | 30.4            | 28.2   | 9.4               | 0.1   | 0.1     | 1.9      | 0.3    | 2.7   | 1.8      | 0.0                            |
| JUNIO                 | 39.3  | 104.3  | 48.5            | 3.5    | 5.9               | 0.0   | 0.0     | 2.3      | 0.0    | 1.0   | 0.1      | 0.0                            |
| JULIO                 | 17.5  | 43.1   | 23.5            | 0.0    | 3.0               | 0.0   | 0.0     | 2.6      | 0.1    | 0.9   | 0.1      | 0.0                            |
| AGOS.                 | 16.0  | 72.2   | 44.1            | 0.0    | 3.1               | 0.0   | 0.0     | 1.9      | 0.1    | 1.2   | 0.0      | 0.0                            |
| SEPT.                 | 26.4  | 90.9   | 39.8            | 0.0    | 4.3               | 0.0   | 0.0     | 1.0      | 0.2    | 1.6   | 1.0      | 0.0                            |
| OCT.                  | 27.3  | 135.5  | 31.8            | 0.2    | 5.7               | 0.0   | 0.0     | 0.3      | 1.2    | 4.2   | 5.3      | 0.0                            |
| NOV.                  | 42.3  | 154.0  | 59.5            | lp.    | 7.5               | 0.7   | 0.7     | 0.0      | 2.3    | 1.9   | 8.5      | 0.0                            |
| DIC.                  | 40.2  | 136.7  | 41.1            | 0.0    | 6.3               | 1.3   | 1.3     | 0.0      | 4.0    | 0.7   | 12.0     | 0.5                            |
| ANUAL                 | 412.5 | 1342.1 | 59.5            | 33.1   | 70.9              | 6.4   | 3.1     | 10.9     | 16.5   | 18.3  | 68.5     | 1.9                            |

lp. = Inapreciable.

Cuadro 2.— Datos de precipitaciones del año medio (período 1967-1985), correspondiente a la estación pluviométrica de Sahagún (León).

| PRECIPITACION (en mm) |       |        |                 |        | NUMERO DE DIAS DE |       |         |          |        |       |          |                                |
|-----------------------|-------|--------|-----------------|--------|-------------------|-------|---------|----------|--------|-------|----------|--------------------------------|
| MES                   | MEDIA | MAXIMA | MAXIMA<br>24 H. | MINIMA | LLUVIA            | NIEVE | GRANIZO | TORMENTA | NIEBLA | ROCIO | ESCARCHA | NIEVE<br>CUBRIENDO<br>EL SUELO |
| ENERO                 | 39.6  | 140.5  | 22.0            | lp.    | 6.2               | 2.0   | 0.0     | 0.1      | 5.7    | 0.7   | 22.8     | 1.2                            |
| FEBR.                 | 40.4  | 115.7  | 26.8            | 0.0    | 5.8               | 1.0   | 0.1     | 0.0      | 2.2    | 0.6   | 20.3     | 0.3                            |
| MARZO                 | 25.7  | 84.0   | 26.3            | 2.0    | 4.8               | 0.5   | 0.0     | 0.0      | 1.3    | 1.6   | 25.1     | 0.1                            |
| ABRIL                 | 38.3  | 122.6  | 24.2            | 0.0    | 6.6               | 0.3   | 0.2     | 0.4      | 0.2    | 2.9   | 20.5     | 0.1                            |
| MAYO                  | 45.9  | 87.0   | 22.0            | 14.0   | 8.0               | 0.1   | 0.2     | 0.5      | 0.2    | 5.2   | 13.7     | 0.0                            |
| JUNIO                 | 39.1  | 107.1  | 32.3            | 8.4    | 5.6               | 0.0   | 0.0     | 1.3      | 0.1    | 8.2   | 4.9      | 0.0                            |
| JULIO                 | 22.5  | 148.1  | 70.2            | 0.0    | 2.9               | 0.0   | 0.0     | 1.3      | 0.0    | 6.4   | 3.2      | 0.0                            |
| AGOS.                 | 14.0  | 44.3   | 36.5            | 0.0    | 2.7               | 0.0   | 0.1     | 0.8      | 0.3    | 6.3   | 4.3      | 0.0                            |
| SEPT.                 | 22.0  | 79.9   | 30.8            | 0.0    | 3.2               | 0.0   | 0.0     | 0.3      | 0.3    | 11.2  | 12.3     | 0.0                            |
| OCT.                  | 34.4  | 147.9  | 35.5            | 2.3    | 5.0               | 0.0   | 0.0     | 0.1      | 2.3    | 8.0   | 15.9     | 0.0                            |
| NOV.                  | 43.3  | 162.2  | 54.8            | 0.0    | 6.2               | 0.4   | 0.0     | 0.0      | 3.6    | 2.8   | 20.3     | 0.1                            |
| DIC.                  | 37.5  | 121.3  | 38.2            | 0.0    | 6.1               | 0.7   | 0.0     | 0.0      | 6.2    | 1.6   | 22.1     | 0.6                            |
| ANUAL                 | 402.7 | 1365.6 | 70.2            | 26.7   | 68.1              | 5.0   | 0.6     | 4.8      | 22.4   | 55.5  | 185.4    | 2.4                            |

lp. = Inapreciable.

Cuadro 3.— Datos de precipitaciones del año medio (período 1967-1985), correspondiente a la estación pluviométrica de Villada (Palencia).

| PRECIPITACION (en mm) |       |        |                 |        | NUMERO DE DIAS DE |       |         |          |        |       |          |                                |
|-----------------------|-------|--------|-----------------|--------|-------------------|-------|---------|----------|--------|-------|----------|--------------------------------|
| MES                   | MEDIA | MAXIMA | MAXIMA<br>24 H. | MINIMA | LLUVIA            | NIEVE | GRANIZO | TORMENTA | NIEBLA | ROCIO | ESCARCHA | NIEVE<br>CUBRIENDO<br>EL SUELO |
| ENERO                 | 45.0  | 173.6  | 47.2            | lp.    | 7.2               | 1.7   | 0.0     | 0.0      | 5.4    | 10.5  | 15.7     | 2.6                            |
| FEBR.                 | 48.7  | 139.0  | 101.3           | 5.1    | 7.4               | 1.5   | 0.4     | 0.0      | 2.0    | 11.0  | 14.5     | 0.8                            |
| MARZO                 | 25.2  | 97.8   | 97.8            | 1.8    | 5.7               | 1.4   | 0.8     | 0.2      | 2.1    | 13.8  | 17.3     | 0.1                            |
| ABRIL                 | 42.7  | 104.5  | 61.7            | 7.8    | 7.9               | 0.4   | 0.4     | 0.9      | 0.6    | 17.5  | 10.5     | 0.1                            |
| MAYO                  | 53.6  | 103.5  | 62.1            | 27.9   | 10.1              | 0.2   | 0.5     | 2.0      | 0.9    | 19.0  | 3.6      | 0.1                            |
| JUNIO                 | 38.9  | 103.8  | 75.6            | 3.6    | 6.7               | 0.0   | 0.0     | 3.5      | 0.9    | 18.3  | 0.3      | 0.0                            |
| JULIO                 | 18.7  | 125.5  | 35.1            | 0.0    | 3.1               | 0.0   | 0.3     | 2.9      | 0.4    | 10.9  | 0.0      | 0.0                            |
| AGOS.                 | 19.5  | 81.3   | 43.6            | 0.0    | 3.1               | 0.0   | 0.2     | 2.4      | 0.3    | 10.2  | 0.0      | 0.0                            |
| SEPT.                 | 26.1  | 72.3   | 69.2            | 0.0    | 4.5               | 0.0   | 0.0     | 1.1      | 0.6    | 11.2  | 0.0      | 0.0                            |
| OCT.                  | 38.9  | 110.1  | 50.6            | lp.    | 5.4               | 0.0   | 0.1     | 0.2      | 2.0    | 15.6  | 5.0      | 0.0                            |
| NOV.                  | 48.3  | 158.3  | 85.9            | lp.    | 6.2               | 0.6   | 0.2     | 0.1      | 3.8    | 13.8  | 12.5     | 0.0                            |
| DIC.                  | 37.6  | 125.3  | 33.4            | 2.2    | 6.2               | 1.3   | 0.1     | 0.1      | 6.2    | 10.9  | 14.4     | 0.9                            |
| ANUAL                 | 443.2 | 1395.0 | 101.3           | 48.4   | 73.5              | 7.1   | 3.0     | 13.4     | 25.2   | 167.7 | 93.8     | 4.6                            |

lp. = Inapreciable.

Cuadro 4.— Datos de precipitaciones del año medio (período 1967-1985), correspondiente a la estación pluviométrica de Joarilla de las Matas (León).

| PRECIPITACION (en mm) |       |        |                 |        | NUMERO DE DIAS DE |       |         |          |        |       |          |                                |
|-----------------------|-------|--------|-----------------|--------|-------------------|-------|---------|----------|--------|-------|----------|--------------------------------|
| MES                   | MEDIA | MAXIMA | MAXIMA<br>24 H. | MINIMA | LLUVIA            | NIEVE | GRANIZO | TORMENTA | NIEBLA | ROCIO | ESCARCHA | NIEVE<br>CUBRIENDO<br>EL SUELO |
| ENERO                 | 48.9  | 225.7  | 42.2            | 0.0    | 6.2               | 1.5   | 0.0     | 0.1      | 6.8    | 0.0   | 13.0     | 1.1                            |
| FEBR.                 | 47.2  | 131.0  | 30.0            | 2.0    | 6.2               | 1.6   | 0.1     | 0.2      | 2.8    | 0.0   | 12.0     | 0.7                            |
| MARZO                 | 33.1  | 107.9  | 34.0            | 2.0    | 5.6               | 1.0   | 0.6     | 0.3      | 2.3    | 0.0   | 10.3     | 0.2                            |
| ABRIL                 | 50.7  | 136.5  | 32.9            | 0.3    | 7.2               | 0.4   | 0.3     | 1.1      | 0.9    | 0.2   | 4.4      | 0.3                            |
| MAYO                  | 61.5  | 116.9  | 29.5            | 28.8   | 9.6               | 0.1   | 0.0     | 2.7      | 0.8    | 0.1   | 0.6      | 0.0                            |
| JUNIO                 | 43.2  | 96.9   | 36.3            | 6.6    | 5.9               | 0.0   | 0.0     | 3.2      | 0.7    | 0.0   | 0.0      | 0.0                            |
| JULIO                 | 19.9  | 105.5  | 35.5            | 0.0    | 3.0               | 0.0   | 0.0     | 3.9      | 0.4    | 0.1   | 0.0      | 0.0                            |
| AGOS.                 | 21.1  | 60.9   | 26.4            | 0.0    | 3.0               | 0.0   | 0.1     | 2.5      | 0.7    | 0.2   | 0.0      | 0.0                            |
| SEPT.                 | 19.2  | 81.9   | 58.1            | lp.    | 4.2               | 0.0   | 0.0     | 1.1      | 1.2    | 0.0   | 0.1      | 0.0                            |
| OCT.                  | 34.3  | 116.1  | 37.6            | 1.2    | 5.3               | 0.0   | 0.0     | 0.3      | 2.3    | 0.0   | 1.3      | 0.2                            |
| NOV.                  | 51.8  | 173.4  | 60.5            | lp.    | 6.8               | 0.8   | 0.0     | 0.0      | 4.7    | 0.0   | 8.3      | 0.5                            |
| DIC.                  | 48.1  | 145.9  | 32.5            | 2.3    | 6.4               | 0.1   | 0.0     | 0.1      | 6.7    | 0.0   | 12.6     | 2.8                            |
| ANUAL                 | 479.0 | 1498.6 | 60.5            | 43.2   | 69.9              | 6.5   | 1.6     | 15.5     | 30.3   | 0.6   | 62.6     | 3.0                            |

lp. = Inapreciable.

Cuadro 5.— Datos de precipitaciones del año medio (período 1967-1985), correspondiente a la estación pluviométrica de Cervatos de la Cueva (Palencia).

## 2.2. TOPOGRAFIA

El Tramo León-Carrión de los Condes está situado en el sector noroccidental de la Cuenca del Duero, y se caracteriza por tener un relieve relativamente homogéneo, una altitud media elevada y por la ausencia de accidentes topográficos importantes.

A pesar de esta homogeneidad topográfica, se han distinguido, a lo largo del Tramo, una serie de zonas o unidades, definidas cada una de ellas por sus características topográficas. Estas son las siguientes:

I) Al Noroeste, Oeste y Este del área de estudio, aparece una zona que se caracteriza por presentar un relieve ondulado constituido por una sucesión de cerros, colinas y altiplanicies. Esta zona se desarrolla entre las cotas de 1.040 m, que se alcanzan en su sector noroccidental y son las mayores de todo el Tramo, y los 770 m que se localizan al Sur de la misma.

Los desniveles topográficos más importantes, que pueden ser de hasta 100 m, se sitúan en su sector noroccidental, y son debidos, más que a su relativa elevada altura, a la acción erosiva de los ríos principales que han excavado profundos valles. El resto de la zona no presenta contrastes topográficos importantes, a excepción de algunos cerros y valles aislados.

II) Al Noroeste, Oeste, centro y sector más oriental del área de estudio, aparece una zona de topografía llana, formada por amplias planicies de pendientes muy suaves y dispuestas en sucesivos rellanos escalonados. Esta zona se dispone en los valles y en las zonas próximas a las márgenes de los ríos que constituyen, generalmente, la red principal, y se desarrolla entre las cotas de 770 m y 907 m aproximadamente.

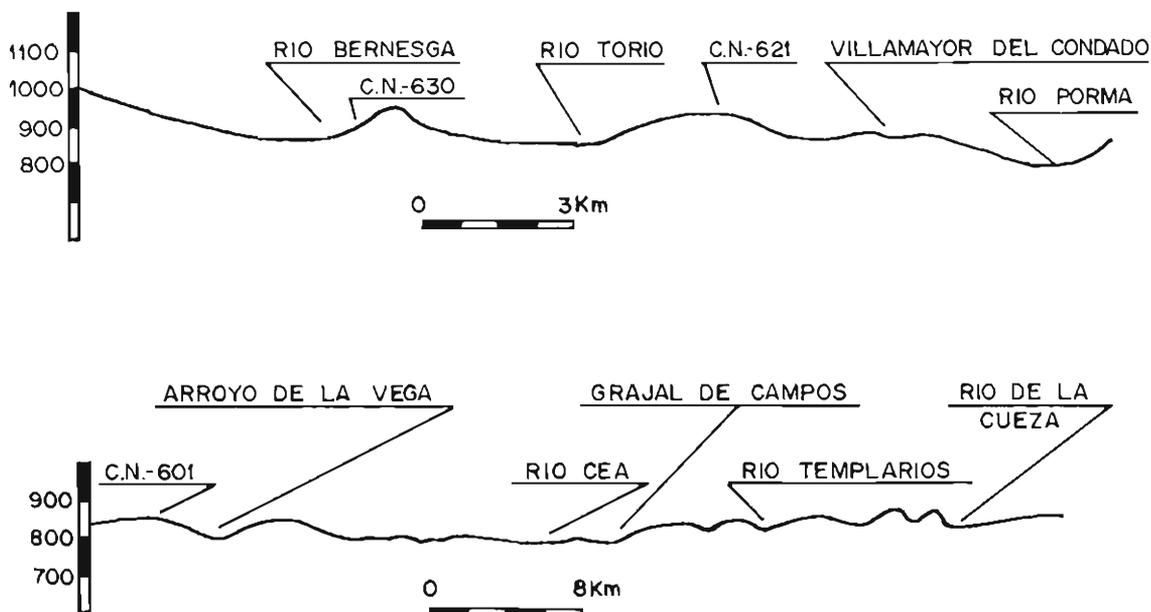


Fig. 2.1.— Perfiles topográficos representativos del Tramo.

III) En la zona centro-occidental del Tramo, y limitada por las dos zonas anteriormente descritas, aparece una amplia llanura ligeramente ondulada que se caracteriza por tener una topografía suave y una altura media relativamente elevada (840 m aproximadamente). No presenta desniveles topográficos importantes, y está interrumpida solamente por la presencia de algún cerro tabular y por arroyos que pertenecen a la red de menor orden, los cuales discurren por valles poco profundos generalmente.

En la figura 2.1 se muestran dos perfiles topográficos en los que se recogen los contrastes topográficos existentes en el Tramo de estudio.

### 2.3. GEOMORFOLOGIA

A escala regional, la Cuenca del Duero se caracteriza geomorfológicamente por ser una amplia meseta de altitud media elevada, 700 m sobre el nivel del mar, sin grandes accidentes geográficos y con un relieve alomado, donde los ríos han excavado amplios valles que separan zonas de páramo de aspecto tabular. Esta morfología típica de la Cuenca está fuertemente condicionada por su tectónica y composición litológica.

El Tramo objeto de estudio presenta la particularidad de estar constituido por una serie de materiales de composición litológica muy uniforme (mayoritariamente arcillosa) que ofrecen una escasa resistencia frente a los distintos agentes de la erosión. Este hecho determina que la morfología del Tramo esté fuertemente condicionada por la acción de los ríos, que son los agentes erosivos que actúan con mayor intensidad en esta región, y por la tectónica regional, ya que hay que tener en cuenta que en la mayoría de los casos la distribución y forma de la red fluvial obedece a accidentes estructurales del zócalo.

Dentro del Tramo de estudio, se han distinguido tres zonas con unas características geomorfológicas bien definidas, que a continuación pasamos a señalar:

I) **Zona de Relieve Moderado.** Se sitúa al Noroeste, Oeste y Este del Tramo, y se caracteriza por presentar un relieve alomado con dos dominios geomorfológicos diferentes. El primero de ellos corresponde a su sector noroccidental, y muestra un relieve fuertemente alomado, constituido por mesas y cerros-testigo de aspecto tabular que se hallan seccionados por arroyos que discurren por valles poco profundos.

La acción de los ríos y de los arroyos sobre los materiales arcillosos de esta área ha condicionado la aparición de dos tipos de pendientes en las vertientes: en los tramos superiores de las mismas predominan las pendientes medias o fuertes, en las que resaltan, a modo de escalones, las intercalaciones de los estratos duros cementados, y en los tramos inferiores de las vertientes son frecuentes las pendientes suaves labradas en los materiales arcillosos, las cuales enlazan las zonas de «cuesta» con los fondos de los valles.

Es frecuente que en las cimas de los cerros tabulares aparezcan depósitos de «raña» que aún no han sido desmantelados por la erosión.

El resto de esta Zona muestra un paisaje monótono y suavemente alomado, roto por la presencia de mesas y colinas de escasa entidad. Los ríos y arroyos que la recorren pertenecen a la red de menor orden, y han excavado valles de escaso desarrollo, generalmente.

Del mismo modo que en el caso anterior, el modelado más importante del relieve en esta segunda área corresponde a la acción fluvial, lo que unido a la naturaleza fundamentalmente arcillosa de los materiales, ha configurado un relieve uniforme y redondeado, con predominio de pendientes bajas y presencia de amplios valles de fondo plano.

**II) Zona Llana Asociada a la Red Fluvial Principal.** Se distribuye al Noroeste, Centro y sector más oriental del Tramo, y corresponde a los valles aluviales y terrazas cuaternarias de los ríos, generalmente principales, del Tramo. La morfología de esta Zona es llana, y está configurada por amplias planicies horizontales o con pendientes muy suaves hacia el río y hacia aguas abajo, distribuidas paralelamente al río y dispuestas escalonadamente en dirección transversal al mismo.

Los escalones que unen las distintas planicies aparecen altamente degradados y con pendientes muy suaves, y unas veces, en ellos, aflora la serie detrítica terciaria, y en otras están recubiertos por coluviones de cantos, poco potentes, y procedentes de los niveles de terrazas.

La morfología que presenta esta Zona se debe exclusivamente a la acción de la red fluvial, y se ha originado a consecuencia de los distintos ciclos de erosión y sedimentación que se han producido en los ríos, así como a los cambios y divagaciones que han sufrido sus cursos.

Los materiales que constituyen las terrazas son, si no están cementados, fácilmente erosionables, y este es el motivo por el que dichas terrazas suelen aparecer bastante degradadas, fundamentalmente por la erosión de los escalones que hay entre ellas y por la instalación de arroyos y aguas de arroyada en sus superficies.

**III) Zona de Relieve Suave y de Altura Media Elevada.** Está situada en el sector centro-occidental del Tramo, y corresponde a una superficie de erosión pliocena en la que se han depositado gravas con matriz limo-arenosa (depósitos de «raña»). Geomorfológicamente se caracteriza por ser una llanura ligeramente alomada, convexa y con una altura máxima de 870 m que se alcanza en su extremo noroeste.

El agente modelador del terreno más importante de esta Zona corresponde a los cursos de agua que la surcan, los cuales pertenecen a la red de menor orden, y se caracterizan porque muchos de ellos están encajados en los valles asimétricos, en forma de artesa, donde afloran los materiales detríticos terciarios. Hacia sus bordes Sur y Sureste, el relieve se hace más alomado, a consecuencia de una incisión más activa de los cursos de agua.

Esta Zona evoluciona hacia la formación de una llanura excavada en los materiales terciarios, de morfología suavemente alomada, con mesetas y cerros-testigo aislados, en cuyas cimas quedarán retazos de los depósitos de «raña» que no hayan sido desmantelados por la erosión.

En la figura 2.2 se encuentran representadas esquemáticamente las zonas descritas.

## 2.4. ESTRATIGRAFIA

En el presente apartado se señalan de un modo sucinto las distintas litologías de los materiales que configuran el área de estudio, así como su inserción dentro de la columna estratigráfica general del Tramo. Para ello se seguirá una ordenación temporal desde los más antiguos a los más modernos.

Todos los materiales que aparecen en este Estudio son relativamente modernos, ya que hay que tener en cuenta que la Cuenca del Duero tiene una historia geológica reciente.

Los materiales más antiguos que aparecen son de edad terciaria, y litológicamente están constituidos por arcillas ocreas algo arenosas, con intercalaciones alternantes de niveles de escaso espesor de areniscas, arenas, conglomerados y calizas arcillosas, configurando lo que se denomina <Facies Tierra de Campos>. Sobre esta unidad, y en concordancia con ella, se halla una segunda unidad, que se caracteriza por estar constituida por arcillas ocreas ligeramente arenosas, con intercalaciones de areniscas y lentejones de gravas cuarcíticas con matriz arcillolimosa. Estos materiales son de edad miocena; y más concretamente, del Vindoboniense Inferior-Superior, las facies <Tierra de Campos>, y del Vindoboniense Superior-Pontiense, la unidad superior.

El Plio-cuaternario está representado por depósitos tipo «raña», constituidos por gravas cuarcíticas redondeadas y subredondeadas, empastadas por una matriz limo-arenosa de color ocre y rojizo. Estos depósitos se presentan en amplias extensiones recubriendo llanuras de topografía elevada, o bien, instalados en la cima llana de algunos cerros y mesetas.

El Cuaternario tiene una amplia representación dentro del área de estudio, y está constituido por materiales de muy diverso origen. Asociados a los cursos fluviales se encuentran depósitos aluviales y de terrazas, mientras que en las demás áreas, y al pie de ciertos relieves montañosos, predominan los depósitos coluviales. Raramente y de forma esporádica aparecen conos de deyección y glaciares. En cuanto a su composición litológica no presentan una gran variedad, y están constituidos fundamentalmente por gravas cuarcíticas empastadas por una matriz limo-arenosa, y por limos ocreos con cantos dispersos de cuarcita.

En la figura 2.3 se representa de forma esquemática la columna estratigráfica general del Tramo.

## 2.5. TECTONICA

Desde el punto de vista tectónico, el Tramo León-Carrión de los Condes se caracteriza por presentar un marcado carácter atectónico, siendo la cualidad más reseñable la disposición horizontal o subhorizontal que presentan los materiales aflorantes en todo el Tramo. Este hecho se debe a la reciente historia geológica de la Cuenca del río Duero, que comienza a formarse a finales del Cretácico y comienzos del Paleoceno como consecuencia de la Orogenia Alpina. Los materiales del Mioceno Medio-Superior no han sufrido prácticamente deformación.

Desde el punto de vista regional, se puede indicar que en el borde norte de la Cuenca (Cordillera Cantábrica), la estructura del Paleógeno está ligada a la del Cretácico y Paleoceno más inferior, sobre los que se apoya discordantemente. Esta discordancia es de tipo cartográfico (discordancia que se observa al realizar

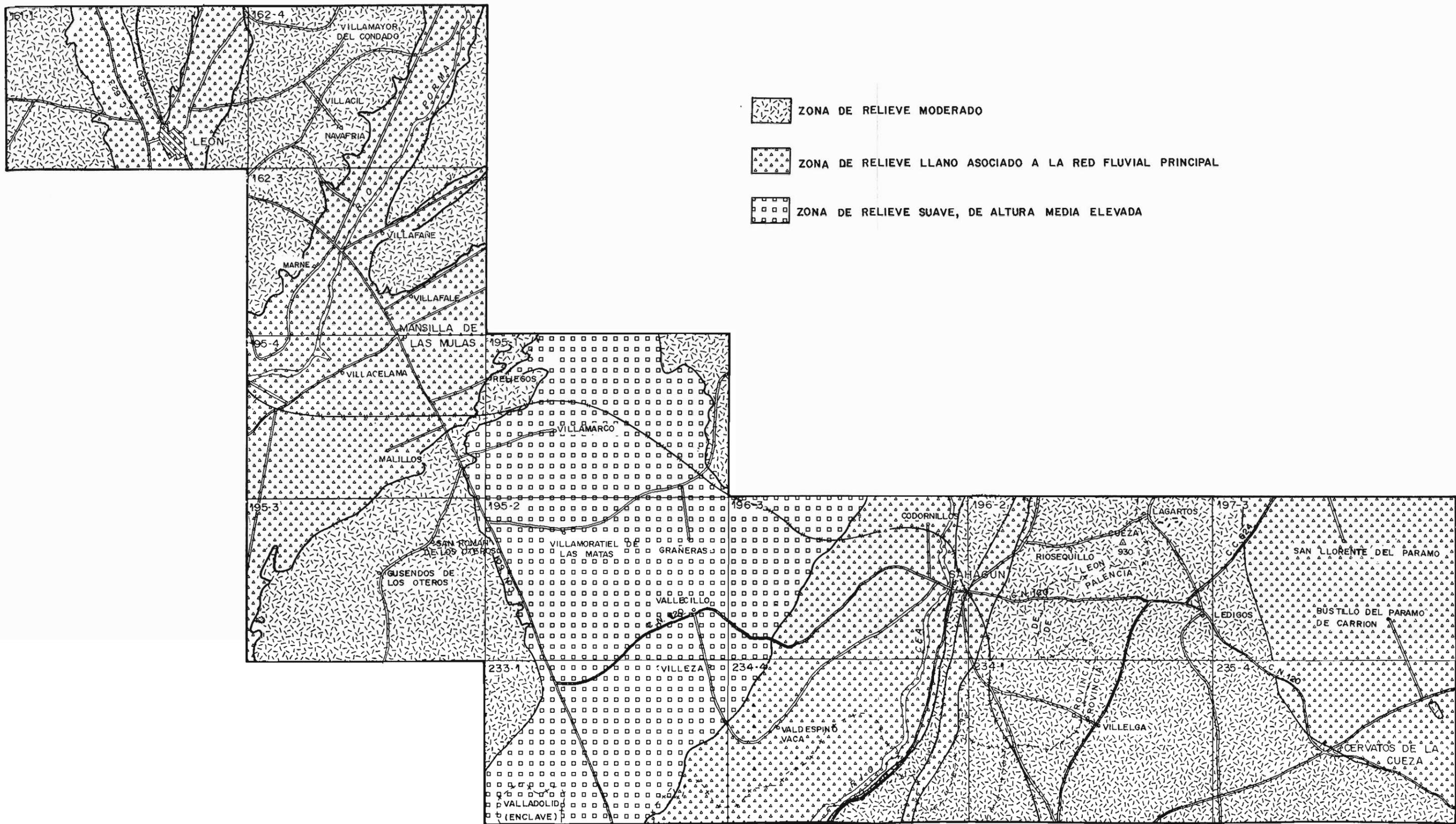


Fig. 2.2.— División del Tramo en zonas desde el punto de vista de la geomorfología.

