



# estudio previo de terrenos



## **Corredor del noroeste**

**TRAMO : TORDESILLAS - BENAVENTE**

**MOP**

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS  
SUBDIRECCION GENERAL DE NORMAS TECNICAS Y PROSPECCIONES  
SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES

**73-03**

**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.

# FE DE ERRATAS

## TRAMO TORDESILLAS - BENAVENTE

| <u>Pág.</u> | <u>Línea</u> | <u>Dice</u>    | <u>Debe decir</u> |
|-------------|--------------|----------------|-------------------|
| 5           | 3            | Garacteres     | Caracteres        |
| 8           | 1            | los terrenos   | terrenos          |
| 13          | 2            | caretera       | carretera         |
| 18          | 30           | en             | es                |
| 19          | 16           | que el         | que en el         |
| 20          | 32           | carrtera       | carretera         |
| 22          | 12           | inferior       | (quitar)          |
| 24          | 4            | prescripciones | precipitaciones   |
| 31          | 16           | en general     | En general        |
| 41          | 27           | sin            | son               |
| 50          | 16           | Acarvamientos  | Acarcavamientos   |
| 50          | 17           | Casarola       | Casasola          |
| 60          | 16           | de             | en la             |
| 65          | 8            | Villafafila    | Villafranca       |
| 65          | 23           | pantonoso      | pantanoso         |
| 76          | 12           | offloramientos | afloramientos     |
| 76          | 17           | Benaforcer     | Benafarces        |
| 76          | 20           | Benaforcer     | Benafarces        |
| 77          | 19           | Hornija        | Hornija           |
| 78          | 3            | Hornlja        | Hornija           |

**M.O.P.**

**DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS**

**SUBDIRECCION GENERAL DE NORMAS TECNICAS Y PROSPECCIONES**

**SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES**

## **ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS**

**CORREDOR DEL NOROESTE**

**TRAMO: TORDESILLAS - BENAVENTE**

Cuadrantes: 308 - 1, 2, 4.  
340 - 1  
341 - 3, 4.  
370 - 1, 2, 4.  
398 - 1.  
399 - 4.

**Estudio: 73/3.**

**Fecha de ejecución: DICIEMBRE 1973**

# INDICE

|  | Pág. |
|--|------|
| 1. INTRODUCCION .....  | 7    |
| 2. GARACTERES GENERALES DEL TRAMO .....  | 9    |
| 2.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA .....   | 9    |
| 2.1.1. Geomorfología .....   | 9    |
| 2.1.1.1. Llanuras aluviales de los ríos Orbigo y Tera .....                    | 9    |
| 2.1.1.2. Replanos de San Esteban del Molar .....                               | 11   |
| 2.1.1.3. Lagunas de Villafafila .....  | 12   |
| 2.1.1.4. Relieves de Belver de los Montes-San Martín de Valde-<br>raduey ..... | 13   |
| 2.1.1.5. Divisoria miocena de Morales de Toro-Bustillo del Oro ...             | 15   |
| 2.1.1.6. Cuestas miocenas de Pedrosa del Rey-Vezdemarbán ...                   | 16   |
| 2.1.1.7. Valle y terrazas del río Duero .....                                  | 17   |
| 2.1.2. Tectónica .....   | 18   |
| 2.2. ESTRATIGRAFIA .....   | 18   |
| 2.2.1. Paleozoico .....  | 19   |
| 2.2.2. Mioceno .....   | 19   |
| 2.2.2.1. Facies Villafranca de Duero (321 a) .....                             | 20   |
| 2.2.2.2. Serie Roja .....  | 21   |
| 2.2.2.3. Serie Blanca (321 e) .....  | 21   |
| 2.2.2.4. Caliza del páramo (321 f) .....                                       | 22   |
| 2.2.3. Pliocuaternalio .....   | 23   |
| 2.2.3.1. Depósitos pliocuaternalios de San Esteban del Molar<br>(350 a) .....  | 23   |
| 2.2.3.2. Depósitos de glaciais de Villafranca del Duero (350 b) ...            | 23   |
| 2.2.4. Cuaternario .....   | 23   |
| 3. ESTUDIO DE ZONAS .....  | 27   |
| 3.0. ZONAS DE ESTUDIO .....  | 27   |
| 3.1. ZONA 1: VALLE DE LOS RIOS ORBIGO Y TERA .....                             | 28   |
| 3.1.1. Geomorfología y Tectónica .....   | 28   |
| 3.1.2. Columna estratigráfica .....  | 30   |
| 3.1.3. Grupos geotécnicos .....  | 31   |
| 3.1.3.1. Cuarcitas y pizarras paleozoicas (120) .....                          | 31   |
| 3.1.3.2. Arenas arcillosas (Facies Villafafila, 321 d) .....                   | 32   |
| 3.1.3.3. Depósitos pliocuaternalios de S. Esteban del Molar (350a). ...        | 33   |
| 3.1.3.4. Terrazas (T 1) .....  | 34   |
| 3.1.3.5. Aluviales granulares (A 2) .....                                      | 35   |
| 3.1.3.6. Aluviales limo-arcillosos (A 1) .....                                 | 35   |
| 3.1.4. Resumen de los problemas geotécnicos que presenta la<br>zona .....      | 36   |
| 3.2. ZONA 2: LAGUNAS DE VILLAFAFILA .....                                      | 36   |
| 3.2.1. Geomorfología y Tectónica .....   | 36   |
| 3.2.2. Columna estratigráfica .....  | 39   |
| 3.2.3. Grupos geotécnicos .....  | 40   |
| 3.2.3.1. Cuarcitas y pizarras paleozoicas (120) .....                          | 40   |
| 3.2.3.2. Arenas arcillosas (Facies Villafafila, 321 d) .....                   | 40   |
| 3.2.3.3. Depósitos lacustres de Villafafila (L) .....                          | 40   |
| 3.2.3.4. Terrazas (T 1) .....  | 41   |
| 3.2.3.5. Aluviales limo-arcillosos (A 1) .....                                 | 41   |
| 3.2.4. Resumen de los problemas geotécnicos que presenta<br>la zona .....      | 41   |
| 3.3. ZONA 3: RELIEVES DE TERRAZA DE BELVER DE LOS<br>MONTES .....              | 42   |
| 3.3.1. Geomorfología y Tectónica .....   | 42   |
| 3.3.2. Columna estratigráfica .....  | 44   |