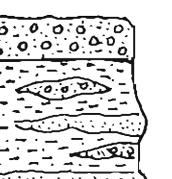
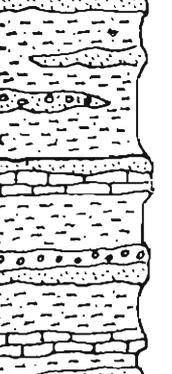
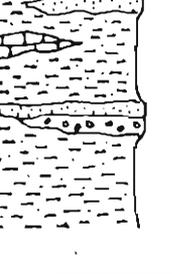
| COLUMNA<br>ESTRATIGRAFICA   | DESCRIPCION  | EDAD             | Referencia |
|---|--|------------------|------------|
|    | Aluvial  | Cuaternario      | A          |
|    | Coluvial   | Cuaternario      | C          |
|    | Cono de deyección                                    | Cuaternario      | D          |
|    | Glacis   | Cuaternario      | G          |
|    | Terraza  | Cuaternario      | T          |
|   | Gravas con matriz limo-arenosa                       | Plio-cuaternario | 350        |
|  | Arcillas, areniscas y gravas                         | Mioceno Superior | 321b       |
|  | Arcillas, areniscas, arenas, conglomerados y calizas | Mioceno Medio    | 321a       |

Figura 2.3.— Columna estratigráfica general del Tramo.

una cartografía de los materiales) y que debe corresponder a las fases orogénicas Larámicas (Orogenia Alpina Antigua de edad cretácica-eocena).

La elevación de la Cordillera Cantábrica se supone producida por un proceso de abombamiento del zócalo, al que siguió una fracturación de su borde sur, rejuveneciéndose fallas anteriores, que en algunos puntos pueden comportarse como inversas. En los materiales terciarios (Paleógeno y Mioceno Inferior) de los bordes de la Cuenca se origina una zona de flexión que presenta una estructura sinformal, cuyas capas verticales o invertidas en el contacto norte, pasan a disponerse subhorizontalmente de manera rápida al desplazarnos hacia el Sur.

De acuerdo con la bibliografía consultada, son las fases orogénicas Castellana y Neocastellana las generadoras de los relieves fundamentales de los bordes montañosos de la Cuenca del Duero, así como las principales responsables del plegamiento de los materiales terciarios en los bordes de la Cuenca.

No se tienen evidencias regionales de nuevos esfuerzos tectónicos hasta la fase Iberomanchega I (fase 1ª Rodánica, perteneciente a la Orogenia Alpina Moderna de edad miocena-pleistocena), que es responsable de nuevas elevaciones en los bordes y de la generación de la superficie de erosión del Páramo, situada entre el Plioceno Inferior y el Medio. Posteriormente nuevos impulsos preceden la instalación de las «rañas» en el Plioceno Superior, que corresponde a la fase Iberomanchega II (fase Rodánica).

Como ya se ha indicado anteriormente, la mayor parte de la Cuenca del Duero, fundamentalmente su zona central, tiene un marcado carácter atectónico; sin embargo, algunos autores estiman que las alineaciones de cambios de facies y la rectilinealidad de la red fluvial son reflejos de fracturas del zócalo. La interpretación fotogeológica a partir de fotografías de satélites permite deducir una serie de alineaciones de significado estructural dudoso, que se pueden agrupar en los siguientes sistemas:

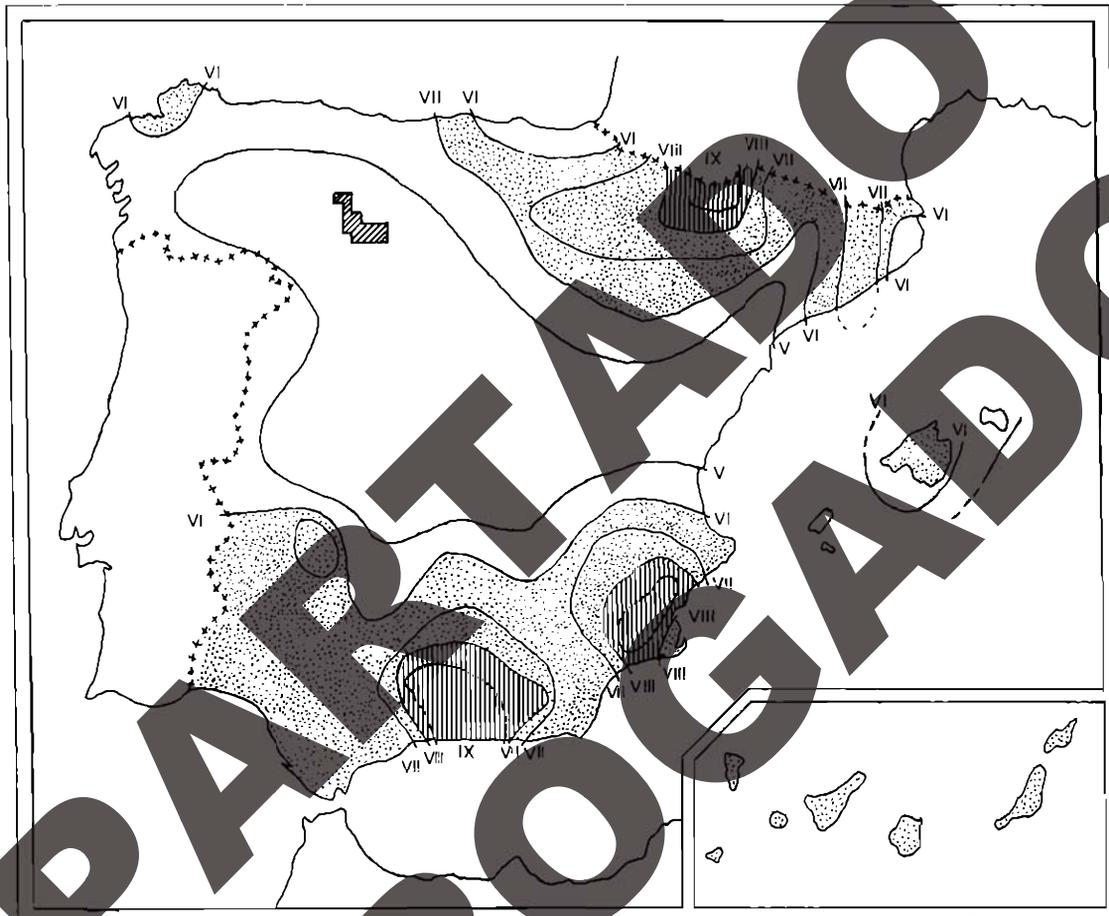
- N 30º E. Alineaciones de los ríos Pisuerga y Valderaduey, y de la falla de Alba-Viloria.
- N 120º E - 130º E.
- Sistema conjugado NNE-SSE y N 70º E - 80º E.

En este sentido, la alineación del río Cueva (Hoja 285, cuadrante 4), que corresponde al segundo sistema mencionado, parece tener un significado estructural. Dicha alineación sería debida al cambio del curso que sufrió el río durante el Pleistoceno Medio, debido al levantamiento de un bloque al Norte del mismo.

## 2.6. **SISMICIDAD**

Según la Norma Sismorresistente P.D.S.-1 de 1974, el Tramo León-Carrión de los Condes se encuentra situado en la Zona Sísmica Primera, tal y como puede apreciarse en la figura 2.4.

De acuerdo con la citada Norma, y según su epígrafe 3.5, no es necesario considerar las acciones sísmicas en las obras y servicios localizados en la Zona Sísmica Primera, excepto para el caso de estructuras o instalaciones especiales. En la misma Norma, y según el epígrafe 3.6, para las obras situadas en la Zona Sísmica Primera no es obligatoria la aplicación de esta Norma.



NORMA SISMORRESISTENTE PDS-1 (1974)

| ZONA    | INTENSIDAD: G (Esc. MSK) |         |
|---------|--------------------------|---------|
| Primera | < VI                     | (Baja)  |
| Segunda | VI = G < VIII            | (Medio) |
| Tercera | ≥ VIII                   | (Alta)  |

 Tramo de Estudio

Figura. 2.4.— Situación del Tramo en el Mapa Sismorresistente.

### **3. ESTUDIO DE ZONAS**

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

Para que resulte más fácil y correcta la exposición y comprensión del Tramo León-Carrión de los Condes, 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 Relieve Moderado.

Zona 2 : Zona de Relieve Llano asociado a la red fluvial principal.

Zona 3 : Zona de Relieve Suave y de altura media elevada.

En la figura 3.2 se muestran los diversos bloques-diagramas y cortes geológicos esquemáticos que se han realizado en el presente capítulo.

#### **3.1. ZONA 1 : ZONA DE RELIEVE MODERADO**

##### **3.1.2. Geomorfología.**

La Zona 1 se encuentra situada en los sectores noroeste, oeste y este del Tramo, repartiéndose entre las provincias de León, Palencia y Valladolid, en unas proporciones aproximadas del 65 %, 29 % y 6 %.

La Zona 1 se extiende por la totalidad de las Hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional que abarca el presente Estudio, aunque en ningún caso cubre alguno de los cuadrantes de forma total.

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

La morfología de la Zona 1 es la que corresponde a una extensa llanura de relieve alomado y que se halla surcada por ríos y arroyos que discurren por valles escasamente desarrollados.

Dentro de esta Zona se distinguen dos áreas bien definidas. La primera de ellas se sitúa en el Norte y Noroeste del Tramo de Estudio, mientras que la segunda lo hace en el Sur y Sureste. El límite de ambas es el paralelo que pasa aproximadamente por la localidad de Villaturiel (Hoja 162-3).

El área norte y noroccidental se caracteriza por tener un relieve fuertemente alomado y por presentar las cotas topográficas más altas de todo el Tramo (1.040

m), a la vez que también encierra los desniveles más importantes del mismo. Su relieve lo constituyen sucesivos cerros y colinas de aspecto tabular que han sido seccionados por los valles de las aguas de arroyada. Estos arroyos, que presentan una dirección NW-SE en la mayoría de los casos, se caracterizan por presentar una traza bastante rectilínea y por ser poco profundos.

Los máximos desniveles topográficos que existen en esta área no superan normalmente los 100 m, y generalmente se localizan en los valles excavados por los ríos principales (los cuales constituyen la Zona 2) que separan y dividen esta Zona 1.

El área de los extremos sur y sureste presenta un relieve suavemente alomado que sólo se ve roto por la presencia de algunos cerros-testigo, mesetas y valles de escaso desarrollo vertical. Los cursos de agua más importantes que aparecen en este área son el río y arroyo de la Cueva; ambos tienen una dirección NW-SE aproximadamente, y llegan incluso a desarrollar un reducido sistema de terrazas. Los demás ríos y arroyos son de escasa entidad, y discurren según las direcciones N-S, NW-SE y NE-SW.

El modelado más generalizado de esta Zona 1 es el de la regulación de vertientes. Esta regulación ha tenido lugar en diferentes etapas a lo largo del tiempo, las cuales están separadas por fases de incisión lineal de los cursos fluviales que dejan vertientes y valles colgados. Se cree que este proceso ha tenido lugar en etapas frías, en las que las vertientes han tendido al equilibrio, tapizándose por detritus que se han movido por solifluxión y creep de helada.

En la actualidad hay un proceso de erosión que se caracteriza por una incisión lineal bastante activa que, cuando penetra en el sustrato mioceno, desarrolla formas de acarcavamiento que son más fuertes en la cabecera de los barrancos, tal y como puede apreciarse en la figura 3.4.



Fig. 3.4.— Acarcavamiento originado en los materiales del grupo 321a. Al fondo, el pueblo de Arroyo.







Los valles que pertenecen a la red fluvial de menor orden son de fondo plano, y su alimentación, fundamentalmente de tipo lateral, se produce por el movimiento de los detritus de las vertientes sobre las que se encajan.

Los relieves estructurales quedan reducidos a los cerros-testigo con morfología de mesas, en cuyas cimas se encuentran depósitos de «raña» que todavía no han sido desmantelados por la erosión.

### 3.1.2. **Tectónica.**

Desde el punto de vista tectónico, esta Zona se caracteriza por su escasa, cuando no nula deformación. Los materiales que la componen presentan una disposición horizontal o subhorizontal, excepto en áreas concretas en que presentan un cierto buzamiento hacia el NE o SE.

En la figura 3.5 se muestra un bloque-diagrama esquemático de la Zona 1, con dos cortes, también esquemáticos, litológico-estructurales.

### 3.1.3. **Columna estratigráfica.**

Los diferentes grupos litológicos presentes en la Zona 1 se muestran en la columna estratigráfica que se expone en la figura 3.6.

### 3.1.4. **Grupos litológicos.**

#### ALUVIALES LIMO-ARCILLOSOS, (A2).

**Litología.**— Este grupo litológico se halla repartido irregularmente por todo el Tramo, y a él pertenecen los aluviales de los ríos de escaso caudal y los de los arroyos que constituyen la red fluvial de menor orden.

Litológicamente estos aluviales están constituidos por limos arcillosos de color ocre y por gravas cuarcíticas.

Las gravas cuarcíticas son redondeadas y de tamaño centimétrico, y aparecen de forma dispersa o en intercalaciones de pequeño espesor que se disponen horizontalmente dentro del cuerpo sedimentario, tal y como puede apreciarse en la figura 3.7. Es frecuente la presencia de un alto porcentaje de materia orgánica.

La potencia de este grupo es reducida, oscilando entre 2 y 4 m aproximadamente.

**Estructura.**— Como corresponde a los depósitos aluviales, su disposición es horizontal, o con una pendiente, muy suave hacia el río y aguas abajo.

**Geotecnia.**— Este grupo se caracteriza por tener una plasticidad elevada, baja capacidad portante y asientos de magnitudes medias y altas. Son materiales prácticamente impermeables, con un drenaje por escorrentía superficial muy deficiente debido a su horizontalidad, a la vez que son propensos a inundarse y encharcarse en épocas de avenidas o lluvias.

Son depósitos erosionables y fácilmente ripables, en los que se observan taludes naturales bajos, estables y con inclinaciones de 75º, aunque no se descarta la posibilidad de que se produzcan deslizamientos debido a su composición litológica.

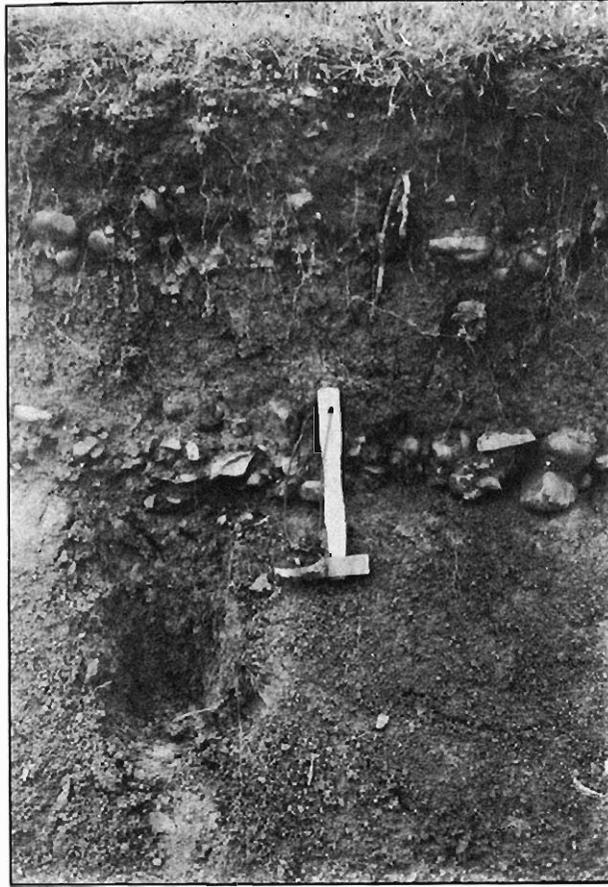


Fig. 3.7.— Detalle del grupo A2 en el arroyo de la Solanilla.  
(Hoja 162-4).

#### COLUVIALES DE CARVAJAL DE LA LEGUA, (C1).

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

#### COLUVIALES DEL ALTO DE VILLANUEVA, (C2).

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

#### CONOS DE DEYECCION DE CUBILLAS DE LOS OTEROS, (D1).

**Litología.**— En la desembocadura de algunos valles de poca entidad aparecen conos de deyección, de dimensiones hectométricas generalmente, constituidos litológicamente por limos arcillosos de color marrón claro y por cantos dispersos de cuarcita.

Los cantos son redondeados y subredondeados, tienen diámetros compren-



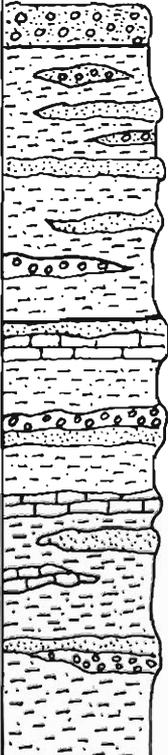
| COLUMNA<br>ESTRATIGRAFICA   | DESCRIPCION  | EDAD             | GRUPO<br>LITOLÓGICO | GRUPO<br>GEOTECNICO |
|---|--|------------------|---------------------|---------------------|
|    | Aluvial de limos arcillosos con gravas cuarcíticas.  | Cuaternario      | A2                  | G1                  |
|    | Coluvial de cantos de cuarcita con matriz arcillo-limosa.  | Cuaternario      | C1                  | G4                  |
|    | Coluvial de cantos de cuarcita con matriz limo-arenosa.  | Cuaternario      | C2                  | G4                  |
|    | Cono de deyección de limos arcillosos con cantos dispersos de cuarcita.  | Cuaternario      | D1                  | G4                  |
|    | Terraza de gravas de cuarcita y arenisca con matriz arcillo-arenosa.   | Cuaternario      | T3                  | G3                  |
|    | Terraza de gravas de cuarcita y arenisca con matriz limo-arenosa.  | Cuaternario      | T4                  | G3                  |
|   | Terraza de gravas de cuarcita y arenisca con matriz arcillo-arenosa.   | Cuaternario      | T6                  | G3                  |
|  | Gravas cuarcíticas con matriz limo-arenosa.  | Plio-cuaternario | 350                 | G3                  |
|   | Alternancia irregular de arcillas ligeramente arenosas, areniscas y gravas cuarcíticas.                        | Mioceno Superior | 321b                | G2                  |
|   | Alternancia irregular de arcillas ligeramente arenosas, areniscas, arenas, conglomerados y calizas arcillosas. | Mioceno Medio    | 321a                | G2                  |

Figura 3.6.— Columna estratigráfica de la Zona I.

didados entre 3 y 5 cm, y no llegan nunca a presentarse en acumulaciones importantes. Esporádicamente aparecen también cantos de arenisca de color ocre.

Dadas las condiciones de los afloramientos es difícil calcular su potencia, pero se estima que está comprendida entre los 2 y 3 m.

**Estructura.**— Es un grupo masivo, con morfología ligeramente convexa, y cuyos materiales se adaptan a la superficie sobre la que se depositan, tal y como puede apreciarse en la figura 3.8.



Fig. 3.8.— Aspecto del grupo D1 en las inmediaciones de Tendal.

**Geotecnia.**— Estos materiales se caracterizan por su fácil ripabilidad, alta erosionabilidad y baja capacidad portante con asientos de tipo medio-alto. Debido a su litología presentan una permeabilidad baja y un drenaje en profundidad deficiente.

Han sido observados taludes naturales bajos, estables y con inclinaciones de  $10^{\circ}$ , aunque para inclinaciones mayores pueden surgir fenómenos de deslizamientos, dada la naturaleza de estos materiales y, generalmente, su baja compacidad.

TERRAZAS DE ESLA, (T3).

TERRAZAS DE VALDERADUEY, (T4).

TERRAZAS DE CARRION, (T6).

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

### RAÑA DE EL BURGO RANERO, (350).

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

### ARCILLAS, ARENISCAS Y GRAVAS DE CASTRILLINO, (321b).

**Litología.**— Este grupo solamente aparece en el sector noroccidental del Tramo, configurando los relieves más altos del mismo. Litológicamente está constituido por una alternancia irregular de arcillas, areniscas y gravas.

Las arcillas son de color ocre, ligeramente arenosas y de aspecto masivo. En ellas aparecen intercalados niveles de gravas cuarcíticas con matriz arcillo-limosa, de formas lenticulares. La figura 3.9 muestra en corte el aspecto de este grupo.



Fig. 3.9.— Arcillas y gravas del grupo 321b en las inmediaciones de Castrillino.

Las areniscas son de color ocre, de grano fino y presentan una cementación calcárea. Aparecen en niveles irregularmente estratificados que se acuñan lateralmente.

Tanto los niveles de areniscas como los lentejones de gravas son de pequeño espesor en comparación con los paquetes arcillosos.

La potencia del conjunto está comprendida entre 100 y 150 m aproximadamente.

**Estructura.**— Este grupo se caracteriza por presentar una disposición horizontal o subhorizontal, prácticamente sin deformación.

**Geotecnia.**— A pesar de las intercalaciones de areniscas y gravas, este grupo se caracteriza, en líneas generales, por ser prácticamente impermeable y por tener una escorrentía superficial intensa debido a sus pendientes pronunciadas. Son materiales fácilmente ripables, erosionables, acaravables y que tienen valores medios de capacidad de carga y de asentamientos. Los niveles areniscos tienen una capacidad portante elevada y presentan dificultades para ser ripados.

La naturaleza y disposición de estos materiales, junto con su topografía pronunciada, hacen que exista un alto riesgo de deslizamiento en los tramos arcillosos, así como de desprendimientos de bloques de areniscas y cantos de gravas por descalce de los mismos.

Han sido observados taludes naturales altos, inestables y con inclinaciones de 50°

ARCILLAS, ARENISCAS, ARENAS, CONGLOMERADOS Y CALIZAS DE VILLALCON, (321a).

**Litología.**— Bajo este epígrafe se agrupa a los materiales más representativos de todo el Tramo de estudio y de esta región, que constituyen la denominada <Facies Tierra de Campos>.

Litológicamente este grupo está constituido por arcillas ocreas algo arenosas, con intercalaciones alternantes de niveles de areniscas, arenas, conglomerados y calizas arcillosas.

Las arcillas son los materiales más abundantes de este grupo, y se caracterizan por ser de color ocre, ligeramente arenosas, de aspecto masivo y generalmente carbonatadas. Frecuentemente presentan paleocanales, constituidos por arenas ocreas y blanquecinas de grano fino-medio. La figura 3.10 muestra un aspecto de un afloramiento de estos materiales arcillosos.

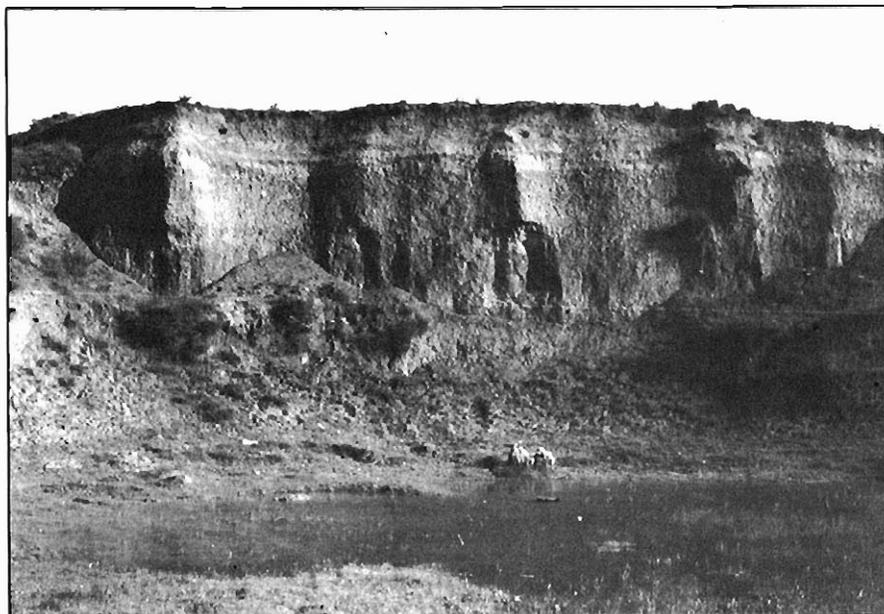


Fig. 3.10.— Aspecto de las arcillas del grupo 321a en las inmediaciones de Galleguillos.

Las areniscas son de grano variable y presentan una cementación carbonatada, tienen tonos ocres y amarillentos, y aparecen en niveles no superiores a 3 m de espesor. Contienen pequeñas intercalaciones de arenas de grano fino y tonos claros. Los niveles de areniscas suelen presentar una distribución muy irregular, con acñamientos laterales y un aspecto semejante a las «muñequitas», tal y como puede observarse en la figura 3.11.



Fig. 3.11.— Detalle de las areniscas del grupo 321a en el Alto de Majuelos. (Hoja 234-1).

Los niveles de conglomerados están formados por cantos de cuarcita y arenisca, trabados por una matriz arenosa de grano fino-medio, y cementados desigualmente por un cemento calcáreo (figura 3.12). Los cantos suelen ser de pequeño tamaño, y los de cuarcita se presentan redondeados y esféricos, mientras que los de arenisca son redondeados y heteromorfos. Estos últimos están teñidos por una pátina de óxidos de hierro, de tonos rojizos característicos. Estos niveles de conglomerados tienen forma alentejonada, y su potencia está comprendida entre 0,5 y 2 m aproximadamente.

Intercalados en la serie, y en menor proporción, aparecen también niveles de calizas arcillosas de color ocre, con formas alentejonadas y espesores que oscilan entre 0,5 y 3 m.



Fig. 3.12.— Conglomerados del grupo 321a en las inmediaciones de Villaobispo de las Regueras.

La figura 3.13 muestra esquemáticamente un aspecto de un afloramiento de este grupo.

La potencia de este grupo es difícil de calcular, ya que su muro no aflora en ningún punto del Tramo. No obstante, su valor se estima no inferior a 300 m.

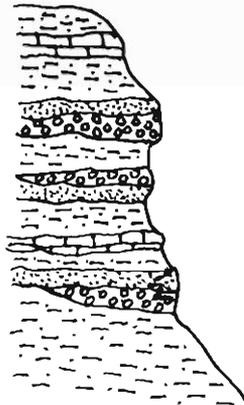


Fig. 3.13.— Aspecto esquemático de un afloramiento del grupo 321a en la carretera de Villaobispo de las Regueras a Villarente.

**Estructura.**— Estos materiales presentan en general una disposición horizontal o subhorizontal. En zonas concretas presentan un cierto buzamiento hacia el Noreste o Sureste, tal y como puede apreciarse en la figura 3.14.

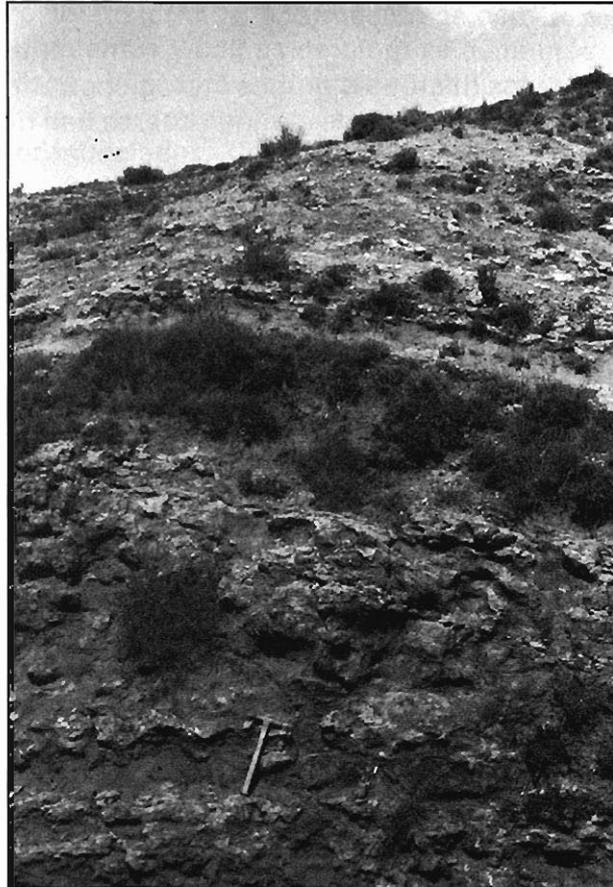


Fig. 3.14.— Aspecto del grupo 321a en el Alto de Majuelos. Obsérvese el buzamiento que presentan las capas en su parte superior. (Hoja 234-1).

**Geotecnia.**— Los niveles arcillosos se caracterizan por ser fácilmente ripables, erosionables, con fenómenos de acarcavamiento, y por tener una capacidad portante y unos asientos de magnitud media.

Globalmente pueden considerarse impermeables, efectuándose su drenaje por esorrentía superficial. Esta es mayor en el sector noroccidental del Tramo, debido a sus pendientes topográficas, que en los demás sectores, donde es frecuente que se produzcan encharcamientos en zonas llanas o deprimidas. En estas condiciones de saturación de agua hay que tener en cuenta que la capacidad de carga disminuye sensiblemente y aumentan, lógicamente, los asientos.

Los niveles cementados presentan unas características geotécnicas que dependen de sus espesores y grado de cementación, pero en líneas generales poseen una capacidad de carga elevada, y son medianamente erosionables y difícilmente ripables.

Se plantean problemas de estabilidad de taludes por la existencia de deslizamientos en los niveles arcillosos, y de desprendimientos de bloques en los niveles cementados, por descalce. Han sido observados taludes artificiales medios, con bermas, inestables y con inclinaciones de 55°.

#### 3.1.5. Grupos geotécnicos.

Teniendo en cuenta los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona, así como sus respectivas características geotécnicas, se han definido los siguientes grupos geotécnicos:

G1.— Grupo constituido por limos arcillosos con cantos dispersos de cuarcita. Son materiales plásticos, erosionables, inundables y que presentan riesgos de deslizamientos. Tienen baja capacidad portante y pueden dar lugar a asientos de tipo medio-alto. Forma este grupo el conjunto litológico A2.

G2.— Grupo constituido por arcillas ligeramente arenosas, con intercalaciones de areniscas, arenas, conglomerados, calizas y gravas. Son materiales erosionables y que presentan formas de acarcavamiento. Los valores de su capacidad portante y los asientos a que pueden dar lugar son de tipo medio, y existe la posibilidad de que se produzcan deslizamientos y caídas de bloques cementados, por descalce. La formación de cárcavas y la posibilidad de deslizamientos y de caídas de bloques cementados es mayor en el sector noroccidental de esta Zona a causa de su topografía más pronunciada.

En zonas deprimidas u horizontales se producen fenómenos de encharcamientos y, a consecuencia de ello, variaciones negativas en sus valores de capacidad de carga y de asientos. Comprende los grupos 321a y 321b.

G3.— Grupo constituido por gravas cuarcíticas con matriz arcillo-arenosa y limo-arenosa. Son materiales erosionables, medianamente permeables y que presentan acuíferos definidos a escasa profundidad. En las áreas en que estos materiales tienen una escasa potencia se producen encharcamientos debido a la proximidad del sustrato arcilloso impermeable. Los valores de la capacidad de carga y de los asientos a que pueden dar lugar son de tipo medio, excepto en las áreas encharcadas anteriormente mencionadas, donde dichos valores sufren modificaciones negativas. Se han observado desmoronamientos y caídas de cantos en sus taludes. Forman este grupo los conjuntos litológicos T3, T4, T6 y 350.

G4.— Grupo constituido por limos arcillosos con cantos dispersos de cuarcita, y por cantos cuarcíticos empastados por una matriz arcillo-limosa o limo-arenosa. Son materiales erosionables y poco compactos. Tienen una capacidad de carga baja y pueden dar lugar a asientos de tipo medio-alto. Forman este grupo los conjuntos litológicos C1, C2 y D1.

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

Esta Zona está constituida fundamentalmente por materiales terciarios de naturaleza arcillosa que tienen intercalaciones irregulares de areniscas, arenas, conglomerados, calizas y gravas (conjuntos 321a y 321b), y que determinan un

área caracterizada por presentar un relieve que varía de suave a fuertemente alomado. El resto de los conjuntos litológicos definidos tienen reducida extensión, a excepción de un afloramiento del grupo 350 en el sector este de la Zona.

Los mayores problemas geotécnicos planteados en esta Zona son debidos a su naturaleza mayoritariamente arcillosa, lo que le confiere un cierto grado de inestabilidad. La erosión determina la formación de cárcavas y hay riesgo de que se produzcan deslizamientos y caídas de bloques cementados, por descalce de los mismos. Este riesgo y el acaravamiento se acentúan en el sector noroccidental de la Zona, debido a su topografía, ya que presenta escarpes relativamente altos y pendientes pronunciadas.

En las áreas deprimidas u horizontales, fundamentalmente en los sectores sur y sureste de la Zona, es frecuente que se produzcan encharcamientos, fenómeno que hace disminuir su capacidad portante y eleva sus asientos, ambos de magnitud media, normalmente.

Los materiales correspondientes a las terrazas y a la «raña» plantean problemas de pequeños desmoronamientos y de caídas de cantos en los taludes, así como los derivados de la presencia de acuíferos a escasa profundidad. Su capacidad de carga y sus asientos tienen valores medios. En las zonas en que estos materiales tienen una escasa potencia se producen encharcamientos a causa de la proximidad del sustrato impermeable. En estas condiciones, los valores de la capacidad de carga y de los asientos sufren modificaciones negativas debido a la presencia de agua y a la cercanía del sustrato arcilloso.

Los materiales del grupo A2 presentan problemas de inundabilidad, plasticidad y riesgo de deslizamientos, y tienen baja capacidad portante y asientos de tipo medio-alto.

En los demás grupos cuaternarios (C1, C2 y D1) los problemas más importantes se centran en su baja compacidad, baja capacidad portante y asientos de tipo medio-alto, además de los riesgos de deslizamientos en sus taludes a partir de inclinaciones medias. Los problemas geotécnicos que presentan estos materiales se ven paliados, en parte, por la escasa extensión que normalmente ocupan en esta Zona.

## **3.2. ZONA 2: ZONA DE RELIEVE LLANO ASOCIADO A LA RED FLUVIAL PRINCIPAL.**

### **3.2.1. Geomorfología.**

La Zona 2 está enclavada en los sectores noroeste, oeste, centro y este del Tramo de estudio, repartiéndose entre las provincias de León, Palencia y Valladolid en unos porcentajes aproximados del 63 %, 30 % y 7 %, respectivamente.

A excepción del cuadrante 2 de la Hoja 195, esta Zona se extiende por la totalidad de las hojas y cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 que abarca el presente Estudio, aunque no cubre, en ningún caso, la totalidad de alguno de los cuadrantes.

En la figura 3.15 se muestra la ubicación y extensión de la Zona 2 dentro del Tramo, así como la situación de un bloque-diagrama y de tres cortes geológicos esquemáticos realizados en la misma.

Puesto que esta región cuenta con una red de drenaje importante, los depósitos originados por ella también lo son. Dichos depósitos se disponen en una serie

de niveles de aterrazamientos que están constituidos por materiales típicos de este régimen de deposición. Por tanto, esta Zona se caracteriza por la existencia de formaciones aluviales y de terrazas de los ríos principales, generalmente, del Tramo.

Los ríos que constituyen la red fluvial principal son: el Bernerger, el Torio, el Porma, el Cea y el Esla, de los cuales los tres primeros son afluentes del último. Son ríos que nacen en la Cordillera Cantábrica y presentan cursos de agua permanentes, con energía suficiente para erosionar y transportar materiales de tamaños grava y bolo. En esta Zona también se han incluido los valles pertenecientes a los ríos Valderaduey y Cueva, de menor caudal que los anteriores, porque igualmente han desarrollado distintos sistemas de terrazas.

La morfología de esta Zona es llana, y está formada por amplias planicies horizontales o ligeramente inclinadas hacia los ríos y hacia aguas abajo. Estas planicies se distribuyen escalonadamente en sentido transversal al río, desde la terraza más antigua (mayor cota topográfica) hasta el cauce actual, y tienen una disposición paralela a dicho cauce. Frecuentemente estas llanuras se ven interrumpidas por cauces fluviales posteriores que seccionan y degradan estas terrazas.

Una característica importante de estos ríos principales, a excepción del Esla, es la gran asimetría que presentan sus sistemas de terrazas, ya que mientras en las márgenes derechas se encuentran representados varios niveles de terrazas, en las márgenes izquierdas está solamente el más moderno, y, en la mayoría de los casos, incompleto. Al ser la orientación de los ríos Norte-Sur, el escalonamiento de las terrazas es de Este a Oeste. Los escalonamientos o desniveles que existen entre las terrazas tienden a ser más marcados en los niveles más antiguos.

Conviene advertir que la numeración utilizada en la simbología de las terrazas no corresponde a su edad, sino a la posición que ocupan con respecto al cauce del río al que pertenecen, desde la más baja (más moderna), a la más alta. Se han cartografiado en total seis niveles de terrazas. Aparecen algunas terrazas pertenecientes al sistema del río Carrión, el cual discurre fuera del Tramo, al Este. Para este caso del río Carrión se ha seguido el mismo criterio de numeración.

Esta Zona se desarrolla entre las cotas de 770 m (río Valderaduey) y 907 m (río Bernesga).

### 3.2.2. **Tectónica.**

Esta Zona 2 está constituida, prácticamente en su totalidad, por materiales cuaternarios, que se caracterizan por la ausencia de fenómenos tectónicos de cualquier tipo.

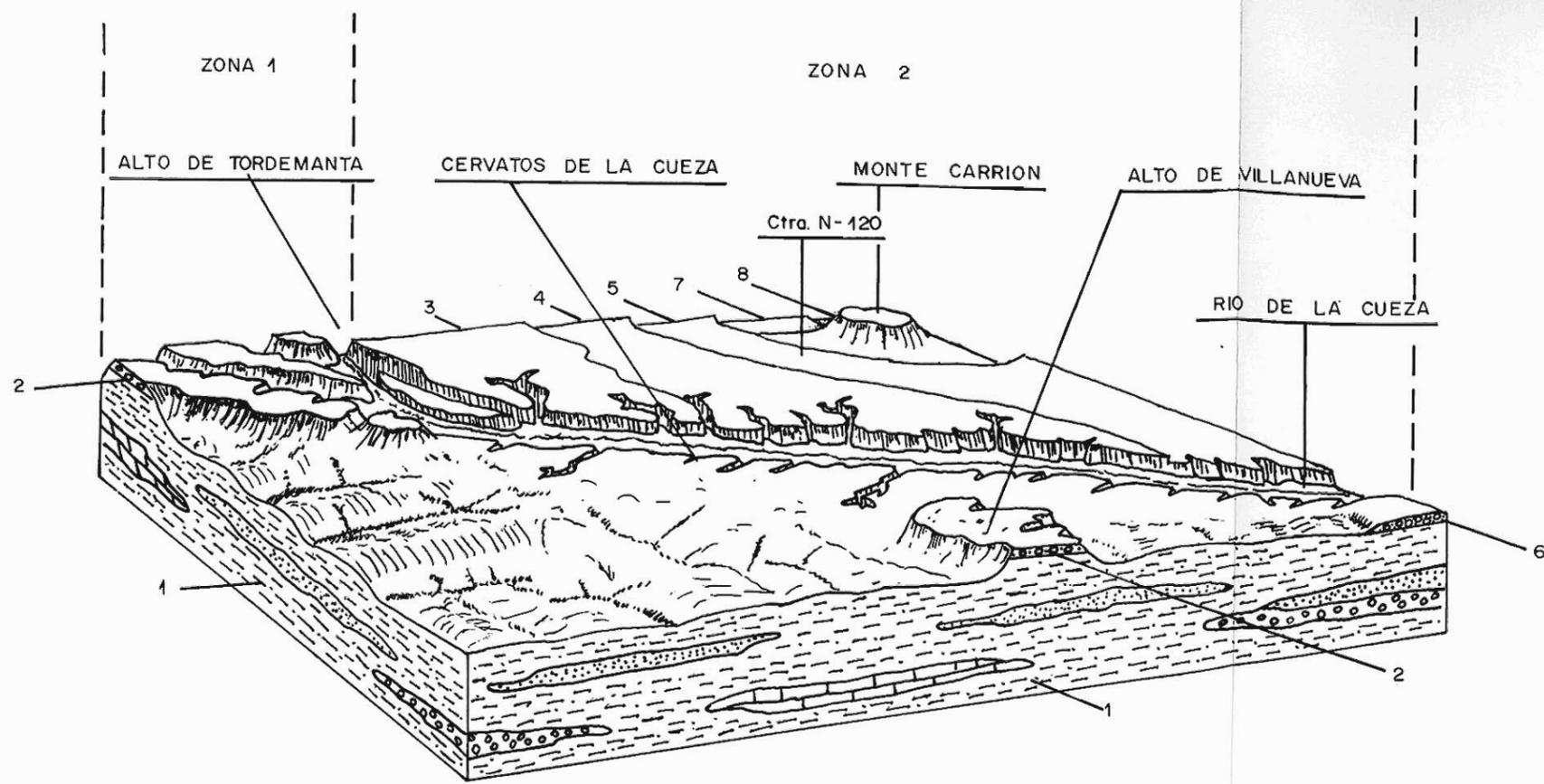
Los materiales terciarios que constituyen el sustrato presentan una disposición horizontal o subhorizontal, y su deformación es nula o escasa.

En la figura 3.16 se muestra un bloque-diagrama esquemático y dos cortes litológico-estructurales representativos de esta Zona.

### 3.2.3. **Columna estratigráfica.**

Los grupos litológicos presentes en la Zona 2 se reseñan en la columna estratigráfica que se muestra en la figura 3.17.

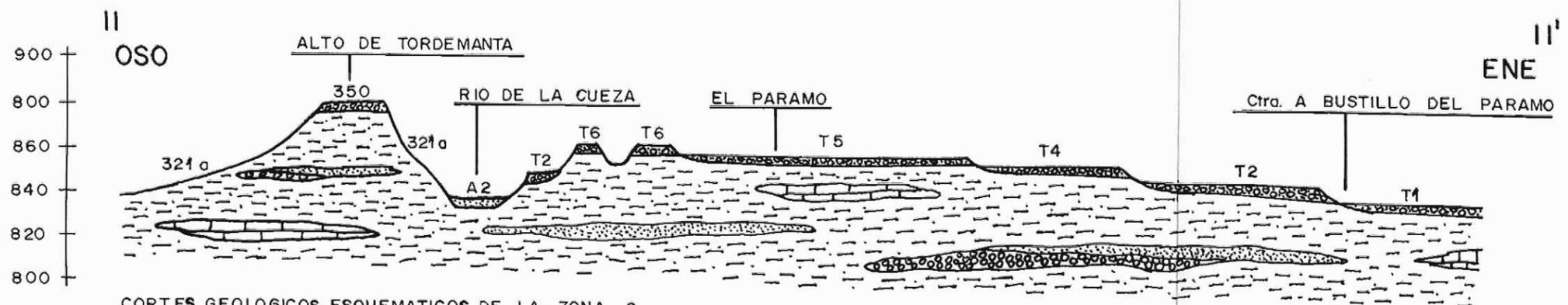
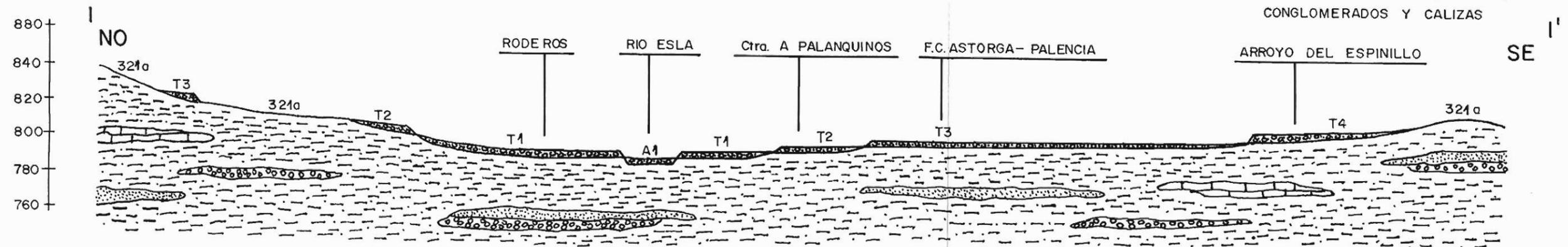




**LEYENDA**

- A1 : ALUVIAL
- A2 : ALUVIAL
- T1 : TERRAZA
- T2 : TERRAZA
- T3 : TERRAZA
- T4 : TERRAZA
- T5 : TERRAZA
- T6 : TERRAZA
- 350 : GRAVAS CON MATRIZ LIMO-ARENOSA
- 321a : ARCILLAS, ARENISCAS, ARENAS, CONGLOMERADOS Y CALIZAS

BLOQUE - DIAGRAMA ESQUEMATICO PARCIAL DE LAS ZONAS 1 y 2  
 1: 321a ; 2: 350 ; 3: T6 ; 4: T5 ; 5: T4 ; 6: T3 ; 7: T2 ; 8: T1



CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS DE LA ZONA 2

Fig. 3.16

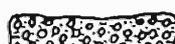
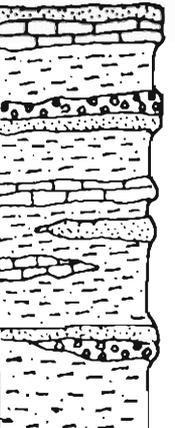
| COLUMNA ESTRATIGRAFICA  | DESCRIPCION  | EDAD          | GRUPO LITOLOGICO | GRUPO GEOTECNICO |
|---|--|---------------|------------------|------------------|
|    | Aluvial de gravas cuarcíticas con matriz limo-arenosa.   | Cuaternario   | A1               | G3               |
|    | Aluvial de limos arcillosos con gravas cuarcíticas.  | Cuaternario   | A2               | G1               |
|    | Coluvial de cantos de cuarcita con matriz arcillo-limosa.  | Cuaternario   | C1               | G4               |
|    | Cono de deyección de limos arcillosos con cantos dispersos de cuarcita.  | Cuaternario   | D1               | G4               |
|    | Glacis de limos arcillosos con cantos dispersos de cuarcita.   | Cuaternario   | G1               | G4               |
|    | Terrazas de gravas cuarcíticas con matriz limo-arenosa.  | Cuaternario   | T1               | G3               |
|    | Terrazas de gravas cuarcíticas con matriz areno-limosa.  | Cuaternario   | T2               | G3               |
|  | Terrazas de gravas de cuarcita y arenisca con matriz arcillo-arenosa.  | Cuaternario   | T3               | G3               |
|  | Terraza de gravas de cuarcita y arenisca con matriz limo-arenosa.  | Cuaternario   | T4               | G3               |
|  | Terraza de gravas cuarcíticas con matriz limo-arenosa.   | Cuaternario   | T5               | G3               |
|  | Terraza de gravas de cuarcita y arenisca con matriz arcillo-arenosa.   | Cuaternario   | T6               | G3               |
|  | Alternancia irregular de arcillas ligeramente arenosas, areniscas, arenas, conglomerados y calizas arcillosas. | Mioceno Medio | 321a             | G2               |

Figura 3.17.— Columna estratigráfica de la Zona 2.

#### 3.2.4. Grupos litológicos.

##### ALUVIALES DE GRAVAS CUARCITICAS, (A1).

**Litología.**— A este grupo pertenecen los aluviales de los ríos de la red principal, que se caracterizan litológicamente por estar constituidos por gravas cuarcíticas empastadas por una matriz limo-arenosa de color marrón claro.

Los cantos de cuarcita presentan formas redondeadas y un diámetro medio de 8 cm, y aparecen dispersos entre la matriz o concentrados en barras dispuestas en el centro de los cauces (figura 3.18).

En la llanura de inundación es frecuente que las gravas estén recubiertas por un nivel de limos arenosos de color claro, correspondientes a los depósitos de avenidas recientes.

La potencia de este grupo está comprendida entre 2 y 5 m.

**Estructura.**— Como corresponde a los depósitos aluviales, su disposición es horizontal, con una estructura alentejonada a consecuencia de una sedimentación en barras.

**Geotecnia.**— Este grupo se caracteriza por ser muy permeable, erosionable, fácilmente ripable, inundable en épocas de crecida de los ríos, y por presentar niveles freáticos altos.

Generalmente la capacidad portante y los asentos alcanzan valores de tipo medio, si bien pueden sufrir modificaciones como consecuencia de los cambios que se producen en la relación matriz/cantos.

Se han observado taludes naturales bajos, estables y con inclinaciones de 35° a 40°, si bien pueden presentarse pequeños problemas ocasionados por desprendimientos de cantos.

Localmente, este grupo puede explotarse como yacimiento granular.



Fig. 3.18.— Aspecto del grupo A1 en el río Porma a su paso por Villarente.

## ALUVIALES LIMO-ARCILLOSOS, (A2).

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

## COLUVIALES DE CARVAJAL DE LA LEGUA, (C1).

**Litología.**— Alrededor de ciertos relieves miocenos, fundamentalmente en el sector noroccidental de la Zona, aparece una serie de orlas de materiales coluviales, constituidos por cantos cuarcíticos empastados por una abundante matriz arcillo-limosa de color rojizo y marrón amarillento.

Los cantos son redondeados y subredondeados, de tamaño medio comprendido entre 5 y 7 cm, y están ocasionalmente teñidos por una pátina de óxidos de hierro de tonos rojizos y violáceos. Esporádicamente aparecen también cantos de arenisca de color ocre.

Se estima que la potencia de este grupo está comprendida entre 2 y 3 m, aproximadamente.

**Estructura.**— Son depósitos carentes de ordenación interna y que se adaptan a la superficie sobre la que se depositan, tal y como puede observarse en la figura 3.19.



Fig. 3.19.— Aspecto general del grupo C1 en Carvajal de la Legua.

**Geotecnia.**— Estos materiales se caracterizan por ser fácilmente ripables y erosionables, y por tener una capacidad de carga baja y unos asentamientos de tipo medio-alto. Además son impermeables y presentan riesgo de deslizamientos debido a la naturaleza de su matriz y a la baja compacidad que tienen.

Se han observado taludes artificiales bajos, inestables por la presencia de pequeños deslizamientos, y con inclinaciones de 55°.

#### CONOS DE DEYECCION DE CUBILLAS DE LOS OTEROS, (D1).

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

#### GLACIS DE ARROYO DE LA VEGA, (G1).

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

#### TERRAZAS DE TORIO, (T1).

**Litología.**— Dentro de este grupo se han reunido todas las terrazas bajas de los ríos de la red principal y del río Valderaduey, así como la terraza denominada T1 perteneciente al sistema del río Carrión.

Este grupo está constituido litológicamente por gravas cuarcíticas empastadas por una matriz limo-arenosa de color ocre.

Los cantos son redondeados y heterométricos, con diámetros comprendidos entre 1 y 15 cm, si bien el tamaño medio suele ser de 5 cm. En este grupo es frecuente que se produzcan cambios litológicos laterales, disminuyendo la fracción de gravas y tomando la matriz un carácter más arcilloso, tal como ocurre, por ejemplo, en la terraza baja de los ríos Cea y Valderaduey, en que gran parte de ella está constituida por limos arcillosos de color amarillento con algún canto disperso de cuarcita.

La potencia de este grupo se estima comprendida entre 2 y 4 m.

**Estructura.**— Estos materiales se distribuyen paralelamente a los ríos, y adoptan una disposición horizontal o ligeramente inclinada hacia los mismos y hacia aguas abajo (figura 3.20).

**Geotecnia.**— Este grupo se caracteriza por presentar una permeabilidad alta por percolación, salvo en zonas constituidas por materiales limo-arcillosos que serán prácticamente impermeables. Además tiene niveles freáticos altos y problemas de encharcamiento en áreas que presentan poca potencia, como consecuencia de la proximidad del sustrato arcilloso y de la horizontalidad que presenta este grupo. Localmente puede inundarse en épocas de avenidas debido al desbordamiento de los ríos principales.

Son materiales erosionables, fácilmente ripables, y que presentan una capacidad de carga y unos asentamientos de tipo medio, salvo en zonas poco potentes y encharcadas, donde dichos parámetros estarán influenciados negativamente por la proximidad del sustrato arcilloso y por la presencia de agua.

Han sido observados taludes artificiales bajos, inestables por desmoronamientos de sus bordes y caídas de cantos, y con inclinaciones de 45°.

Puntualmente esta formación puede ser utilizada como yacimiento granular.



Fig. 3.20.— Vista general del grupo T1 del río Esla, en las inmediaciones de Villacotilde.

#### TERRAZAS DE PORMA, (T2).

**Litología.**— Estas terrazas se distribuyen, a excepción del río Torio que sólo presenta la terraza T1, a lo largo de todos los ríos de la red principal. Además se presentan también en los ríos Valderaduey y Cueva, pertenecientes a la red de menor orden.

Litológicamente están constituidas por gravas cuarcíticas trabadas por una matriz areno-limosa de color marrón rojizo.

Los cantos cuarcíticos son esféricos, redondeados y heterométricos, con diámetros comprendidos entre 2 y 12 cm, si bien el diámetro medio oscila entre 5 y 7 cm, tal y como puede observarse en la figura 3.21.