|           | Pág.  |
|-----------|---|
| 3.3.3.    | Grupos geotécnicos ... .. 45  |
| 3.3.3.1.  | Arcillas arenosas (Facies Tierra de Campos, 321 c) ... 45   |
| 3.3.3.2.  | Terrazas de gravas (T 1) ... .. 45  |
| 3.3.3.3.  | Terrazas de gravas con bolos (T 3) ... .. 46  |
| 3.3.3.4.  | Aluviales limo-arcillosos (A 1) ... .. 47   |
| 3.3.3.5.  | Conos de deyección (D) ... .. 48  |
| 3.3.4.    | Resumen de los problemas geotécnicos que presenta la zona ... .. 48                               |
| 3.4.      | ZONA 4: AFLORAMIENTOS MIOCENOS DE MORALES DE TORO-BUSTILLO DEL ORO ... .. 49                      |
| 3.4.1.    | Geomorfología y Tectónica ... .. 49   |
| 3.4.2.    | Columna estratigráfica ... .. 52  |
| 3.4.3.    | Grupos geotécnicos ... .. 53  |
| 3.4.3.1.  | Arcillas arenosas (Facies Tierra de Campos, 321 c) ... 53   |
| 3.4.3.2.  | Serie calcárea-arcillosa (Serie Blanca, 321 e) ... .. 53  |
| 3.4.3.3.  | Caliza del Páramo (321 f) ... .. 55   |
| 3.4.3.4.  | Terrazas de gravas (T 1) ... .. 56  |
| 3.4.3.5.  | Terrazas parcialmente cementadas (T 2) ... .. 56  |
| 3.4.3.6.  | Aluviales limo-arcillosos (A 1) ... .. 56   |
| 3.4.4.    | Resumen de los problemas geotécnicos que presenta la zona ... .. 56                               |
| 3.5.      | ZONA 5: VALLE DEL RIO DUERO ... .. 57   |
| 3.5.1.    | Geomorfología y Tectónica ... .. 57   |
| 3.5.2.    | Columna estratigráfica ... .. 59  |
| 3.5.3.    | Grupos geotécnicos ... .. 60  |
| 3.5.3.1.  | Formación detrítica de Villafranca de Duero (321 a) ... 60  |
| 3.5.3.2.  | Areniscas con intercalaciones de conglomerados, arcillas y margas (Facies Rueda, 321 b) ... .. 61 |
| 3.5.3.3.  | Depósitos de glacis de Villafranca de Duero (350 b) ... 62  |
| 3.5.3.4.  | Terrazas de gravas (T 1) ... .. 63  |
| 3.5.3.5.  | Terrazas parcialmente cementadas (T 2) ... .. 63  |
| 3.5.3.6.  | Aluviales limo-arcillosos (A 1) ... .. 64   |
| 3.5.3.7.  | Aluviales granulares (A 2) ... .. 65  |
| 3.5.3.8.  | Aluviales con materia orgánica (A 3) ... .. 65  |
| 3.5.3.9.  | Depósitos eólicos (E) ... .. 66   |
| 3.5.3.10. | Conos de deyección (D) ... .. 67  |
| 3.5.4.    | Resumen de los problemas geotécnicos que presenta la zona ... .. 67                               |
| 4.        | <b>CONCLUSIONES GEOTECNICAS</b> ... .. 69   |
| 4.1.      | PROBLEMAS GEOTECNICOS IMPORTANTES ... .. 69   |
| 4.1.1.    | Problemas de excavación y perforación ... .. 69   |
| 4.1.2.    | Problemas de drenaje y permeabilidad ... .. 69  |
| 4.1.3.    | Problemas de agresividad ... .. 70  |
| 4.1.4.    | Problemas de estabilidad y abarrancamiento ... .. 70  |
| 4.1.5.    | Problemas de extensión localizada ... .. 70   |
| 4.2.      | PROBLEMAS DE TOPOGRAFIA ... .. 70   |
| 4.3.      | CORREDORES PREFERENTES ... .. 71  |
| 5.        | <b>ESTUDIO DE YACIMIENTOS</b> ... .. 73   |
| 5.1.      | CANTERAS ... .. 73  |
| 5.2.      | GRAVERAS Y ARENEROS ... .. 74   |
| 5.3.      | PRESTAMOS ... .. 74   |
| 5.4.      | YACIMIENTOS QUE SE DEBERAN ESTUDIAR CON DETALLE ... .. 74   |
| 5.4.1.    | Trazado Oeste ... .. 74   |
| 5.4.2.    | Trazado Este ... .. 74  |
| 6.        | <b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> ... .. 79  |