Este grupo tiene su máxima extensión en el valle del río Porma, y mínima en el del Cea. Su potencia está comprendida entre 2 y 4 m.

**Estructura.**— Estos materiales aparecen en disposición horizontal o ligeramente inclinada hacia los ríos y hacia aguas abajo, y distribuidos paralelamente a los mismos.

**Geotecnia.**— El conjunto se caracteriza por ser erosionable, fácilmente ripable, y permeable por percolación, aunque presenta problemas de encharcamientos, debido a su horizontalidad y a la presencia, generalmente cercana, del sustrato impermeable.

Los valores de la capacidad de carga y de los asentamientos son de tipo medio, aunque pueden sufrir modificaciones negativas en zonas poco potentes y encharcadas, a consecuencia de la proximidad del sustrato arcilloso y de la presencia de agua.



Fig. 3.21.— Detalle del grupo T2, del río Porma, en las proximidades de Santibáñez de Porma.

Se han observado taludes artificiales bajos, inestables por desmoronamientos de sus bordes y caídas de cantos, y con inclinaciones de 40°.

Esta formación puede utilizarse localmente como fuente de materiales granulares.

#### TERRAZAS DE ESLA, (T3).

**Litología.**— A excepción del río Torio, estas terrazas se presentan en todos los sistemas de los ríos de la red principal. Además aparecen también en los ríos de menor caudal, Valderaduey y Cueva, y en el arroyo de la Vega.

Litológicamente están constituidas por gravas cuarcíticas y, en menor proporción, de areniscas, empastadas por una matriz arcillo-arenosa de color rojizo, marrón claro y ocasionalmente grisácea.

Los cantos, generalmente más abundantes que la matriz, son redondeados, heterométricos y heteromorfos, aunque predominan las formas esféricas; frecuentemente están teñidos por una pátina de óxidos de hierro de tonalidad rojiza característica.

Este grupo presenta su máxima extensión en la margen izquierda del río Esla, y tiene una potencia normalmente reducida, comprendida entre 2 y 3 m.

La figura 3.22 muestra, en corte, el aspecto de este grupo.



Fig. 3.22.— Explotación del grupo T3 en Pobladura de Bernesga.

**Estructura.**— El conjunto se distribuye paralelamente a los ríos y adopta una disposición horizontal o ligeramente inclinada hacia los ríos y hacia aguas abajo.

**Geotecnia.**— Este grupo se caracteriza por ser erosionable, ripable y medianamente permeable, con problemas de encharcamientos en zonas que presenten escasa potencia debido a la proximidad del sustrato arcilloso impermeable. El hecho de que estos materiales posean una permeabilidad media, unido a la poca potencia que normalmente presentan, da lugar a la localización de acuíferos a escasa profundidad.

A pesar de que este grupo posee, generalmente, una capacidad de carga y unos asentamientos de tipo medio, habrá que tener en cuenta que sus valores pueden sufrir modificaciones negativas debido a la presencia de agua, en zonas encharcadas, y por la proximidad del sustrato arcilloso, en zonas poco potentes.

En los taludes se producen desmoronamientos de sus bordes y caídas de

cantos sueltos en pequeñas cantidades, y se observan taludes artificiales bajos, inestables y con inclinaciones de  $90^\circ$ , y taludes naturales bajos, estables y con  $45^\circ$  de pendiente.

Localmente este grupo puede explotarse como yacimiento granular.

#### TERRAZAS DE VALDERADUEY, (T4).

**Litología.**— Estas terrazas se presentan en los sistemas de cuatro ríos de la red fluvial, el Esla, el Porma, el Cea y el Carrión, y en el río Valderaduey y en el arroyo de la Vega, pertenecientes a la red de menor orden.

Este grupo está constituido por gravas de cuarcita y de areniscas, éstas últimas en menor proporción, empastadas por una matriz limo-arenosa de color marrón.

Los cantos son redondeados y heterométricos, con diámetros comprendidos entre 2 y 10 cm, si bien el tamaño medio oscila entre 2 y 4 cm (figura 3.23).

Estos materiales aparecen localmente cementados por un cemento calcáreo, dando lugar a niveles de pudingas.

La potencia de este grupo se estima que está comprendida entre 2 y 4 m.

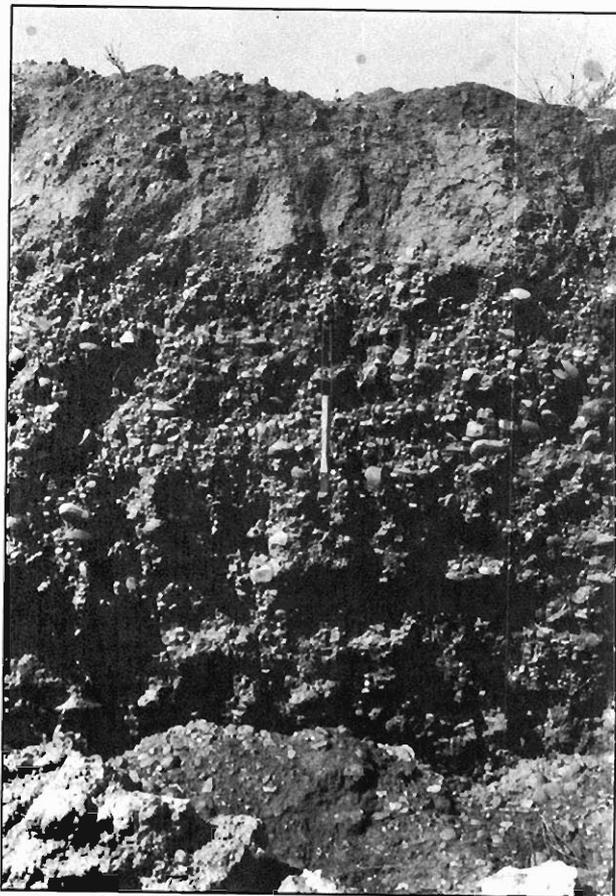


Fig. 3.23.— Explotación del grupo T4 en las proximidades de Fresno de la Vega.

**Estructura.**— La disposición de estos materiales es horizontal o ligeramente inclinada hacia los ríos y hacia aguas abajo, y se hallan distribuidos paralelamente a los mismos.

**Geotecnia.**— Esta formación se caracteriza por ser medianamente permeable, con acuíferos definidos a escasa profundidad, por ser fácilmente ripable y erosionable, y por tener unos valores de la capacidad de carga y de los asientos de tipo medio. En zonas que presenten escasa potencia será encharcable, y su capacidad portante y asientos estarán influenciados negativamente por la presencia de agua y por las características del sustrato arcilloso. Los niveles que aparecen cementados no son ripables ni erosionables, y su capacidad portante es alta.

Se han observado taludes naturales bajos, inestables por caídas de cantos y desmoronamientos, y con inclinaciones de 75°.

Localmente esta formación puede utilizarse como yacimiento granular.

#### TERRAZAS DE CEA, (T5).

**Litología.**— Las terrazas que se reúnen bajo este grupo pertenecen a los sistemas de los ríos Cea y Carrión, y del arroyo de la Vega, y tienen su máximo desarrollo en el primero de ellos.

Litológicamente están constituidas por gravas cuarcíticas trabadas por una matriz limo-arenosa de color marrón rojizo.

Los cantos de cuarcita son redondeados y subredondeados, heterométricos, con diámetros de hasta 20 cm, si bien son más abundantes los cantos inferiores a 5 cm. La matriz limo-arenosa aparece en proporciones variables, pero generalmente representa un menor volumen que los cantos.

La potencia de este grupo es aproximadamente de 2 m.

La figura 3.24 muestra un aspecto general de este grupo.

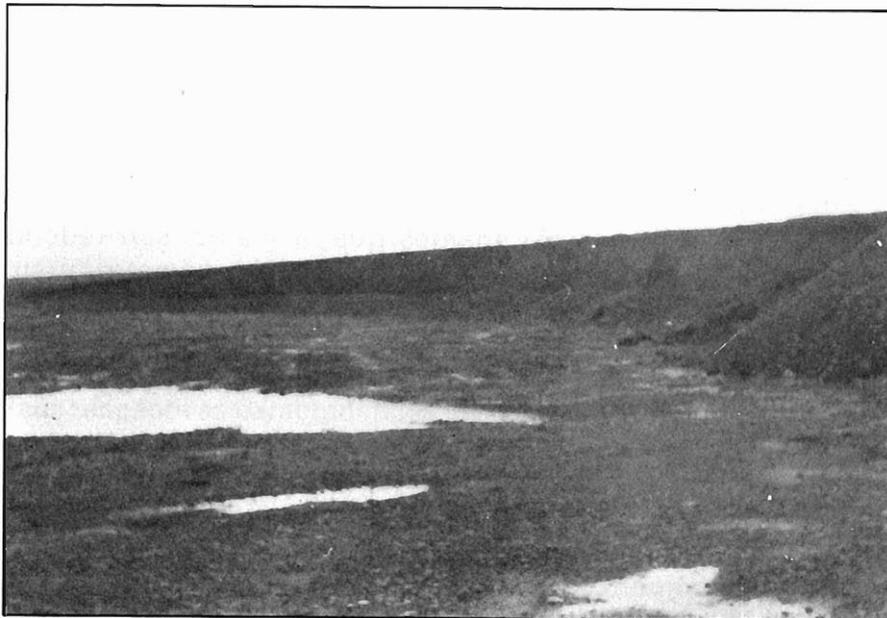


Fig. 3.24.— Explotación de las gravas del grupo T5 en las inmediaciones de la carretera N-120, entre Carrión de los Condes y Cervatos de la Cueva.

**Estructura.**— El conjunto tiene la estructura típica de estos depósitos: disposición horizontal o ligeramente inclinada hacia los ríos y hacia aguas abajo, y distribución paralela a los mismos. En la figura 3.25 se muestra un corte esquemático de la estructura de este grupo en el río Cea.

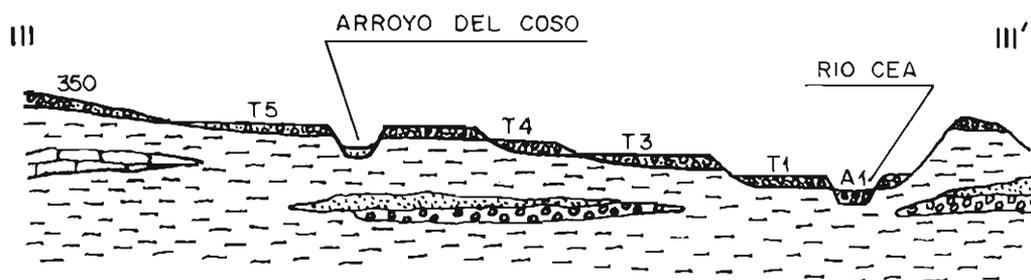


Fig. 3.25.— Corte esquemático lito-estructural de la zona del río Cea.

**Geotecnia.**— Los materiales de este grupo se caracterizan por ser erosionables, fácilmente ripables y medianamente permeables. Presentan problemas de encharcamientos y niveles freáticos altos, debido a su horizontalidad y escasa potencia. Estos últimos factores inciden directamente en su capacidad de carga y en el valor de los asentamientos, que aunque normalmente son de tipo medio, pueden estar influenciados negativamente por la presencia de agua en zonas encharcadas, y por la proximidad del sustrato arcilloso.

Pueden presentarse problemas poco importantes en la estabilidad de los taludes, por desmoronamientos de los bordes y por caídas de cantos. Han sido observados taludes naturales bajos, estables y con inclinaciones de 15°.

Localmente esta formación puede explotarse como yacimiento granular.

#### TERRAZAS DE CARRION, (T6).

**Litología.**— Bajo este epígrafe se reúne un grupo de terrazas que pertenecen a los sistemas del río Carrión y del arroyo y río de la Cueva.

Están constituidas por gravas de cuarcita y, en menor proporción, de arenisca, empastadas por una matriz arcillo-arenosa de color marrón.

Los cantos, que son más abundantes que la matriz, son redondeados y subredondeados, heterométricos, de hasta 15 cm de diámetro, y su tamaño medio oscila entre 6 y 8 cm. Los cantos de arenisca están más alterados.

La potencia de este grupo se estima que está comprendida entre 2 y 4 m.

La figura 3.26 muestra, en detalle, el aspecto de este grupo.

**Estructura.**— Este grupo presenta una disposición horizontal o ligeramente inclinada hacia los ríos y hacia aguas abajo, y una distribución paralela a los cursos de agua que lo originan.

**Geotecnia.**— El conjunto se caracteriza por ser fácilmente ripable, erosionable y medianamente permeable. Su capacidad portante y el valor de los asentamientos



Fig. 3.26.— Detalle del grupo T6 en las inmediaciones de Calzadilla de la Cueva.

son de tipo medio. En zonas que presenten escasa potencia pueden producirse fenómenos de encharcamientos, lo que habrá que tener en cuenta, junto con la proximidad del sustrato, para compensar los cambios negativos producidos en los valores de la capacidad de carga y de los asientos.

Han sido observados taludes naturales bajos, inestables por caídas de cantos y pequeños desmoronamientos, y con inclinaciones de 40°.

Localmente esta formación puede utilizarse como fuente de materiales granulares.

#### ARCILLAS, ARENISCAS, ARENAS, CONGLOMERADOS Y CALIZAS DE VILLALCON, (321a).

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

#### 3.2.5. Grupos geotécnicos.

Teniendo en cuenta los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona, así como sus respectivas características geotécnicas, se han definido los siguientes grupos geotécnicos:

G1.— Grupo constituido por limos arcillosos con cantos dispersos de cuarcita. Son materiales plásticos, erosionables, inundables y que presentan riesgos de deslizamientos. Tienen baja capacidad portante y pueden dar lugar a asientos de tipo medio-alto. Forma este grupo el conjunto litológico A2.

G2.— Grupo constituido por arcillas ligeramente arenosas, con intercalaciones de areniscas, arenas, conglomerados y calizas. Son materiales erosionables y que presentan formas de acarreamiento. Los valores de su capacidad portante y los asentamientos a que pueden dar lugar son de tipo medio, y existe la posibilidad de que se produzcan deslizamientos y caídas de bloques cementados, por descalce.

En zonas deprimidas u horizontales se producen encharcamientos y, a consecuencia de ello, variaciones negativas en sus valores de capacidad portante y de asentamientos. Forma este grupo el conjunto litológico 321a.

G3.— Grupo constituido por gravas cuarcíticas con matriz arcillo-arenosa y limo-arenosa. Son materiales erosionables, medianamente permeables y que presentan acuíferos definidos a escasa profundidad. En las áreas en que estos materiales tienen una escasa potencia se producen encharcamientos debidos a la proximidad del sustrato impermeable. Los valores de la capacidad de carga y de los asentamientos a que pueden dar lugar son de tipo medio, excepto en las áreas encharcadas anteriormente mencionadas, donde dichos valores sufrirán modificaciones negativas. Se han observado desmoronamientos y caídas de cantos en sus taludes. En los grupos A1 y T1 existe riesgo de inundabilidad. Forman este grupo los conjuntos litológicos A1, T1, T2, T3, T4, T5 y T6.

G4.— Grupo constituido por limos arcillosos con cantos dispersos de cuarcita, y por cantos cuarcíticos empastados por una matriz arcillo-limosa. Son materiales erosionables y poco compactos, y existe un alto riesgo de que se produzcan deslizamientos en sus taludes. Tienen una capacidad de carga baja y pueden dar lugar a asentamientos de tipo medio-alto. Los materiales del grupo G1 son encharcables e inundables. Forman este grupo los conjuntos litológicos C1, D1 y G1.

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

Esta Zona está constituida básicamente por materiales cuaternarios pertenecientes a los depósitos de terrazas y aluviales de los ríos más importantes del Tramo de Estudio, por los materiales del grupo C1 (en el sector noroccidental de la Zona) y por los aluviales de los ríos Cueva y Valderaduey. El resto de los grupos ocupan una extensión reducida, por lo que su incidencia es pequeña.

De acuerdo con lo anterior, son los materiales de los grupos A1, T1, T2, T3, T4, T5 y T6 los que inciden más directamente a la hora de proyectar una obra de tipo lineal en esta Zona. Presentan problemas de erosionabilidad, niveles freáticos altos y desmoronamientos y caídas de cantos en sus taludes. En los grupos A1 y T1 hay que añadir que son localmente inundables. Los valores de su capacidad de carga y de sus asentamientos son de tipo medio. En zonas donde estos materiales tienen una potencia escasa es frecuente que se produzcan encharcamientos debido a la proximidad del sustrato impermeable. En estos casos habrá que tener en cuenta las posibles variaciones negativas que se puedan producir en sus valores de la capacidad portante y de los asentamientos, tanto por la existencia de agua como por la presencia cercana del sustrato arcilloso.

Los materiales del grupo A2 se caracterizan por ser inundables y plásticos, y por tener riesgo de deslizamientos. Presentan una capacidad de carga baja, y los asentamientos a que pueden dar lugar son medios-altos.

Los demás grupos cuaternarios, C1, D1 y G1, presentan problemas de erosionabilidad, baja compacidad, baja capacidad portante, asientos de tipo medio-alto, y alto riesgo de deslizamientos en sus taludes a partir de inclinaciones medias. Además de estos problemas geotécnicos, hay que añadir que los materiales del grupo G1 pueden dar lugar a encharcamientos y presentan riesgo de inundaciones en épocas de avenidas o crecidas de los ríos.

Los materiales terciarios solamente aparecen en algún «escalón» entre terrazas y en las vertientes de los valles, por lo que su incidencia será mínima, si bien hay que tener en cuenta la formación de cárcavas y los posibles deslizamientos y caídas de bloques cementados que pueden originarse, debido precisamente a las características de las zonas donde aparecen (vertientes pronunciadas de valles).

### 3.3. ZONA 3: ZONA DE RELIEVES SUAVES Y DE ALTURA MEDIA ELEVADA.

#### 3.3.1. Geomorfología.

La Zona 3 se encuentra situada en el sector centro-occidental del Tramo de estudio, repartiéndose entre las provincias de León y Valladolid en unas proporciones aproximadas del 95 % y 5 %, respectivamente.

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

| Nº  | Hoja                  | Cuadrantes |
|-----|-----------------------|------------|
| 195 | Mansilla de las Mulas | 1 (parte)  |
| 195 | Mansilla de las Mulas | 2 (parte)  |
| 195 | Mansilla de las Mulas | 3 (parte)  |
| 195 | Mansilla de las Mulas | 4 (parte)  |
| 196 | Sahagún               | 3 (parte)  |
| 233 | Valencia de Don Juan  | 1 (parte)  |
| 234 | Villada               | 4 (parte)  |

En la figura 3.27 se muestra la extensión y ubicación de la Zona 3 dentro del Tramo, así como la situación de un bloque-diagrama y de dos cortes geológicos esquemáticos realizados en la misma.

Morfológicamente la Zona 3 se caracteriza por estar constituida por una amplia llanura suavemente alomada, de altura media relativamente elevada, 840 m, y surcada por arroyos que rompen su monotonía.

Desde el punto de vista de su génesis, esta Zona presenta la particularidad de que está constituida por depósitos de tipo «raña», los cuales son reliquias de antiguos abanicos aluviales depositados durante el Plioceno Superior (y posiblemente Pleistoceno más inferior) sobre una superficie de erosión originada en el Plioceno Inferior.

Presenta una morfología ligeramente convexa, alcanzando una altura máxima de 890 m en su extremo noreste, a partir del cual la cota topográfica va disminu-

yendo progresivamente en todas las demás direcciones, hasta alcanzar en el Sur del arroyo de la Vega su cota mínima, 770 m.

Si observamos detenidamente la Zona 3, vemos que se pueden definir dos áreas ligeramente distintas, cuyo límite es el paralelo que pasa, aproximadamente, por el municipio de El Burgo Ranero. El área norte se caracteriza por presentar un relieve prácticamente llano, inclinado ligeramente hacia el Oeste, y con escasa presencia de arroyos. El área sur, sin embargo, llama la atención por los numerosos arroyos que nacen en ella, lo que origina un relieve más pronunciado y alomado, que va acentuándose a medida que nos desplazamos hacia el Sur y Sureste, como consecuencia de una incisión más activa de las aguas de dichos arroyos.

La mayoría de los arroyos que discurren por esta Zona 3 presentan una dirección NNW-SSE, y en menor proporción NE-SW, y están caracterizados por recorrer, la mayoría de ellos, valles en artesa, alguno de ellos asimétrico, y con su vertiente derecha más tendida que la izquierda.

El arroyo más importante que presenta esta Zona es el de la Vega, que incluso ha llegado a desarrollar tres niveles de terrazas, T3, T4 y T5. Este arroyo, junto con los demás, son tributarios del río Cea.

### 3.3.2. **Tectónica.**

Los materiales terciarios que constituyen el sustrato de esta Zona presentan una disposición horizontal o subhorizontal, sin prácticamente deformación, debido al marcado carácter atectónico de esta área.

Los materiales plio-cuaternarios presentan, a escala regional, una ligera inclinación hacia el Sur, como consecuencia de haberse depositado a partir de abanicos aluviales, presumiblemente sobre una superficie de erosión postpon-tiense.

En la figura 3.28 se muestra un bloque-diagrama esquemático de la Zona 3, así como dos cortes, también esquemáticos, litológico-estructurales.

### 3.3.3. **Columna estratigráfica**

Los grupos litológicos existentes en la Zona 3 se muestran en la columna estratigráfica representada en la figura 3.29.

### 3.3.4. **Grupos litológicos.**

#### ALUVIALES LIMO-ARCILLOSOS, (A2).

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

#### COLUVIALES DE CARVAJAL DE LA LEGUA, (C1).

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

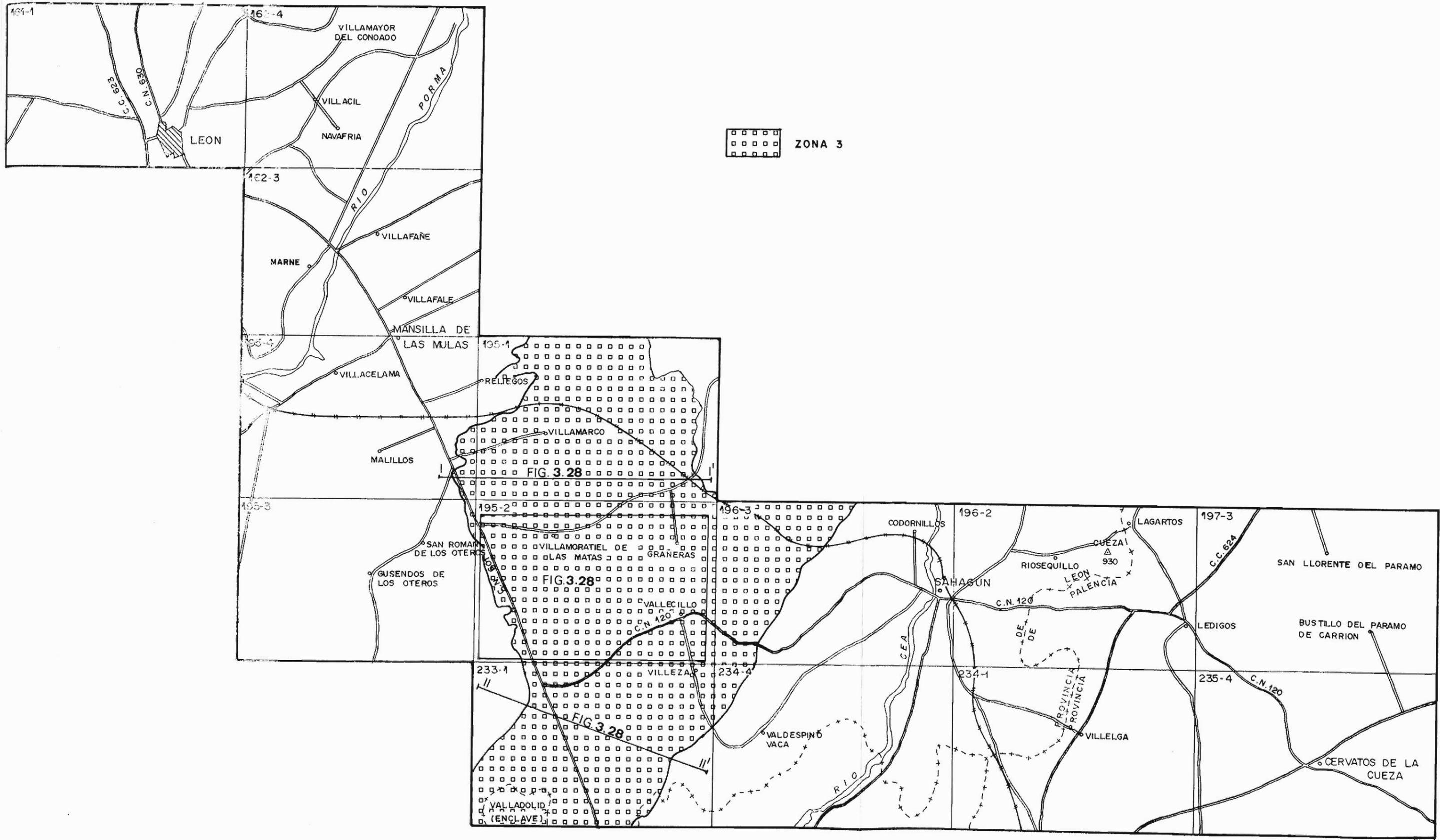
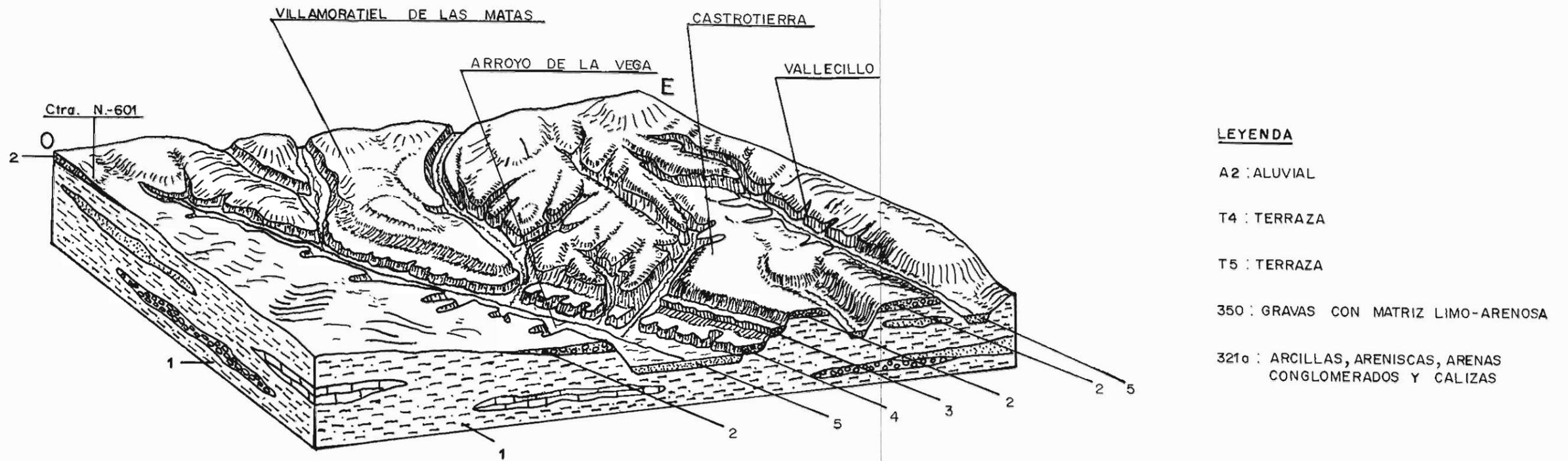
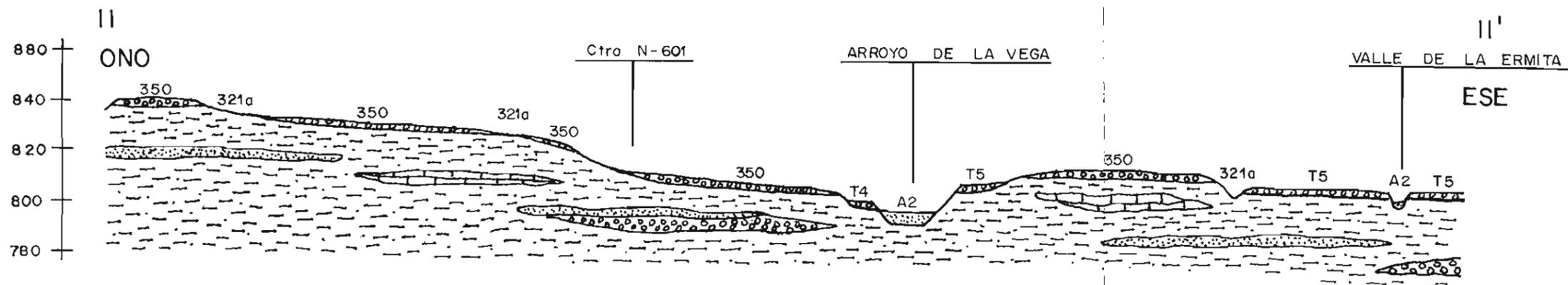
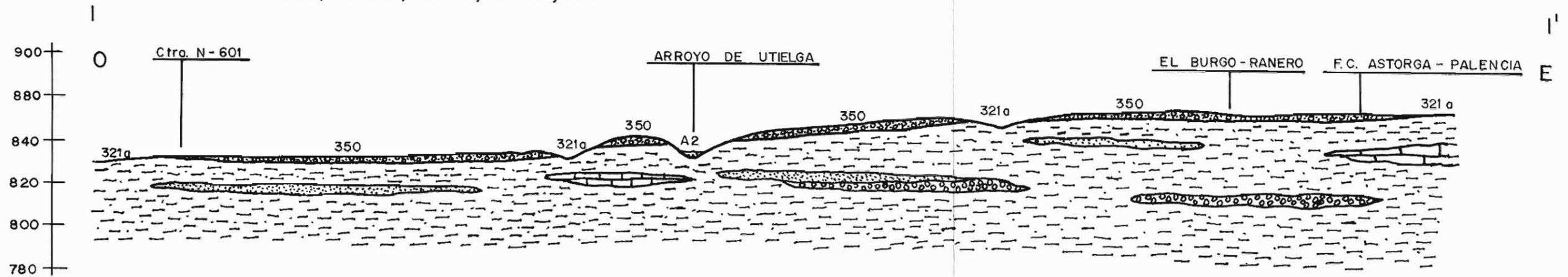


Fig. 3.27.— Esquema de situación de la Zona 3, de un bloque-diagrama y de dos cortes geológicos esquemáticos realizados en la misma.



BLOQUE - DIAGRAMA ESQUEMATICO PARCIAL DE LA ZONA 3  
 1:321a ; 2:350 ; 3:T5 ; 4:T4 ; 5:A2



CORTES GEOLOGICOS ESQUEMATICOS DE LA ZONA 3

Fig. 3.28

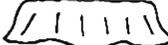
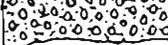
| COLUMNA ESTRATIGRAFICA  | DESCRIPCION  | EDAD             | GRUPO LITOLOGICO | GRUPO GEOTECNICO |
|---|--|------------------|------------------|------------------|
|    | Aluvial de limos arcillosos con gravas cuarcíticas.  | Cuaternario      | A2               | G1               |
|    | Coluvial de cantos de cuarcita con matriz arcillo-limosa.  | Cuaternario      | C1               | G4               |
|    | Coluvial de cantos de cuarcita con matriz limo-arenosa.  | Cuaternario      | C2               | G4               |
|    | Glacis de limos arcillosos con cantos dispersos de cuarcita.   | Cuaternario      | G1               | G4               |
|    | Terraza de gravas de cuarcita y arenisca con matriz arcillo-arenosa.   | Cuaternario      | T3               | G3               |
|  | Terraza de gravas de cuarcita y arenisca con matriz limo-arenosa.  | Cuaternario      | T4               | G3               |
|  | Terraza de gravas cuarcíticas con matriz limo-arenosa.   | Cuaternario      | T5               | G3               |
|  | Gravas cuarcíticas con matriz limo-arenosa.  | Plio-cuaternario | 350              | G3               |
|  | Alternancia irregular de arcillas ligeramente arenosas, areniscas, arenas, conglomerados y calizas arcillosas. | Mioceno Medio    | 321a             | G2               |

Figura 3.29.— Columna estratigráfica de la Zona 3.

## COLUVIALES DEL ALTO DE VILLANUEVA, (C2).

**Litología.**— Bajo este epígrafe se ha agrupado a una serie de materiales coluviales que tienen una escasa representación a lo largo de todo el Tramo, y que litológicamente se caracterizan por estar constituidos por gravas cuarcíticas empastadas por una matriz limo-arenosa de color marrón rojizo.

Los cantos, que suelen estar en menor proporción que la matriz, son redondeados y subredondeados, heterométricos, y no superan, generalmente, los 15 cm de diámetro.

La potencia de este grupo es difícil de calcular debido a sus malas condiciones de afloramiento, pero se estima que es inferior a 4 m.

**Estructura.**— Estos materiales carecen de ordenación interna, y se adaptan a la superficie topográfica sobre la que se depositan, tal y como se muestra en la figura 3.30.

**Geotecnia.**— Este grupo se caracteriza por presentar una permeabilidad media, fácil ripabilidad, baja compacidad y alta erosionabilidad. El drenaje en profundidad es de tipo medio, y la escorrentía superficial está en función de la pendiente topográfica que presente. Su capacidad portante es baja y los asientos son de magnitud media-alta.

Los taludes naturales aparecen estables para inclinaciones de 20º, y aunque no se han observado taludes artificiales, es de suponer que a partir de inclinaciones medias presenten riesgo de deslizamientos.

## GLACIS DE ARROYO DE LA VEGA, (G1).

**Litología.**— En la margen izquierda del río Valderaduey y del arroyo de la Vega, aparece una serie de superficies prácticamente planas y ligeramente incli-

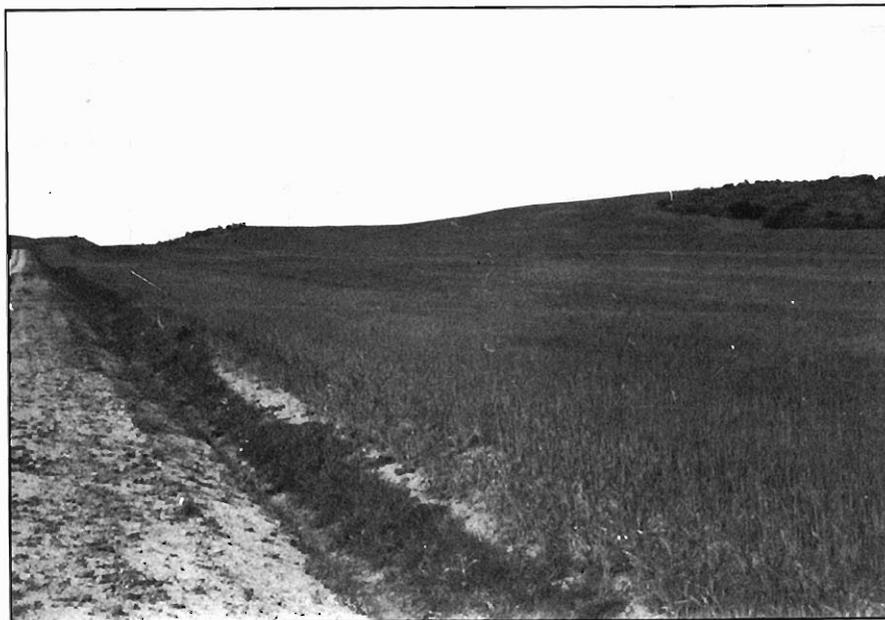


Fig. 3.30.— Aspecto general del grupo C2 en el Alto de Villada (Hoja 235-4).

nadas hacia el Oeste, que enlazan los relieves miocenos con los aluviales de los ríos, y que están ocupadas por depósitos de tipo glaci.

Estos depósitos están constituidos litológicamente por limos arcillosos de color ocre, que contienen cantos dispersos de cuarcita. Los cantos aparecen en escasa proporción, son redondeados y subredondeados, y sus diámetros no son superiores a los 10 cm.

Dadas las condiciones de afloramiento, su potencia es difícil de calcular. Se estima que está comprendida entre 2 y 3 m, aproximadamente.

**Estructura.**— Este grupo carece de ordenación interna, y presenta una superficie plana y ligeramente inclinada hacia el río, tal y como puede apreciarse en el esquema de la figura 3.31.

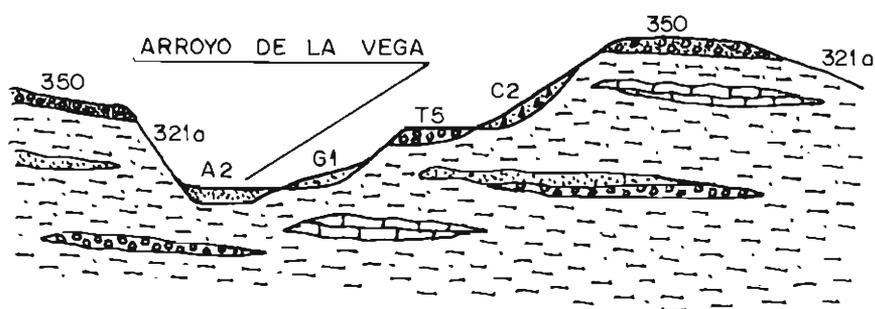


Fig. 3.31.— Corte geológico esquemático del grupo G1 en el arroyo de la Vega (Hoja 233-1).

**Geotecnia.**— Este grupo se caracteriza por tener una capacidad de carga baja y unos asientos de tipo medio-alto. Además tiene baja compacidad, alta erosionabilidad, es fácilmente ripable y prácticamente impermeable, con problemas de encharcamientos y de inundabilidad local en épocas de crecida o avenida de los ríos.

Los taludes naturales observados presentan inclinaciones inferiores a los 5° y son estables, pero es de suponer que a partir de inclinaciones medias presenten riesgos de deslizamientos debido a la litología y a la baja compacidad de los materiales.

TERRAZAS DE ESLA, (T3).

TERRAZAS DE VALDERADUEY, (T4).

TERRAZAS DE CEA, (T5).

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

RAÑA DE EL BURGO RANERO, (350).

**Litología.**— Bajo este nombre se denomina a una serie de materiales que recubren prácticamente en su totalidad esta Zona 3 del Tramo, y que se presentan

en extensos afloramientos en áreas llanas o instalados en la cima plana de algunos cerros-testigo que todavía no han sido desmantelados por la erosión.

Este grupo está litológicamente constituido por gravas cuarcíticas empastadas por una matriz limo-arenosa de color ocre y rojizo

Los cantos de cuarcita, que presentan un alto índice de desgaste, son redondeados y subredondeados, muy heterométricos, y con tamaños que varían entre 1 y 20 cm, si bien son abundantes los comprendidos entre 9 y 12 cm (figura 3.32). Ocasionalmente los cantos se hallan teñidos por una pátina de óxidos de hierro, lo que les confiere tonalidades rojizas características.

Localmente, estos materiales presentan una cementación calcárea, dando lugar a la formación de pudingas, tal y como ocurre en las inmediaciones del municipio de Castrovega de Valmadrigal (Hoja 233, cuadrante 1).

Este grupo tiene una potencia muy variable, que está comprendida entre 1 y 20 m.



Fig. 3.32.— Detalle del grupo 350 en el Alto de la Nota (Hoja 235-4).

**Estructura.**— El conjunto carece de ordenación interna, y, generalmente, presenta una disposición horizontal o subhorizontal, con una ligera inclinación, a escala regional, hacia el Sur.

Excepcionalmente, y en zonas concretas, el contacto de estos materiales con los del Mioceno aparece con un cierto buzamiento, tal y como puede apreciarse en la figura 3.33.

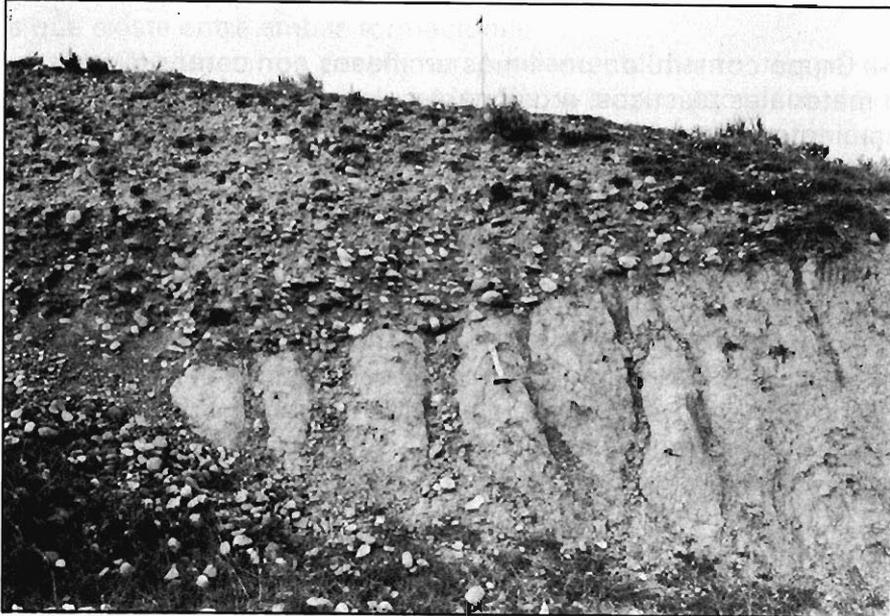


Fig. 3.33.— Detalle del contacto entre el grupo 350 y el 321b, en la carretera de Villabine a Solanilla.

**Geotecnia.**— En líneas generales, este grupo se caracteriza por ser erosionable y fácilmente ripable. Los valores de la capacidad portante y de los asentamientos son de tipo medio. En los lugares en que está cementado, no es erosionable, ni ripable, y su capacidad portante es alta.

Los materiales de esta formación poseen una permeabilidad media-alta, y suelen contener acuíferos a escasa profundidad. Se producen fenómenos de encharcamientos en las áreas en que su potencia es escasa debido a la proximidad del sustrato arcilloso. En estas últimas condiciones varían negativamente los valores de la capacidad portante y de los asentamientos, debido a las causas expuestas (presencia de agua y cercanía del sustrato).

En los taludes pueden producirse problemas de pequeña magnitud, generalmente por desmoronamiento de sus bordes y por caídas de cantos o de bloques cementados. Han sido observados taludes naturales bajos, estables e inestables, y con inclinaciones de 45°, y taludes naturales medios, estables y con inclinaciones de 30° a 35°.

Localmente esta formación puede explotarse como yacimiento granular.

ARCILLAS, ARENISCAS, ARENAS, CONGLOMERADOS Y CALIZAS DE VILLALCON, (321a).

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

### 3.3.5. Grupos geotécnicos.

Teniendo en cuenta los diferentes grupos litológicos definidos en esta Zona, así como sus respectivas características geotécnicas, se han definido los siguientes grupos geotécnicos.

G1.— Grupo constituido por limos arcillosos con cantos dispersos de cuarcita. Son materiales plásticos, erosionables, inundables y que presentan riesgos de deslizamientos. Tienen baja capacidad portante y pueden dar lugar a asientos de tipo medio-alto. Forma este grupo el conjunto litológico A2.

G2.— Grupo constituido por arcillas ligeramente arenosas, con intercalaciones de areniscas, arenas, conglomerados y calizas. Son materiales erosionables y que presentan formas de acarcavamiento. Los valores de su capacidad portante y los asientos a que pueden dar lugar son de tipo medio, y existe la posibilidad de que se produzcan deslizamientos y caídas de bloques cementados, por descalce.

En zonas deprimidas u horizontales se producen encharcamientos y, a consecuencia de ello, variaciones negativas en sus valores de capacidad portante y de asientos. Forma este grupo el conjunto litológico 321a.

G3.— Grupo constituido por gravas cuarcíticas con matriz arcillo-arenosa y limo-arenosa. Son materiales erosionables, medianamente permeables y que contienen acuíferos definidos a escasa profundidad. En las áreas en que estos materiales tienen una escasa potencia se producen encharcamientos debido a la proximidad del sustrato impermeable. Los valores de la capacidad de carga y de los asientos a que pueden dar lugar son de tipo medio, excepto en las áreas encharcadas anteriormente mencionadas, donde dichos valores sufrirán modificaciones negativas. Se han observado desmoronamientos y caídas de cantos en sus taludes. Forman este grupo los conjuntos litológicos T3, T4, T5 y 350.

G4.— Grupo constituido por limos arcillosos con cantos dispersos de cuarcita, y por cantos cuarcíticos trabados por una matriz arcillo-arenosa o limo-arenosa. Son materiales erosionables y poco compactos, y existe un alto riesgo de que se produzcan deslizamientos en sus taludes. Tienen una capacidad de carga baja y pueden dar lugar a asientos de tipo medio-alto. Los materiales del grupo G1 son encharcables e inundables. Forman este grupo los conjuntos litológicos C1, C2 y G1.

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

La Zona 3 se caracteriza por estar constituida en su mayor parte por materiales tipo «raña» y, en menor proporción, por materiales correspondientes a terrazas, coluviones, glaciares, y aluviales de arroyos, y por materiales terciarios que han quedado al descubierto por la acción erosiva de las aguas de arroyada.

Los materiales tipo «raña» son erosionables, tienen acuíferos a escasa profundidad, y su capacidad de carga y los asientos a que pueden dar lugar son de magnitud media. Los taludes ejecutados en estos materiales sufren desmoronamientos y caídas de cantos al pie de los mismos. Estos materiales poseen una permeabilidad media-alta y sin embargo se pueden ocasionar encharcamientos

en aquellas zonas en que presenten escasa potencia, debido a la proximidad del sustrato impermeable. En estas condiciones desfavorables (presencia de agua y cercanía del sustrato arcilloso), los valores de la capacidad portante y de los asientos sufren modificaciones negativas. Estos problemas geotécnicos se pueden extender a las pequeñas terrazas que aparecen en la Zona, dada la similitud litológica que existe entre ambas formaciones.

Los materiales terciarios presentan, fundamentalmente, riesgo de deslizamientos y de caídas de bloques cementados, y sufren procesos de acarreamiento y de erosión, ya que normalmente afloran en las vertientes de arroyos y barrancos de pendientes pronunciadas. La capacidad portante y los asientos a que pueden dar lugar son de tipo medio.

Los demás materiales cuaternarios (grupos C1, C2 y G1) ocupan extensiones muy reducidas, y se caracterizan por su baja compacidad y su baja capacidad portante. Además tienen asientos de tipo medio-alto y alto riesgo de deslizamientos en taludes a partir de inclinaciones medias. Los materiales del grupo G1 pueden presentar problemas de encharcamientos y existe el riesgo de que se inunden en épocas de avenidas.

## **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 de Estudio (ver apartado 2.2 de Topografía), solamente la primera de ellas, y fundamentalmente su sector noroccidental, presenta ciertos problemas topográficos a la hora de proyectar una carretera.

En este sector de esta primera zona y a partir del paralelo que pasa aproximadamente por el municipio de Villaturiel, Hoja 162-3, y hacia el Norte, el terreno se hace más abrupto debido a la acción erosiva de los grandes ríos, dando lugar a los desniveles más acusados de todo el Tramo. El mayor problema reside en la comunicación de las zonas llanas y deprimidas de los valles fluviales con la superficie tabular de los páramos, ya que la articulación se produce por medio de taludes bastantes pronunciados, en la mayoría de los casos, y con desniveles que normalmente no suelen superar los 100 m, aproximadamente. Este problema queda parcialmente paliado debido a la existencia de los grandes corredores que proporcionan los valles de los ríos principales, si bien la opción de llevar el trazado de las carreteras por estos corredores significa un aumento de longitud de éste. También se pueden aprovechar, en gran parte, los valles de los ríos y arroyos de menor orden que enlazan los valles principales con los páramos.

Los demás sectores de esta primera zona, así como las demás zonas topográficas anteriormente mencionadas, no presentan problemas de gran importancia, salvo el paso de algunos valles o cerros tabulares, que exigen salvar desniveles generalmente inferiores a 30 m en cortas distancias.

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

Los problemas geomorfológicos que presenta el Tramo de estudio están relacionados directamente con su topografía, y desde el punto de vista de los problemas que se plantean, se puede dividir el Tramo en dos grandes unidades.

La primera de ellas comprende las zonas que presentan desniveles topográficos importantes, tal como el sector noroccidental de la Zona 1 y las áreas concretas que corresponden a los valles y cerros repartidos por los demás sectores del Tramo. La segunda unidad corresponde a las zonas de topografía prácticamente horizontal.

La primera unidad plantea problemas de estabilidad de taludes, tanto por la existencia de deslizamientos en las laderas, como por descalce de bloques cementados. En esta unidad los materiales también sufren una erosión más intensa, y dan lugar a formas de acarcavamiento, tal y como puede apreciarse en la figura 4.1.



Fig. 4.1.— Acarcavamiento típico de los materiales del grupo 321a en las inmediaciones de Sahagún.

También existe riesgo de deslizamientos en las vertientes de los valles de los ríos y arroyos, debido a que normalmente presentan inclinaciones bastante fuertes. Este riesgo suele ser mayor en la margen izquierda de estos valles, debido a la forma en artesa asimétrica que tienen muchos de ellos, con su ladera izquierda más inclinada que la derecha.

La morfología horizontal, que caracteriza a la segunda unidad definida, no constituye por sí misma un problema geomorfológico, pero unida a ciertas características (litología y permeabilidad, entre otras) que presentan sus materiales, da origen a un problema geotécnico: los fenómenos de encharcamiento.

Los aluviales de los ríos principales y, en menor medida, los materiales del grupo T1, sufren inundaciones esporádicas, aunque raras, ya que generalmente se trata de un régimen fluvial bastante estable.

#### 4.3. RESUMEN DE PROBLEMAS GEOTECNICOS.

Los materiales que aparecen en el Tramo León-Carrión de los Condes van a plantear los siguientes problemas geotécnicos.

Los materiales terciarios de composición mayoritariamente arcillosa (pertenecientes a los grupos 321a y 321b) se caracterizan por presentar un alto riesgo de deslizamientos y de caídas de bloques cementados, fundamentalmente en el sector noroccidental de la Zona 1. Frecuentemente, en los taludes aparecen pequeños deslizamientos de forma concoidea, tal y como puede apreciarse en las figuras 4.2 y 4.3.

Estos materiales son erosionables, con formación de cárcavas, encharcables en zonas llanas o deprimidas (figura 4.4), y tienen una capacidad portante y unos

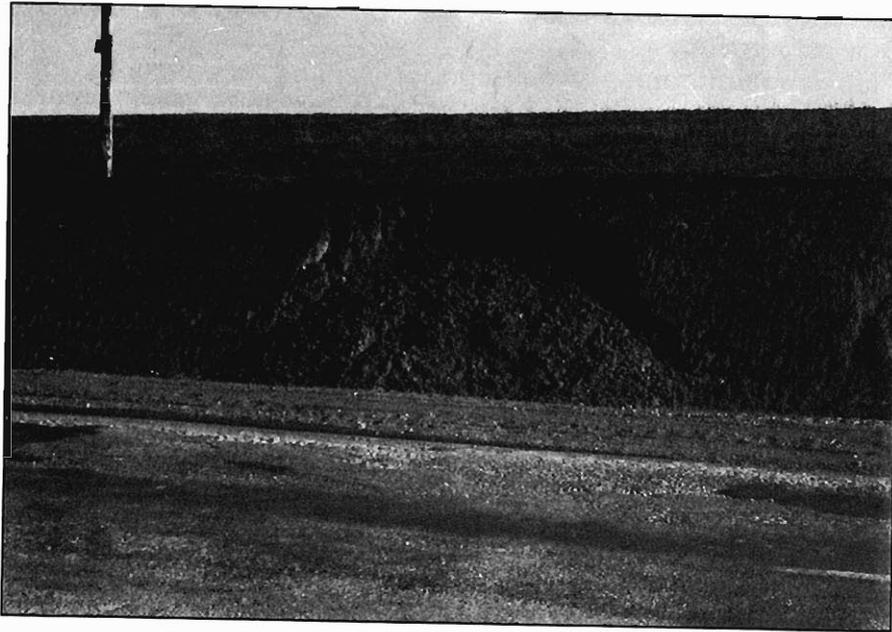


Fig. 4.2.— Deslizamiento en un talud del grupo 321a en la carretera N-120 entre Gordaliza del Pino y Vallecillo.



Fig. 4.3.— Pequeño deslizamiento producido en un talud del grupo 321a en la carretera N-120, en las inmediaciones de Ledigos.

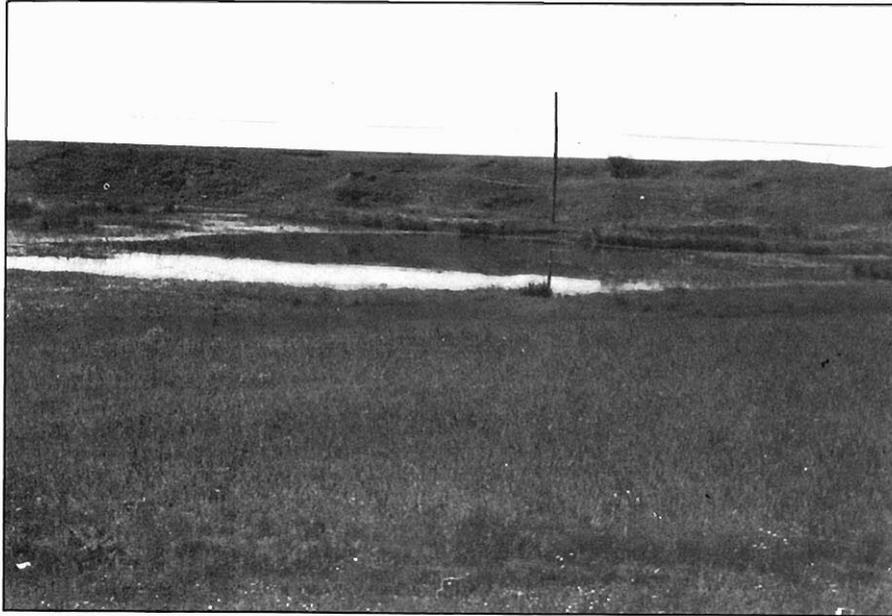


Fig. 4.4.— Encharcamientos producidos en el grupo 321a.

asientos de tipo medio. En las zonas encharcadas los valores de la capacidad de carga y de los asientos sufren modificaciones negativas debido a la saturación de agua.

Los materiales A1, T1, T2, T3, T4, T5, T6 y 350 tienen litologías similares y, a consecuencia de ello, también son semejantes sus problemas geotécnicos. Estos materiales presentan pequeños desmoronamientos y caídas de cantos en sus taludes, son erosionables, y con frecuencia presentan niveles freáticos altos. Los grupos A1 y T1 son además parcialmente inundables. Debido a que estos materiales descansan sobre un sustrato arcilloso impermeable, se plantean problemas de encharcamientos cuando dichos materiales tienen una potencia escasa. En este caso la capacidad portante y los asientos, que normalmente son de tipo medio, sufren modificaciones negativas.

Los materiales correspondientes al grupo A2 se caracterizan por ser plásticos e inundables, y por presentar riesgo de deslizamientos en sus taludes a partir de inclinaciones medias. Su capacidad de carga es baja, y pueden dar lugar a asientos de tipo medio-alto.

Los demás grupos cuaternarios, constituidos por coluviales, conos de deyección y glaciares, presentan generalmente una baja compacidad, lo que les confiere una baja capacidad portante y hace que los asientos a que pueden dar lugar varíen entre medios y altos, además de significar un alto riesgo de deslizamientos en sus taludes. La importancia de estos problemas se ve paliada por la escasa representación que algunos de estos grupos tienen a lo largo del Tramo, y por tanto, la pequeña repercusión en el trazado de una vía de comunicación.

#### 4.4. CORREDORES DE TRAZADO SUGERIDOS.

Como resultado del análisis topográfico y geomorfológico del Tramo de estudio, se llega a la consideración de una serie de corredores alternativos que enlazan los sectores de León y Carrión de los Condes.

El primero de ellos tiene su origen en la carretera comarcal 623, al Norte de León, y discurre, una vez cruzado el río Torio, paralelamente al río Bernesga por su margen izquierda, siguiendo la traza de la carretera que une León y Villarroañe, hasta que alcanza esta última localidad. A partir de aquí, el corredor gira en sentido Sureste hasta la altura de la localidad de Calzada del Coto, donde enlaza con la carretera N-120, para seguir su traza hasta 0,5 km al Sur de Calzadilla de la Cueva, girando seguidamente en sentido Este hasta volver a enlazar con la carretera N-120 a la altura de Monte Carrión (Hoja 235-4).

Este corredor no presenta prácticamente obstáculos de tipo topográfico, y sólo tiene pequeños problemas puntuales al cruzar algún valle, como por ejemplo el del río Cea, o el arroyo y río de la Cueva, o algún cerro tabular, como el situado entre el río y el arroyo últimos mencionados.

Los problemas geotécnicos más importantes se plantean cuando el corredor discurre sobre materiales pertenecientes al grupo 321a, como ocurre con el tramo comprendido entre dos kilómetros al Este de Sahagún y Calzadilla de la Cueva, ya que pueden surgir problemas de deslizamientos, caídas de bloques cementados, acarcavamiento, encharcamientos y asientos. Los posibles problemas de deslizamientos, descalce de bloques y acarcavamiento también son patentes en las vertientes pronunciadas de los ríos y arroyos donde afloran los materiales miocenos.

En su tramo final, este corredor discurre 800 m aproximadamente por materiales pertenecientes al grupo C1 (coluvión de Monte Carrión), hecho que provoca la existencia de problemas de estabilidad de taludes, tales como erosionabilidad y deslizamientos, a la vez que también se plantean problemas de asientos y aterramiento de cunetas.

Otros problemas que pueden plantearse son los relacionados con las inundaciones esporádicas que pueden sufrir los aluviales de los ríos principales (grupo A1), y, raramente, parte de las terrazas bajas (grupo T1). Al discurrir sobre los materiales pertenecientes a los aluviales de los ríos de menor orden (grupo A2), habrá que tener en cuenta su inundabilidad, plasticidad y el riesgo de deslizamientos y de asientos.

En este trazado existen dificultades adicionales que atañen a la ejecución de la obra, tal y como puede ser el paso de los ríos Bernesga, Torio y Esla, que exigen la construcción de grandes puentes, así como salvar el cruce con el ferrocarril de la línea León-Palencia, a la altura de la estación de Santas Martas y en Sahagún. Parte de estas dificultades pueden paliarse si se aprovecha la infraestructura de las carreteras ya existentes en la zona.

Un segundo corredor dentro del Tramo es aquel que tiene su origen en la carretera N-630, al Norte de León, para enlazar, al Sur de esta localidad, con la carretera N-601 y seguir de forma aproximada su traza hasta la localidad de Mansilla de las Mulas. Aquí gira en sentido ESE hasta pasar la localidad de Codornillos, donde enlaza en primer lugar con la carretera comarcal 611, y en segundo lugar con la carretera N-120 a la altura de Sahagún. A partir de este punto, el corredor sigue la traza de esta carretera nacional hasta su km 227

aproximadamente, donde gira hacia el Sur, primero, y seguidamente hacia el Sureste, para, una vez pasada la población de Arroyo, y bordeando los Altos de Majuelo y de Tordemata (Hojas 196-2 y 235-4), enlazar con la carretera N-120 a la altura de Quintanilla de la Cueva y seguir su trazado hasta las inmediaciones de Monte Carrión (Hoja 235-4).

A pesar de que este corredor tiene su inicio en uno de los sectores más accidentados del Tramo, no se plantean obstáculos topográficos importantes, ya que el paso, por ejemplo, de León a Villarente se realiza casi periféricamente a los relieves miocenos. En el resto del trazado no se presentan prácticamente obstáculos de tipo topográfico.

Las dificultades geotécnicas que plantea este corredor son mayores que las del anterior, ya que gran parte del recorrido desde su inicio hasta la localidad de Villarente se realiza por materiales de los grupos 321a y 321b, así como el tramo situado entre dos kilómetros al Este de Sahagún y Cervatos de la Cueva, que discurre por materiales del grupo 321a. En estos tramos se plantean problemas de deslizamientos, caídas de bloques cementados, acarcavamiento, encharcamientos y asientos. Los problemas de deslizamientos, descalces de bloques cementados y acarcavamiento son más probables en el primer sector mencionado y en las vertientes de los valles de pendientes acusadas, mientras que los problemas de encharcamientos, y como consecuencia, de asientos, son más frecuentes en el segundo tramo, debido a su relieve menos pronunciado.

Cuando este trazado discurre por los materiales de los grupos A1 y T1 habrá que tener en cuenta las posibles inundaciones esporádicas que pueden sufrir, fundamentalmente el primero de ellos; y cuando discurre por los materiales del grupo A2 se tendrá en cuenta su plasticidad, erosionabilidad, inundabilidad y el riesgo de deslizamientos y asientos.

En su tramo final presenta los mismos problemas que el corredor anterior, ya que confluyen los dos en su fase terminal.

Con respecto al corredor anteriormente sugerido, este segundo tiene el inconveniente de que discurre durante más espacio sobre materiales terciarios (grupos 321a y 321b), y tiene la ventaja de que no cruza en ningún punto la línea férrea León-Palencia, además de que puede aprovecharse la infraestructura ya existente para los pasos de los ríos principales en el sector noroccidental del Tramo. Sin embargo, no puede aprovecharse ninguna estructura previa para el paso del río Cea a la altura del municipio de Codornillos.

El tercer corredor sugerido coincide en su mayor parte con las trazas de las carreteras que actualmente enlazan los sectores de León y de Carrión de los Condes. Su origen lo tiene en la carretera N-620, para enlazar al Sur de León con la carretera N-601 y seguir su traza hasta la localidad de Mansilla de las Mulas, donde gira hacia el Sureste hasta que alcanza la carretera N-120 a la altura del pueblo de Calzada del Coto. A partir de aquí sigue prácticamente la traza de esta carretera hasta las inmediaciones de Monte Carrión (Hoja 235-4).

Este trazado tiene prácticamente las mismas características geomorfológicas y geotécnicas que el segundo corredor sugerido, y solamente cabe añadir el riesgo de que se produzcan deslizamientos y caídas de bloques cementados al atravesar un cerro tabular situado entre el arroyo y el río de la Cueva. Además habrá que tener en cuenta la plasticidad, inundabilidad y el riesgo de deslizamientos y de asientos en el tramo comprendido entre el km 222 de la carretera N-120

y la localidad de Quintanilla de la Cueva, ya que este corredor discurre en dicho tramo sobre materiales del grupo A2.

Este tercer corredor sugerido tiene la ventaja de que se puede aprovechar la infraestructura de las carreteras y puentes existentes, y la desventaja de que cruza dos veces la línea férrea anteriormente mencionada, una a la altura del arroyo de Valdearcos (Hoja 195-1), y otra en la localidad de Sahagún.

Si bien el presente Estudio Previo de Terrenos presenta una distribución espacial de dirección NW-SE aproximadamente, se sugieren a continuación dos corredores, a escala regional, de dirección N-S.

El primero de ellos, que corresponde al cuarto corredor propuesto, tiene su origen en la carretera comarcal 623, y sigue el mismo itinerario que el primer corredor sugerido hasta que alcanza la localidad de Villaroaño. A partir de aquí sigue en dirección Sur, prácticamente paralelo a la carretera comarcal que se dirige a Valencia de Don Juan.

Este corredor no presenta dificultades de tipo topográfico, ya que discurre en su totalidad por zonas de topografía llana. Litológicamente, se caracteriza por atravesar, en la totalidad de su recorrido, materiales pertenecientes a los grupos A1, T1, T2, T3, y, en menor proporción, D1. Por tanto, los problemas geotécnicos que pueden presentarse son de inundabilidad en los materiales de los grupos A1 y T1, y los derivados de la existencia de niveles freáticos altos. También pueden plantearse problemas de erosionabilidad y de pequeños desmoronamientos y caídas de cantos en sus taludes. En aquellas zonas en que estos materiales tienen una potencia escasa se producen encharcamientos, y por tanto se pueden provocar variaciones desfavorables en sus valores de la capacidad de carga y de los asientos.

A la altura del municipio de Cubillas de los Oteros (Hoja 195-3), este corredor discurre 1 km aproximadamente por materiales del grupo D1, por lo que habrá que tener en cuenta, dado que son materiales poco compactos, la existencia de riesgo de deslizamientos en sus taludes, la capacidad de carga baja que presentan y los asientos de tipo medio-alto a que dan lugar.

En cuanto a puntos importantes del trazado, este corredor exige la construcción de puentes para salvar los cauces de los ríos Esla, Torio y Bernesga, así como también requiere un paso para salvar la línea férrea León-Palencia en las proximidades del pueblo de Palanquinos. Estas dificultades de paso quedan parcialmente paliadas si se utiliza parte de la infraestructura ya existente.

El quinto y último corredor sugerido corresponde al segundo corredor de dirección N-S, y discurre aproximadamente paralelo a una línea imaginaria que uniese un punto situado a 1 km al Oeste de Calzada del Coto, y Melgar de Abajo, municipio situado inmediatamente al Sur de la Hoja 234-4.

Este corredor no plantea inconvenientes de tipo topográfico, ya que también discurre por una zona prácticamente llana, y los arroyos que hay que salvar no presentan un excesivo desarrollo vertical.

Las características geotécnicas de este corredor son las que corresponden a los materiales de los grupos T1, T3, T4 y T5, ya que la mayor parte del mismo discurre sobre dichos materiales. De acuerdo con esto, habrá que tener en cuenta la presencia de niveles freáticos altos, que son terrenos erosionables, y los desmoronamientos y caídas de cantos que se producen en sus taludes. Cuando estos materiales tienen una escasa potencia, se producen encharcamientos a causa del sustrato arcilloso impermeable. En estas condiciones se producen variaciones

negativas en sus valores de la capacidad de carga y de los asientos, que normalmente son de tipo medio. Al discurrir sobre los materiales del grupo T1 habrá que prever que pueden sufrir inundaciones esporádicas.

En las vertientes de los valles de los arroyos afloran materiales del grupo 321a, por lo que habrá que tener en cuenta la formación de cárcavas y los posibles deslizamientos o caídas de bloques cementados que puedan originarse. En el fondo de estos valles existen materiales del grupo A2, y aunque su representación es escasa, hay que subrayar que son materiales plásticos, inundables, que presentan riesgos de deslizamientos en sus taludes, y que tienen una capacidad de carga baja y unos asientos de tipo medio-alto.

Desde el punto de vista de las obras de paso, este corredor no requiere la construcción de grandes puentes o viaductos, si bien es necesario un paso para salvar la línea férrea León-Palencia, al Norte de Calzada del Coto, y otro para salvar el cauce del río Cea, al Sur del Tramo de estudio.

Los cinco corredores sugeridos, numerados del 1 al 5, se muestran en la figura 4.5.

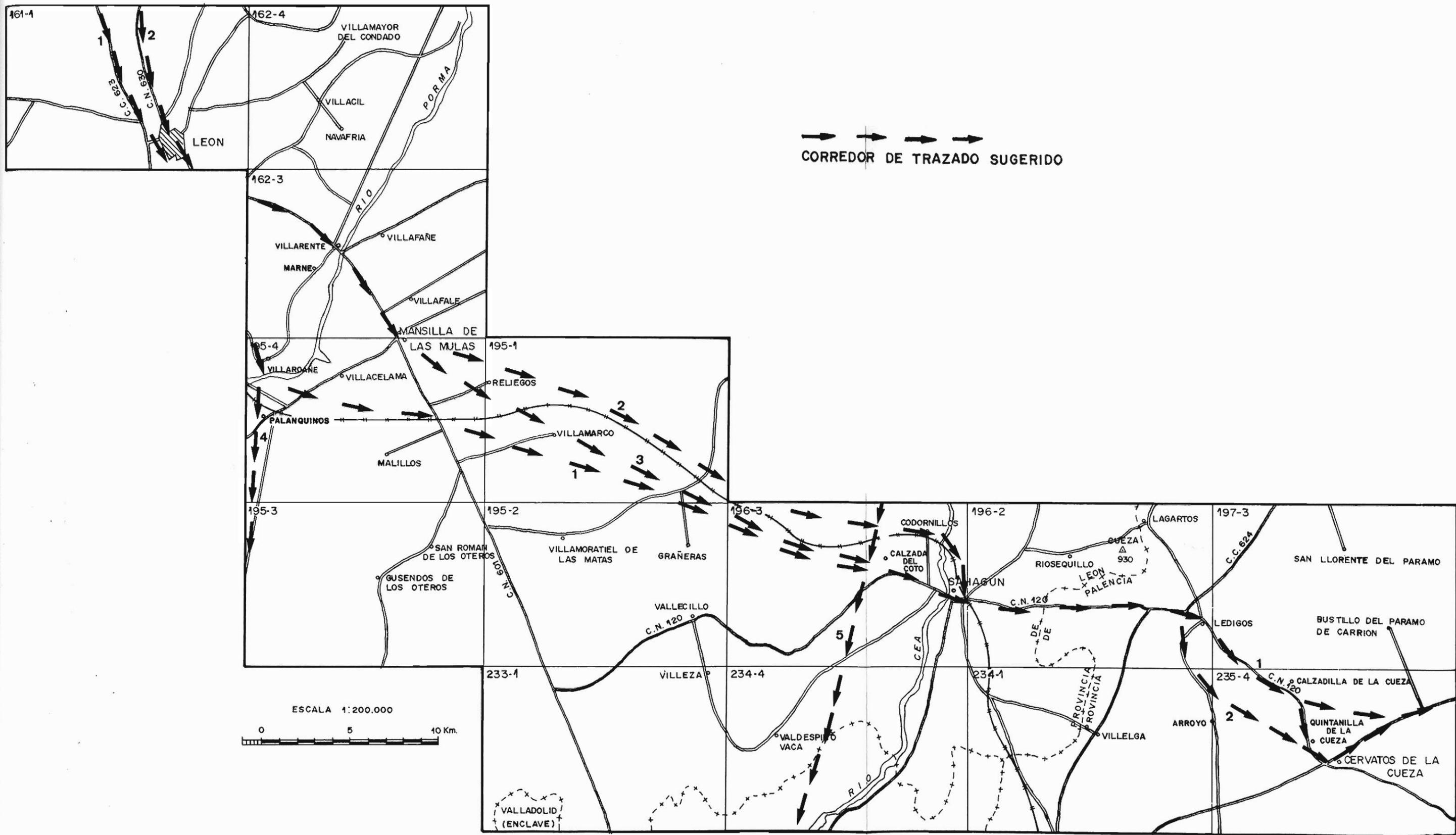


Fig. 4.5.— Esquema de corredores de trazados sugeridos en el Tramo.

# **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 de 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 no aparecen formaciones rocosas susceptibles de ser explotadas, ya que la serie terciaria está constituida fundamentalmente por materiales arcillosos. Tampoco son explotables sus niveles cementados (areniscas y calizas), debido a su poco espesor y a su escasa continuidad lateral.

Localmente se utilizan los materiales arcillosos para cerámica y fabricación de adobe.

### **5.3. YACIMIENTOS GRANULARES.**

A diferencia de lo que ocurre con los yacimientos rocosos, los yacimientos granulares son muy abundantes a lo largo de todo el Tramo. A estos efectos deben considerarse los grupos cuaternarios A1, T1, T2, T3, T4, T5 y T6, y el grupo plio-cuaternario 350.

Estos materiales están ampliamente representados en las Zonas 2 y 3 del Tramo, y la mayoría de ellos presentan una granulometría en la que predomina la fracción grava, por lo que son utilizados como graveras.

El único inconveniente que existe para la explotación de estos materiales es la escasa potencia que frecuentemente presentan.

Las figuras 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 muestran distintos aspectos de la explotación de estos grupos.

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



Fig. 5.1.— Explotación del grupo T1 en las inmediaciones de Galleguillos (Hoja 234-4).



Fig. 5.2.— Explotación de gravas del grupo T3 en Pobladura de Bernesga (Hoja 161-1).

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



Fig. 5.3.— Explotación del grupo T5 en las inmediaciones de la carretera N-120, entre Cervatos de la Cueva y Carrión de los Condes (Hoja 235-4).



Fig. 5.4.— Explotación abandonada del grupo 350 entre Ledigos y Lagartos (Hoja 196-2).

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

En este apartado se incluyen los mismos grupos de materiales que los mencionados en el apartado anterior, ya que por su composición y granulometría son válidos para utilizarlos como materiales de terraplenes y pedraplenes.

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

Los materiales de los grupos C1 y C2 podrían ser aptos para utilizarlos como suelos tolerables, si bien su escasa extensión no hace interesante su explotación.

**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.

**CUADRO RESUMEN DE YACIMIENTOS.**

Como resumen a este capítulo, se adjunta el cuadro-resumen correspondiente a los yacimientos granulares y de materiales para terraplenes y pedraplenes.

**CUADRO-RESUMEN DE YACIMIENTOS GRANULARES Y DE MATERIALES PARA TERRAPLENES Y PEDRAPLENES**

| YACIMIENTO | LOCALIZACION                                  | GRUPO LITOLOGICO | TIPO DE ROCA | ACCESOS                           |
|------------|---|------------------|--------------|-----------------------------------|
| Y-1        | 164-1 Log. 5º 38' 00" O<br>Lat. 42º 40' 00" N | T3               | Gravas       | Cª a Pobladura de Bernesga        |
| Y-2        | 162-6 Log. 5º 28' 30" O<br>Lat. 42º 29' 32" N | T2               | Gravas       | Cª local a Villaturiel            |
| Y-3        | 195-3 Log. 5º 29' 15" O<br>Lat. 42º 20' 30" N | T4               | Gravas       | Cª local a Cubillas de los Oteros |
| Y-4        | 233-1 Log. 5º 13' 30" O<br>Lat. 42º 14' 40" N | 350              | Gravas       | Carretera N-601,<br>P.K. 281+500  |
| Y-5        | 196-3 Log. 5º 6' 30" O<br>Lat. 42º 22' 30" N  | T5               | Gravas       | Cª vecinal a Calzada del Coto     |
| Y-6        | 196-3 Log. 5º 6' 0" O<br>Lat. 42º 18' 30" N   | T5               | Gravas       | Carretera N-120,<br>P.K. 7        |
| Y-7        | 234-4 Log. 5º 5' 0" O<br>Lat. 42º 16' 50" N   | T1               | Gravas       | Cª vecinal a Galleguillos         |
| Y-8        | 196-2 Log. 4º 53' 0" O<br>Lat. 42º 19' 20" N  | 350              | Gravas       | Cª local a Lagartos               |
| Y-9        | 235-4 Log. 4º 45' 20" O<br>Lat. 42º 16' 10" N | T5               | Gravas       | Carretera N-120,<br>P.K. 211+500  |
| Y-10       | 235-4 Log. 4º 44' 40" O<br>Lat. 42º 16' 0" N  | T5               | Gravas       | Carretera N-120,<br>P.K. 212      |

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

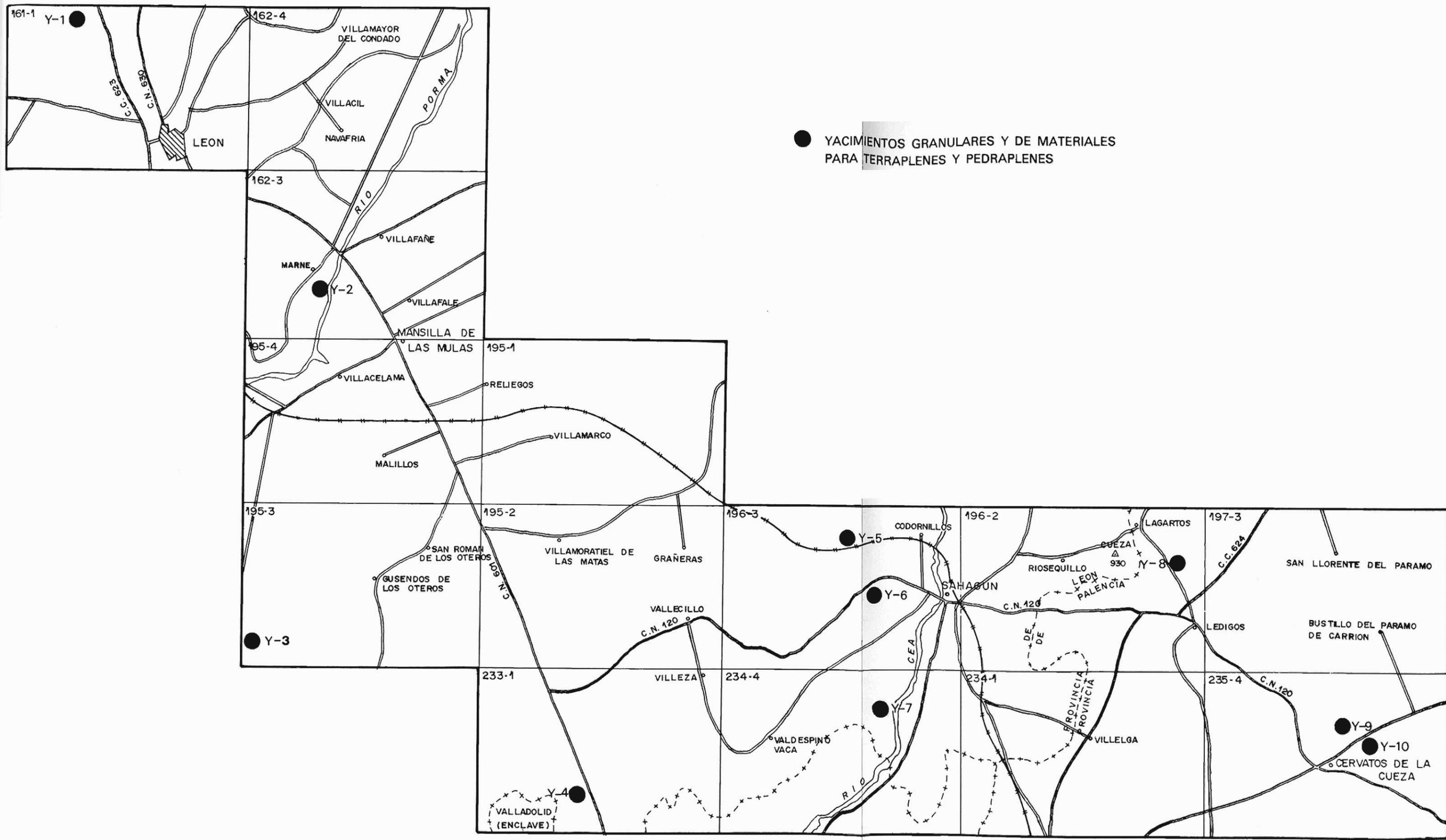


Fig. 5.5.— Situación de yacimientos granulares y de materiales de préstamo.

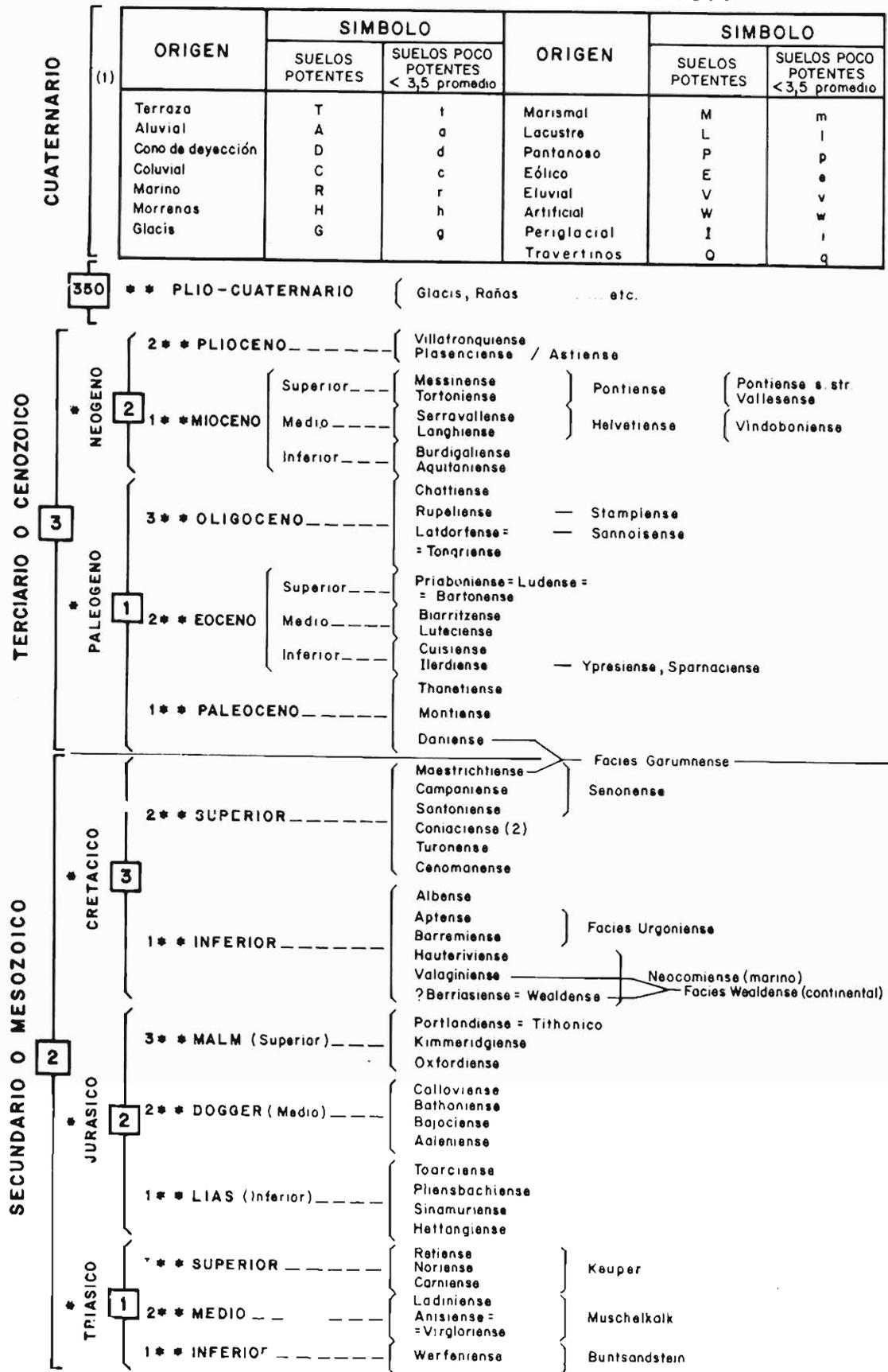
## 6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

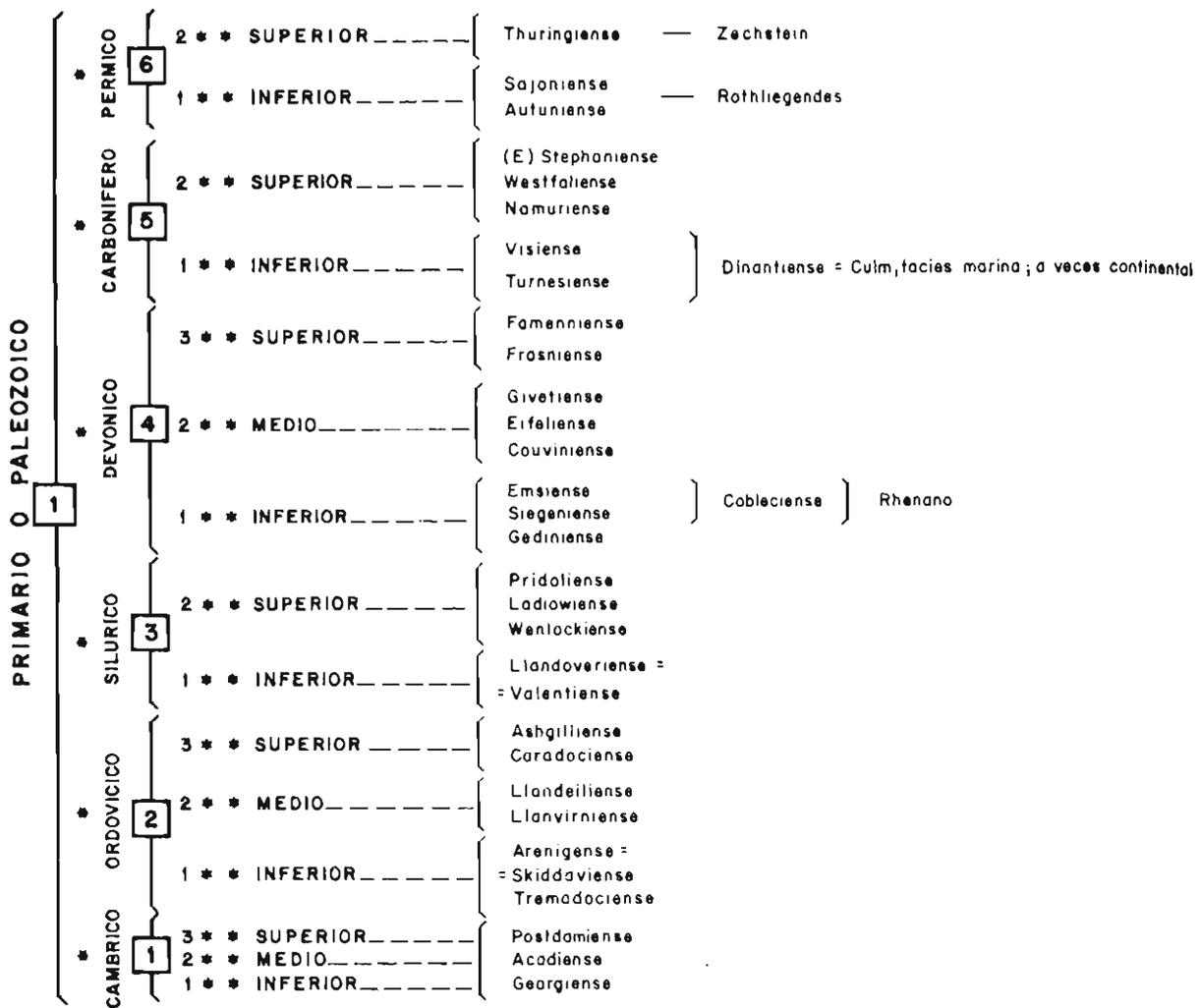
- AERO SERVICE LTD. (1967).— «Mapa geológico de la Cuenca del Duero. Escala 1:250.000». Inst. Nacional de Colonización e Inst. Geológico y Minero de España, Madrid.
- AGUIRRE, E. (1975).— «División estratigráfica del Neógeno continental». *Estudios Geol.*, vol. 31, núm. 5-6, pp. 587-595.
- CRUSAFONT PAIRO, M. y TRUYOLS SANTONJA, J. (1960).— «El Mioceno de las cuencas de Castilla y de la Cordillera Ibérica». *Notas y Comm. IGME*, número 60, pp. 127-140.
- GARCIA ABAD, F.J. y REY SALGADO, J. (1973).— «Cartografía geológica del Terciario y Cuaternario de Valladolid». *Boletín Geológico y Minero*, tomo 84, fasc. IV, pp.213-227.
- GARCIA DEL CURA, M.A. (1974).— «Estudio sedimentológico de los materiales terciarios de la zona centro-oriental de la Cuenca del Duero (Aranda de Duero)». *Estudios geológicos*, vol. 30, núm. 4-5 y 6, pp. 579-597.
- HERNANDEZ-PACHECO, F. (1930).— «Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid». *Mem. Com. de Invt. Paleont. y Prehist.*, núm. 37, pp. 38-95.
- HERNANDEZ-PACHECO, F. (1957).— «Las formaciones de raña de la Península Hispánica». *INQUA*, 5º Congr. Inter. Madrid-Barcelona. *Resumen des Commun.*, pp. 78-79.
- I.G.M.E. (1980).— «Mapa geológico de España a escala 1:1.000.000».
- I.G.M.E. (1929).— «Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 1ª Serie, Hoja nº 195, Mansilla de las Mulas».
- I.G.M.E. (1982).— «Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 2ª Serie, Hoja nº 197, Carrión de los Condes».
- I.G.M.E. (1933).— «Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 1ª Serie, Hoja nº 162, Gradefes».
- I.G.M.E. (1932).— «Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 1ª Serie, Hoja nº 161, León».
- I.G.M.E. (1970).— «Mapa geológico de España a escala 1:200.000. Hoja nº 19, León».
- I.G.M.E. (1975).— «Mapa geotécnico general a escala 1:200.000. Hoja nº 19, León».
- I.G.M.E. (1982).— «Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 2ª Serie, Hoja nº 235, San Cebrián de Campos».
- I.G.M.E. (1929).— «Mapa geológico de España a escala 1:50.000. 1ª Serie, Hoja nº 194, Santa María del Páramo».
- LEGUEY, S. y RODRIGUEZ, J. (1969).— «Estudio mineralógico de los ríos de la Cuenca del Pisuerga I, II y III», *Ann. Edaf. y Agrob.*, tomo 28, números 7-8, pp. 445-541.
- MABESOONE, J.M. (1959).— «Tertiary and Quaternary Sedimentation in a part of the Duero Basin (Palencia, Spain)». *Leidse Geol. Meded.*, 24, pp. 31-180.
- MABESOONE, J.M. (1961).— «La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la Cuenca del Duero (provincia de Palencia)». *Estudios Geológicos*, vol. 17, número 2, pp. 101-130. (Resumen tesis doctoral).
- M.O.P.U. (1973).— «Estudio previo de terrenos. Corredor del Noroeste. Tramo Medina del Campo-Palencia».
- ORDOÑEZ, S., LOPEZ AGUAYO, F. y GARCIA DEL CURA, A. (1976).— «Estudio Geológico de las «facies rojas» plio-cuaternarias del borde SE de la Cuenca del Duero (provincia de Segovia)». *Estudios Geológicos*, volumen 32 (2), pp. 215-220.
- PLANS, P. (1970).— «La Tierra de Campos». *Inst. Geogr. Apl., Ptr. Alonso de Herrera, C.S.I.C.*
- ROYO GOMEZ, J. (1922).— «El Mioceno continental Ibérico y su fauna malacológica». *Museo Nacional de Ciencias Naturales*, 230 pp., *Comis. Inv. Paleont. y Prehist.*, Memoria 30.
- SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1978).— «Planteamiento provisional de distribución de facies de la Cuenca del Duero». (Inédito). (Proyecto Magna). I.G.M.E.

## 7. ANEJOS

7.1. ANEJO 1: SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS

COLUMNA ESTRATIGRAFICA





PRECAMBRICO 010 \* \*

- Los materiales cristalinos de edad indeterminada se denominarán (OO!) \* \* para rocas masivas y (OO2) 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 sí.

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

### INTRODUCCION

Con objeto de precisar, en lo posible, los conceptos más importantes utilizados en las descripciones geotécnicas de los materiales del Tramo, a continuación se exponen los criterios utilizados en lo que se refiere a parámetros del terreno tales como ripabilidad, estabilidad de taludes, capacidad portante, niveles freáticos, etc.

Al no disponer de ensayos, se ha buscado apoyo en los resultados correspondientes a otros materiales geotécnicamente equivalentes a los aquí estudiados, y se ha hecho una evaluación comparativa entre ambos. Para ello se han tenido en cuenta los datos 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.). Con estos datos, recogidos sobre el terreno, se ha pretendido dar un orden de magnitud de los valores y parámetros de estos conceptos geotécnicos, que servirán de base a futuros estudios.

### RIPABILIDAD

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

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

### CAPACIDAD PORTANTE

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

- a) Capacidad portante alta o elevada es la que corresponde a una formación constituida por materiales compactos y preconsolidados, o bien a formaciones rocosas estables y resistentes, de excelentes características como cimiento de un firme de carretera o de una obra de fábrica.
- b) Capacidad portante media es la de aquellas formaciones constituidas por materiales compactos y preconsolidados, que tienen sus capas superficiales algo alteradas y que, por tanto, determinan un suelo en el que la aplicación de cargas moderadas superficiales (2 ó 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 o clasificación que a continuación se indica:

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

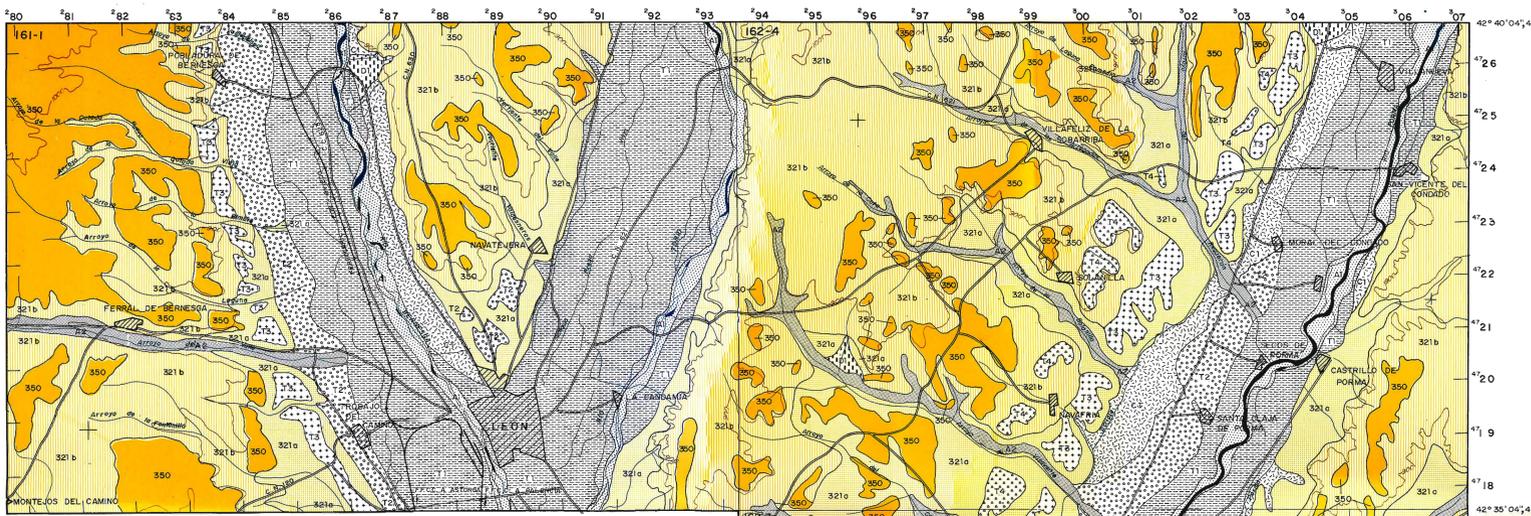
Para indicar la inclinación de los taludes, salvo en los casos en que se especifica su valor, se han utilizado las palabras « subvertical » (ángulo de más de 65°) y « subhorizontal » (ángulo de menos de 10°).

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.

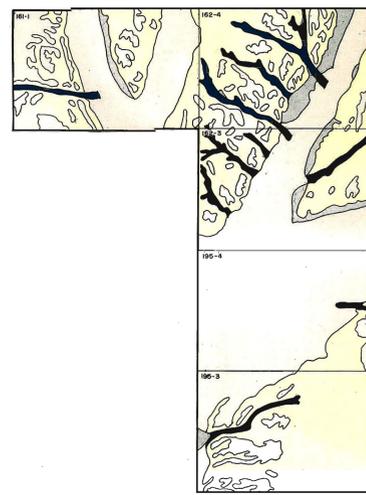
## DRENAJE

La escorrentía superficial y profunda de las aguas de lluvia, se reseña con suficiente claridad 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 han permitido dar unas ideas generales sobre el movimiento del agua a través de las formaciones.

MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL  
(E. 1/50.000)

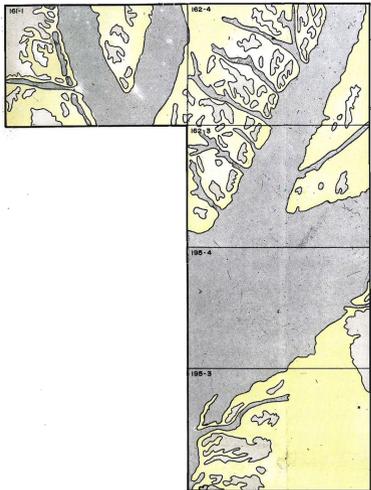


ESQUEMA GEOTECNICO  
(E. 1/200.000)



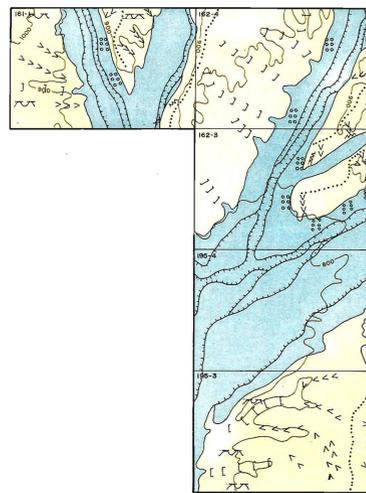
- LEYENDA**
- Aluviales limosa. Zona con problemas de inestabilidad, erosionabilidad y riesgo de deslizamientos en sus taludes. Menores pendientes y con baja capacidad portante.
  - Formaciones terciarias. Zona con problemas de deslizamientos, fundamentalmente donde el relieve es acusado, y de encharcamiento. Escarpado con formación de cárcavas. Capacidad portante media.
  - Terrazas, rafa y aluviales con predominio de grava. Zona con problemas de encharcamiento, erosionabilidad y deslizamientos en la coronación de las laderas. Capacidad portante media. En los materiales del grupo A1 existen serios problemas de inundaciones esporádicas y fluctuaciones del nivel freático.
  - Culminas, conos de deyección y glacis. Zona con problemas de erosionabilidad y riesgo de deslizamientos en sus taludes. Baja capacidad portante.

ESQUEMA GEOLOGICO  
(E. 1/200.000)



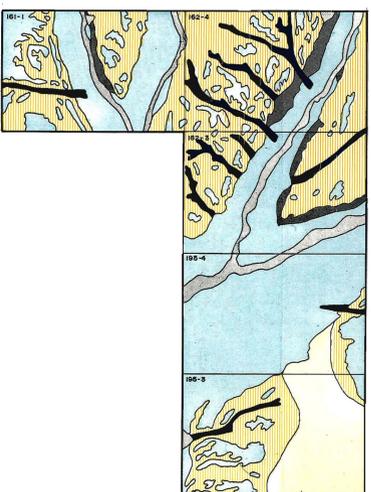
- LEYENDA**
- CUATERNARIO
  - PLIO-CUATERNARIO
  - TERCIARIO

ESQUEMA GEOMORFOLOGICO  
(E. 1/200.000)



- LEYENDA**
- Zonas de relieve moderado. Topografía atomada con fuertes escarpes locales.
  - Zonas llanas asociadas a la red fluvial principal. Topografía llana y escalonada.
  - Zonas de relieve suave. Topografía lisa, de altura media elevada y con pequeños escarpes locales.
- SIEMPRE**
- Escarpes de terraza.
  - Valle en ancha.
  - Valle en «V».
  - Derribos de ladera.
  - Divisoria de aguas.
  - Taludes rocosos prácticamente verticales.
  - Acarreamiento.
  - Formas de relieve atomado con altiplanicies.

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR  
(E. 1/200.000)



- LEYENDA**
- Depósitos granulares correspondientes a terrazas y rafa, y constituidos por grava cuarcítica por una matriz limo-arenosa de color marrón claro. Disposición horizontal o subhorizontal. Suelo no cohesivo, erosionable, permeable y fácilmente ripable. Taludes naturales estables. B-37-40 (Cuaternario, P.a. 2-3 m.).
  - Recubrimientos parciales de formaciones coluviales y aluviales constituidos por materiales arcillo-arenosos, que son cohesivos e impermeables.
  - Recubrimientos parciales de formaciones coluviales constituidos por cantos de cuarzo y por una matriz arcillo-arenosa. Drenaje por escorrentía superficial. Relación matriz/cantos variable.
  - Aluviales y terrazas bajas constituidos por limos arcillosos que contienen gravas dispersas de cuarzo. Masas cohesivas, inundables e impermeables.
  - Aluviales constituidos por grava cuarcítica y por una matriz limo-arenosa. Materiales no cohesivos. Permeabilidad alta. Relación matriz/cantos < 1.
  - Coluviales formados por cantos de cuarzo y una matriz arcillo-limosa. Materiales cohesivos. No cementados. Impermeables. Relación matriz/cantos > 1.
  - Conos de deyección y glacis constituidos por limos arcillosos que contienen cantos dispersos de cuarzo. Materiales cohesivos, no cementados e impermeables. Relación matriz/cantos > 1.

LEYENDA

- DEPOSITOS RECIENTES**
- A1 Aluvial de grava redondeada de cuarzo empastada por una matriz limo-arenosa de color marrón claro. Disposición horizontal o subhorizontal. Suelo no cohesivo, erosionable, permeable y fácilmente ripable. Taludes naturales estables. B-37-40 (Cuaternario, P.a. 2-3 m.).
  - A2 Aluvial formado por limos arcillosos de color ocre y por cantos redondeados de cuarzo de tamaño centimétrico. Disposición horizontal o subhorizontal. Suelo cohesivo, plástico, inundable, erosionable, fácilmente ripable e impermeable. Drenaje deficiente. Talude espere estables. B-75 (Cuaternario, P.a. 2-4 m.).
  - C1 Coluvial de cantos redondeados y subredondeados de cuarzo empastados por una matriz arcillo-limosa de tonos rojizos y marrones. Su disposición está en función de la inclinación de las laderas sobre las que se deposita. Material cohesivo, fácilmente erosionable, plástico e impermeable. Hay problema de deslizamientos. Taludes naturales estables. B-55 (Cuaternario, P.a. 2-3 m.).
  - D1 Cono de deyección constituido por limos arcillosos de color ocre con cantos dispersos de cuarzo, redondeados y subredondeados. Albedo mayor y disposición ligeramente convexa. Material cohesivo, erosionable y plástico. Permeabilidad baja y drenaje en profundidad deficiente. Hay peligro potencial de deslizamientos. Taludes naturales estables. B-101 (Cuaternario, P.a. 2-3 m.).
- TERRAZAS**
- T1 Terraza constituida por grava de cuarzo redondeada y heterométrica, empastada por una matriz limo-arenosa de color ocre. Disposición horizontal o subhorizontal. Material no cohesivo, erosionable y ripable. Permeabilidad de valor medio. Drenaje superficial deficiente. Inclinación y parcialmente inundable. Taludes naturales inestables. B-45 (Cuaternario, P.a. 2-4 m.).
  - T2 Terraza constituida por grava cuarcítica redondeada e heterométrica, trabada por una matriz arenó-limosa de color marrón rojizo. Disposición horizontal o subhorizontal. Material no cohesivo, erosionable y ripable. Permeación por percolación y drenaje superficial deficiente. Terraces encharcadas. Taludes inestables. B-50 (Cuaternario, P.a. 2-4 m.).
  - T3 Terraza constituida por grava de cuarzo y de arena, redondeada, heterométrica y heterométrica, trabada por una matriz arcillo-limosa de tonos rojizos y marrones. Disposición horizontal o subhorizontal. Material no cohesivo, erosionable y ripable. Drenaje en profundidad de tipo medio y escorrentía superficial deficiente. Terraces encharcadas. Taludes artificiales inestables. B-90 y taludes naturales estables. B-45 (Cuaternario, P.a. 2-3 m.).
  - T4 Terraza constituida por grava de cuarzo y de arena, redondeada e heterométrica, empastada por una matriz limo-arenosa de color marrón. Inclinación y forma convexa. Disposición horizontal o subhorizontal. Material no cohesivo, erosionable y ripable, excepto en los tramos cementados. Drenaje en profundidad de tipo medio y escorrentía superficial deficiente. Terraces encharcadas. Taludes naturales inestables. B-79 (Cuaternario, P.a. 2-4 m.).

- GRUPOS DETRITICOS**
- 350 Depósitos de rafa constituidos por grava cuarcítica redondeada y subredondeada, heterométrica y empastada por una matriz limo-arenosa de color ocre y rojo, están localmente cementados. Disposición horizontal o subhorizontal. Conjunto no cohesivo, erosionable y ripable, excepto en los tramos cementados. Drenaje profundo de tipo medio y escorrentía superficial deficiente. Terraces encharcadas. Taludes naturales estables e inestables. B-45, y taludes naturales estables. M-30-30 (Plio-cuaternario, P.a. 1-2 m.).

- GRUPOS ARCILLOSOS**
- 321b Alteración irregular de arcillas ocre ligeramente arenosas, arenosas y grava cuarcítica con matriz arcillo-limosa. Estructura horizontal o subhorizontal, raramente presentan un cierto buzamiento hacia el NE o SE. Conjunto cohesivo en general, ripable y erosionable, excepto en los tramos cementados. Impermeable, drenaje superficial generalmente deficiente y encharcado en ciertas zonas. Son frecuentes los deslizamientos en sus taludes. Taludes artificiales inestables. M-551 (Mioceno Superior, P.a. > 300 m.).

- 321a Alteración irregular de arcillas ocre ligeramente arenosas, arenosas y grava cuarcítica con matriz arcillo-limosa. Estructura horizontal o subhorizontal, raramente presentan un cierto buzamiento hacia el NE o SE. Conjunto cohesivo en general, ripable y erosionable, excepto en los tramos cementados. Impermeable, drenaje superficial generalmente deficiente y encharcado en ciertas zonas. Son frecuentes los deslizamientos en sus taludes. Taludes artificiales inestables. M-551 (Mioceno Superior, P.a. > 300 m.).

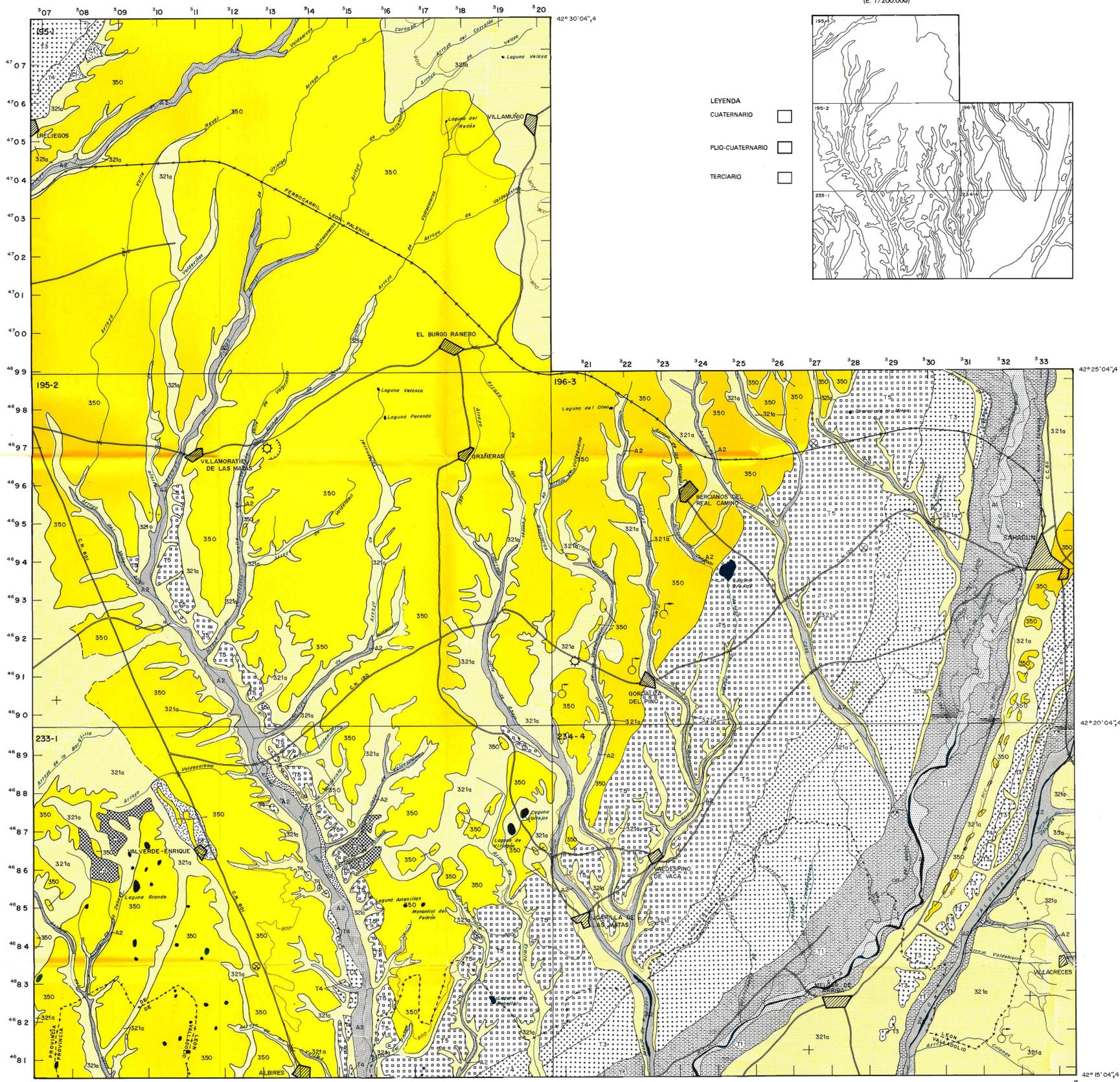
- SIEMPRE**
- CONTACTO LITOLOGICO
  - CONTACTO LITOLOGICO SUPUESTO
  - ESTRATOS HORIZONTALES
  - DESPLAZAMIENTOS ACTUALES
  - DESPLAZAMIENTOS FOSILES
  - GRAVERA ABANDONADA
  - GRAVERA EN EXPLOTACION
  - FUENTE Y MANANTIAL

- ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA**
- I Taludes indefinidos de altura superior a 40 m.
  - 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.

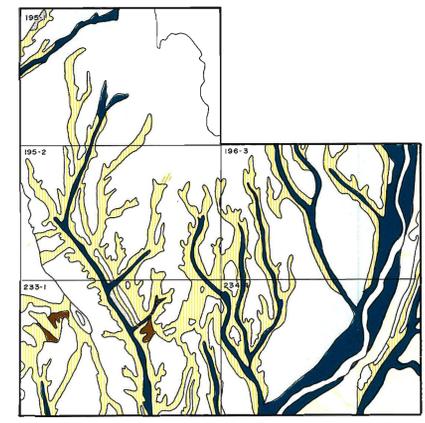
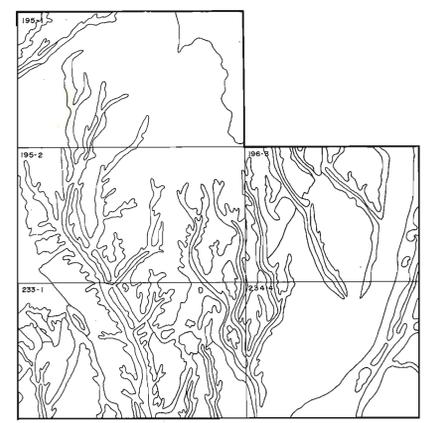
**MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL**  
(E. 1/50.000)

**ESQUEMA GEOLOGICO**  
(E. 1/200.000)

**ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR**  
(E. 1/200.000)

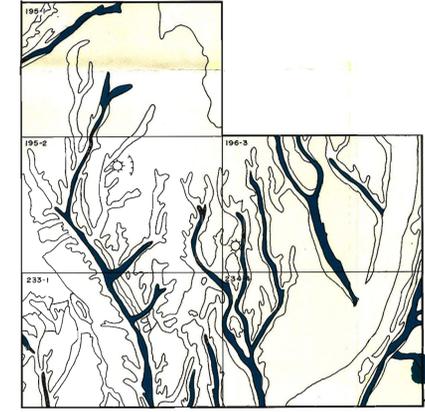


- LEYENDA**
- CUATERNARIO
  - PLIO-CUATERNARIO
  - TERCIARIO



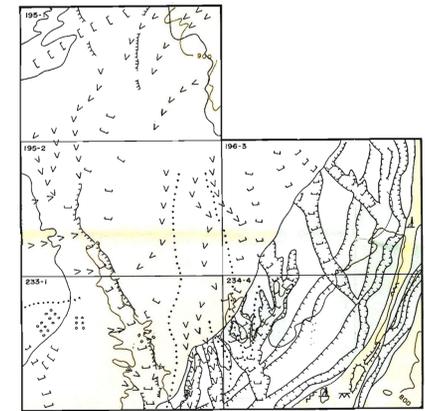
- LEYENDA**
- Depósitos granulares correspondientes a terrazas y valles, y constituidos por gravas cuarcíticas y por una matriz limo-arenosa. Materiales no cohesionados. Permeabilidad media: alta. Relación matriz/cantos < 1.
  - Recubrimientos parciales de formaciones coluviales y aluviales constituidas por materiales arcillo-limosos, que son cohesionados e impermeables.
  - Recubrimientos parciales de formaciones coluviales constituidas por cantos de cuarcita y por una matriz arcillo-arenosa. Drenaje por escorrentía superficial. Relación matriz/cantos variable.
  - Aluviales y terrazas bajas constituidas por limos arcillosos que contienen gravas dispersas de cuarcita. Materiales cohesionados, inundables e impermeables.
  - Aluviales constituidos por gravas cuarcíticas y por una matriz limo-arenosa. Materiales no cohesionados. Permeabilidad alta. Relación matriz/cantos < 1.
  - Coluviales formados por cantos de cuarcita y una matriz arcillo-limosos. Materiales cohesionados. Impermeables. Relación matriz/cantos > 1.
  - Coluviales formados por cantos de cuarcita y una matriz limo-arenosa. Permeabilidad media. Materiales no cohesionados, no cementados. Relación matriz/cantos > 1.
  - Conos de elevación y glaciares constituidos por limos arcillosos que contienen cantos dispersos de cuarcita. Materiales cohesionados, no cementados e impermeables. Relación matriz/cantos > 1.

**ESQUEMA GEOTECNICO**  
(E. 1/200.000)



- LEYENDA**
- Aluviales limosos. Zona con problemas de inundabilidad, erosionabilidad y riesgo de deslizamientos en sus taludes. Máximas plásticas y con baja capacidad portante.
  - Formaciones terciarias. Zona con problemas de deslizamientos, fundamentalmente donde el relieve es acusado, y de encharcamientos. Erosionable con formación de cárcavas. Capacidad portante media.
  - Terrazas, raras y aluviales con predominio de gravas. Zona con problemas de encharcamientos, erosionabilidad y desmoronamiento en la coronación de los taludes. Capacidad portante media. En los materiales del grupo A1 existen además problemas de inundabilidad esporádica y fluctuaciones del nivel freático.
  - Coluviones, conos de elevación y glaciares. Zona con problemas de erosionabilidad y riesgo de deslizamientos en sus taludes. Baja capacidad portante.
- Deslizamientos actuales.
- Deslizamientos fósiles.

**ESQUEMA GEOMORFOLÓGICO**  
(E. 1/200.000)



- LEYENDA**
- Zonas de relieve moderado. Topografía alomada con fuertes escarpes locales.
  - Zonas llanas asociadas a la red fluvial principal. Topografía llana y escalonada.
  - Zonas de relieve suave. Topografía llana, de altura media elevada y con pequeños escarpes locales.
  - Escarpe de terraza.
  - Valle en arroyo.
  - Valle en V.
  - Derrumbes de ladera.
  - Divisoria de aguas.
  - Taludes rocosos prácticamente verticales.
  - Acaravamiento.
  - Formas de relieve alomado con altiplanicies.

**LEYENDA**

- DEPOSITOS RECIENTES**
- A1 Aluvial de gravas redondeadas de cuarcita empastadas por una matriz limo-arenosa de color marrón claro. Disposición horizontal con estructura alternegada. Suelos no cohesionados, inundables, erosionables, permeables y fácilmente ripables. Taludes naturales estables. B-30F-40F. (Cuaternario. P.a.: 2-9 m.)
  - A2 Aluvial formado por limos arcillosos de color ocre y por cantos redondeados de cuarcita de tamaño centimétrico. Disposición horizontal o subhorizontal. Suelos cohesionados, plásticos, inundables, erosionables, fácilmente ripables e impermeables. Drenaje deficiente. Taludes naturales estables. B-76F. (Cuaternario. P.a.: 2-4 m.)
  - C1 Coluvial de cantos redondeados y subredondeados de cuarcita empastados por una matriz arcillo-limosas de tonos rojizos y marrones. Su disposición está en función de la inclinación de las laderas sobre las que se deposita. Material no cohesionado, fácilmente erosionable y ripable. Permeabilidad de tipo medio. Drenaje profundo de tipo medio. Hay peligro potencial de deslizamientos. Taludes naturales inestables. B-95F. (Cuaternario. P.a.: 2-5 m.)
  - C2 Coluvial de cantos redondeados y subredondeados de cuarcita trabados por una matriz limo-arenosa. Su disposición depende de la inclinación de las laderas sobre las que se deposita. Material no cohesionado, fácilmente erosionable y ripable. Permeabilidad de tipo medio. Drenaje profundo de tipo medio. Hay peligro potencial de deslizamientos. Taludes naturales estables. B-20F. (Cuaternario. P.a.: 4 m.)
  - T0 Glaciares constituidos por limos arcillosos con cantos dispersos de cuarcita, redondeados y subredondeados. Disposición subhorizontal. Terreno cohesionado, erosionable y ripable. Permeabilidad de valor medio. Drenaje por escorrentía superficial deficiente. Taludes naturales estables. B-51F. (Cuaternario. P.a.: 2-3 m.)
  - T1 Terraza constituida por gravas de cuarcita redondeadas y heterométricas, empastadas por una matriz limo-arenosa de color ocre. Disposición horizontal o subhorizontal. Material no cohesionado, erosionable y ripable. Permeabilidad de valor medio. Drenaje superficial deficiente. Encharcable y puntualmente inundable. Taludes naturales inestables. B-45F. (Cuaternario. P.a.: 2-4 m.)
  - T2 Terraza constituida por gravas cuarcíticas redondeadas y heterométricas, trabadas por una matriz limo-arenosa de color marrón rojizo. Disposición horizontal o subhorizontal. Material no cohesionado, erosionable y ripable. Permeabilidad por percolación y drenaje superficial deficiente. Terreno encharcable. Taludes inestables. B-40F. (Cuaternario. P.a.: 2-4 m.)
  - T3 Terraza constituida por gravas de cuarcita y de arenisca, redondeadas, heterométricas y heteromorfas, trabadas por una matriz arcillo-arenosa de tonos rojizos y marrones. Disposición horizontal o subhorizontal. Material no cohesionado, erosionable y ripable. Permeabilidad de valor medio. Drenaje en profundidad de tipo medio y escorrentía superficial deficiente. Terreno encharcable. Taludes artificiales inestables. B-90F y taludes naturales estables. B-49F. (Cuaternario. P.a.: 2-3 m.)
  - T4 Terraza constituida por gravas de cuarcita y de arenisca, redondeadas y heterométricas, empastadas por una matriz limo-arenosa de color marrón. Localmente hay zonas cementadas. Disposición horizontal o subhorizontal. Material no cohesionado, erosionable y ripable, excepto en los tramos cementados. Drenaje en profundidad de tipo medio y escorrentía superficial deficiente. Terreno encharcable. Taludes naturales inestables. B-70F. (Cuaternario. P.a.: 2-4 m.)
  - T5 Terraza constituida por gravas cuarcíticas redondeadas y subredondeadas, heterométricas y trabadas por una matriz limo-arenosa de color marrón rojizo. Disposición horizontal o subhorizontal. Material no cohesionado, erosionable y fácilmente ripable. Permeabilidad de valor medio y escorrentía superficial deficiente. Terreno encharcable. Taludes naturales estables. B-15F. (Cuaternario. P.a.: 2 m.)
- GRUPOS DETRITICOS**
- 350 Depósitos de «raja» constituidos por gravas cuarcíticas redondeadas y subredondeadas, heterométricas y empastadas por una matriz limo-arenosa de color ocre y rojizo, está localmente cementada. Disposición horizontal o subhorizontal. Material no cohesionado, erosionable y ripable, excepto en los tramos cementados. Impermeable, drenaje superficial generalmente deficiente y encharcable en ciertas zonas. Son frecuentes los deslizamientos en sus taludes. Taludes artificiales estables. M-95F. (Mioceno Superior. P.a.: > 300 m.)
- GRUPOS ARCILLOSOS**
- 321a Alternancia irregular de arcillas ocreas ligramente arenosas, areniscas, arenas, conglomerados y calizas arcillosas. Disposición horizontal o subhorizontal. Terreno presenta un cierto buzamiento hacia NE o SE. Conjunto cohesionado en general, ripable y erosionable, excepto en los tramos cementados. Impermeable, drenaje superficial generalmente deficiente y encharcable en ciertas zonas. Son frecuentes los deslizamientos en sus taludes. Taludes artificiales estables. M-95F. (Mioceno Superior. P.a.: > 300 m.)

**SIMBOLOS**

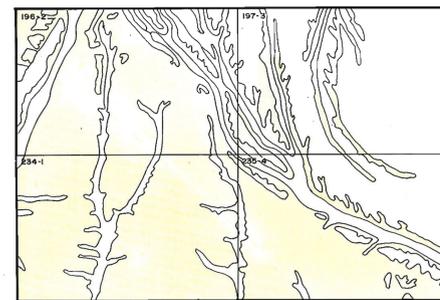
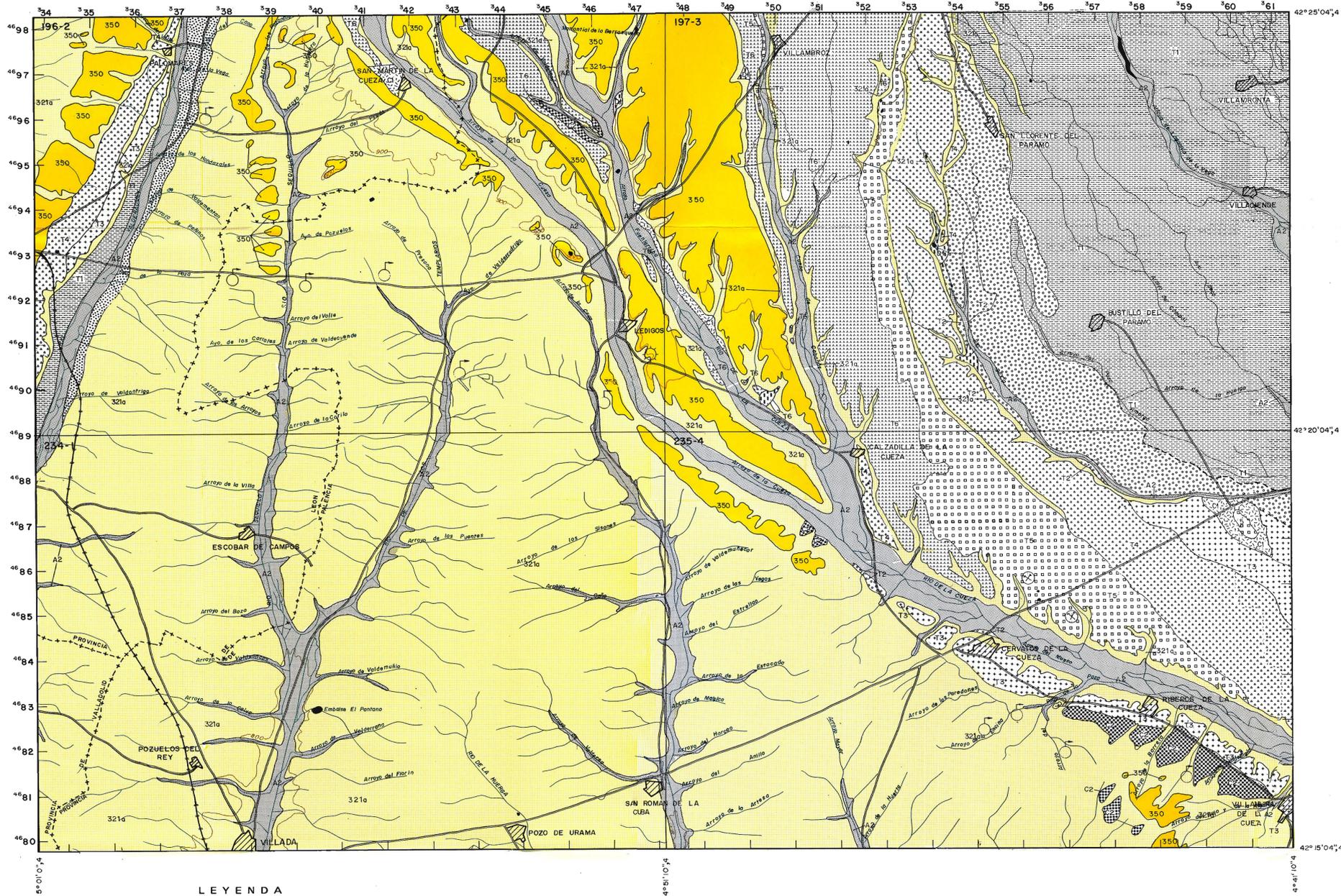
- CONTACTO LITOLOGICO
- CONTACTO LITOLOGICO SUPUESTO
- ESTRATOS HORIZONTALES
- DESIZLIAMIENTOS ACTUALES
- DESIZLIAMIENTOS FOSILES
- GRAVERA ABANDONADA
- GRAVERA EN EXPLOTACION
- FUENTE Y MANANTIAL

**ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA**

- I Taludes indefinidos de altura superior a 40 m.
- 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  
(E. 1/50.000)

ESQUEMA GEOLOGICO  
(E. 1/200.000)



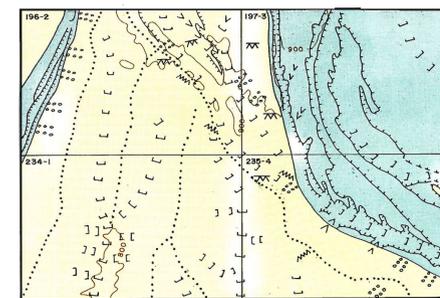
ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR  
(E. 1/200.000)



ESQUEMA GEOTECNICO  
(E. 1/200.000)



ESQUEMA GEOMORFOLOGICO  
(E. 1/200.000)



- LEYENDA
- CUATERNARIO
  - PLIO-CUATERNARIO
  - TERCIARIO

- LEYENDA
- Depósitos granulares correspondientes a terrazas y rafa, y constituidos por gravas cuarcíticas y por una matriz limo-arenosa. Materiales no cohesivos. Permeabilidad media-alta. Relación matriz/cantos < 1.
  - Recubrimientos parciales de formaciones coluviales y aluviales constituidos por materiales arcillo-limosos, que son cohesivos e impermeables.
  - Recubrimientos parciales de formaciones coluviales constituidos por cantos de cuarcita y por una matriz arcillo-arenosa. Drenaje por escorrentía superficial. Relación matriz/cantos variable.
  - Aluviales y terrazas bajas constituidas por limos arcillosos que contienen gravas dispersas de cuarcita. Materiales cohesivos, inundables e impermeables.
  - Coluviales formados por cantos de cuarcita y una matriz arcillo-limoso. Materiales cohesivos. No cementados. Impermeables. Relación matriz/cantos > 1.
  - Coluviales formados por cantos de cuarcita y una matriz limo-arenosa. Permeabilidad media. Materiales no cohesivos, no cementados. Relación matriz/cantos > 1.
  - Conos de deyección y glacia constituidos por limos arcillosos que contienen cantos dispersos de cuarcita. Materiales cohesivos, no cementados e impermeables. Relación matriz/cantos > 1.

- LEYENDA
- Aluviales limosos. Zona con problemas de inundabilidad, erosionabilidad y riesgo de deslizamientos en sus taludes. Materiales plásticos y con baja capacidad portante.
  - Formaciones terciarias. Zona con problemas de deslizamientos, fundamentalmente donde el relieve es escuado, y de encharcamientos. Erosionable con formación de cárcavas. Capacidad portante media.
  - Terrazas, rafa y aluviales con predominio de gravas. Zona con problemas de ancharcamientos, erosionabilidad y desmoronamiento en la coronación de los taludes. Capacidad portante media. En los materiales del grupo A1 existen además problemas de inundaciones esporádicas y fluctuaciones del nivel freático.
  - Coluviones, conos de deyección y glacia. Zona con problemas de erosionabilidad y riesgo de deslizamientos en sus taludes. Baja capacidad portante.
  - Deslizamientos actuales.

- LEYENDA
- Zonas de relieve moderado. Topografía alomada con fuertes escarpes locales.
  - Zonas llanas asociadas a la red fluvial principal. Topografía llana y escalonada.
  - Escarpe de terraza.
  - Escarpe de terraza supuesto.
  - Valle en artesa.
  - Valle en V.
  - Derribos de ladera.
  - Divisoria de aguas.
  - Formas de relieve alomado con atliganancias.
  - Acarreamiento.

- LEYENDA
- A2** Depósitos recientes  
Aluvial formado por limos arcillosos de color ocre y por cantos redondeados de cuarcita de tamaño centimétrico. Disposición horizontal o subhorizontal. Suaves conchivos, plásticos, inundables, erosionables, fácilmente ripables e impermeables. Drenaje deficiente. Taludes naturales estables: B-40\* (Cuaternario, P.a.: 2-4 m.).
  - C1** Coluvial de cantos redondeados y subredondeados de cuarcita empastados por una matriz arcillo-limoso de tonos rojos y marrones. Su disposición está en función de la inclinación de las laderas sobre las que se deposita. Material cohesivo, fácilmente erosionable, ripable e impermeable. Hay problemas de deslizamientos. Taludes naturales inestables: B-50\* (Cuaternario, P.a.: 2-5 m.).
  - C2** Coluvial de cantos redondeados y subredondeados de cuarcita trabajados por una matriz limo-arenosa. Su disposición depende de la inclinación de las laderas sobre las que se deposita. Material cohesivo, erosionable y ripable. Permeabilidad de tipo medio. Drenaje profundo de tipo medio. Hay peligro potencial de deslizamientos. Taludes naturales estables: B-20\* (Cuaternario, P.a.: 4 m.).
  - D1** Cono de deyección constituido por limos arcillosos de color ocre con cantos dispersos de cuarcita, redondeados y subredondeados. Aspecto masivo y disposición ligeramente convexa. Material cohesivo, erosionable y ripable. Permeabilidad baja y drenaje en profundidad deficiente. Hay peligro potencial de deslizamientos. Taludes naturales estables: B-10\* (Cuaternario, P.a.: 2-3 m.).
  - G1** Glacia constituido por limos arcillosos con cantos dispersos de cuarcita, redondeados y subredondeados. Disposición subhorizontal. Terreno cohesivo, erosionable y ripable. Permeabilidad baja, y es parcialmente inundable e encharcable. Hay peligro potencial de deslizamientos. Taludes naturales estables: B-5\* (Cuaternario, P.a.: 2-3 m.).

- T1** Terraza constituida por gravas de cuarcita redondeadas y heterométricas, empastadas por una matriz limo-arenosa de color ocre. Disposición horizontal o subhorizontal. Material no cohesivo, erosionable y ripable. Permeabilidad de valor medio. Drenaje superficial deficiente. Encharcable y puntualmente inundable. Taludes naturales inestables: B-40\* (Cuaternario, P.a.: 2-4 m.).
- T2** Terraza constituida por gravas cuarcíticas redondeadas y heterométricas, trabajadas por una matriz limo-arenosa de color marrón rojizo. Disposición horizontal o subhorizontal. Material no cohesivo, erosionable y ripable. Permeabilidad de valor medio y drenaje superficial deficiente. Terrenos encharcables. Taludes naturales inestables: B-40\* (Cuaternario, P.a.: 2-4 m.).
- T3** Terraza constituida por gravas de cuarcita y de arenisca, redondeadas, heterométricas y heteromorfas, trabajadas por una matriz arcillo-limoso de tonos rojos y marrones. Disposición horizontal o subhorizontal. Conjunto medianamente cohesivo, erosionable y ripable. Drenaje en profundidad de tipo medio y escorrentía superficial deficiente. Terrenos encharcables. Taludes naturales inestables: B-50\* y taludes naturales estables: B-40\* (Cuaternario, P.a.: 2-3 m.).
- T4** Terraza constituida por gravas de cuarcita y de arenisca, redondeadas y heterométricas, empastadas por una matriz limo-arenosa de color marrón rojizo. Disposición horizontal o subhorizontal. Material no cohesivo, erosionable y ripable, excepto en los tramos cementados. Drenaje en profundidad de tipo medio y escorrentía superficial deficiente. Terrenos encharcables. Taludes naturales inestables: B-70\* (Cuaternario, P.a.: 2-4 m.).
- T5** Terraza constituida por gravas cuarcíticas redondeadas y subredondeadas, heterométricas y trabajadas por una matriz limo-arenosa de color marrón rojizo. Disposición horizontal o subhorizontal. Conjunto no cohesivo, erosionable y fácilmente ripable. Permeabilidad de valor medio y escorrentía superficial deficiente. Terrenos encharcables. Taludes naturales estables: B-10\* (Cuaternario, P.a.: 2 m.).

- T6** Terraza constituida por gravas de cuarcita y de arenisca, redondeadas y subredondeadas, heterométricas y empastadas por una matriz arcillo-arenosa de color marrón. Disposición horizontal o subhorizontal. Material medianamente cohesivo, erosionable y ripable. Drenaje en profundidad de tipo medio y escorrentía superficial deficiente. Terrenos encharcables. Taludes naturales inestables: B-40\* (Cuaternario, P.a.: 2-4 m.).
- GRUPOS DETRITICOS**
- 350** Depósitos de rafa constituidos por gravas cuarcíticas redondeadas y subredondeadas, heterométricas y empastadas por una matriz limo-arenosa de color ocre y rojizo; están localmente cementados. Disposición horizontal o subhorizontal. Conjunto no cohesivo, erosionable y ripable, excepto en los tramos cementados. Drenaje profundo de tipo medio y escorrentía superficial deficiente. Terrenos encharcables. Taludes naturales estables e inestables: B-40\* y taludes naturales estables: M-30\* (Plio-cuaternario, P.a.: 1-20 m.).
- GRUPOS ARCILLOSOS**
- 321a** Alternancia irregular de arcillas ocreas ligeramente arenosas, areniscas, arenas, conglomerados y calizas arcillosas. Disposición horizontal o subhorizontal; raramente presentan un cierto buzamiento hacia el NE o SE. Conjunto cohesivo en general, ripable y erosionable, excepto en los tramos cementados. Impermeable, drenaje superficial generalmente deficiente y encharcable en ciertas zonas. Son frecuentes los deslizamientos en sus laderas. Taludes artificiales inestables: M-50\* (Mioceno Superior, P.a.: > 300 m.).
- SIMBOLOS**
- CONTACTO LITOLOGICO
  - CONTACTO LITOLOGICO SUPUESTO
  - ESTRATOS HORIZONTALES
  - DESLIZAMIENTOS ACTUALES
  - GRAVERA ABANDONADA
  - GRAVERA EN EXPLOTACION
  - FUENTE Y MANANTIAL

- ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA LEYENDA
- I Taludes indefinidos de altura superior a 40 m.
  - 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.