# 1

## INTRODUCCION

El tramo Tordesillas-Benavente comprende los siguientes cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional 1/50.000:

|             |                             |
|-------------|-----------------------------|
| 308-1, 2, 4 | Villafafila.                |
| 340-1       | Manganeses de la Lampreana. |
| 341-3, 4    | San Pedro de Latarce.       |
| 370-1, 2, 4 | Toro.                       |
| 398-1       | Castroño.                   |
| 399-4       | Rueda.                      |

Este tramo corresponde al Corredor del Noroeste.

El estudio consta de los siguientes documentos:

— Once fotoplanos a escala 1/25.000 sobre los que se sitúan superponibles transparentes con la interpretación geológica y la situación de canteras y yacimientos granulares.

— Tres planos conteniendo cada uno de ellos un mapa litológico-estructural a escala 1/50.000, obtenido a partir de los datos reflejados en los fotoplanos 1/25.000. Dentro de estos se incluyen también esquemas a escala 1/200.000 en los que se sintetizan, para obtener una rápida visión de conjunto, los caracteres geotécnicos, estructurales y geomorfológicos, así como los suelos y formaciones de pequeño espesor.

Estos documentos van acompañados de la presente memoria explicativa que consta de: a) una primera parte en la que se da una visión de conjunto a toda el área estudiada y se relacionan entre sí las distintas unidades litológicas que en ella aparecen; b) una segunda parte en que se expone la división del tramo en zonas, y se describen las características geológicas, geotécnicas, así como los suelos y formaciones de pequeño espesor de cada una de ellas; c) una tercera parte, en la que se reflejan las conclusiones geotécnicas y el estudio de yacimientos, valorándose los posibles trazados en el tramo.

El presente estudio previo de los terrenos ha sido realizado por la Sección de Geotécnia y Prospecciones de la Dirección General de Carreteras, con la colaboración de HERRING, S. A.

Han intervenido en la realización y supervisión del mismo el personal que a continuación se relaciona:

**Dirección General de Carreteras**

**Subdirección General de Normas Técnicas y Prospecciones**

**Sección de Geotecnia y Prospecciones**

Antonio Alcaide Pérez,  
Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

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

Concepción Bonet Muñoz,  
Doctor en Ciencias Geológicas.

**HERRING, S. A.**

Juan Carlos Fernández de Castro Juaristi,  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Alfonso Corral Marhuenda,  
Licenciado en Ciencias Geológicas.

Domingo Ferreiro Picado,  
Licenciado en Ciencias Geológicas.

Pedro del Olmo Zamora,  
Licenciado en Ciencias Geológicas.

# 2

## CARACTERES GENERALES DEL TRAMO

### 2.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA

#### 2.1.1. Geomorfología

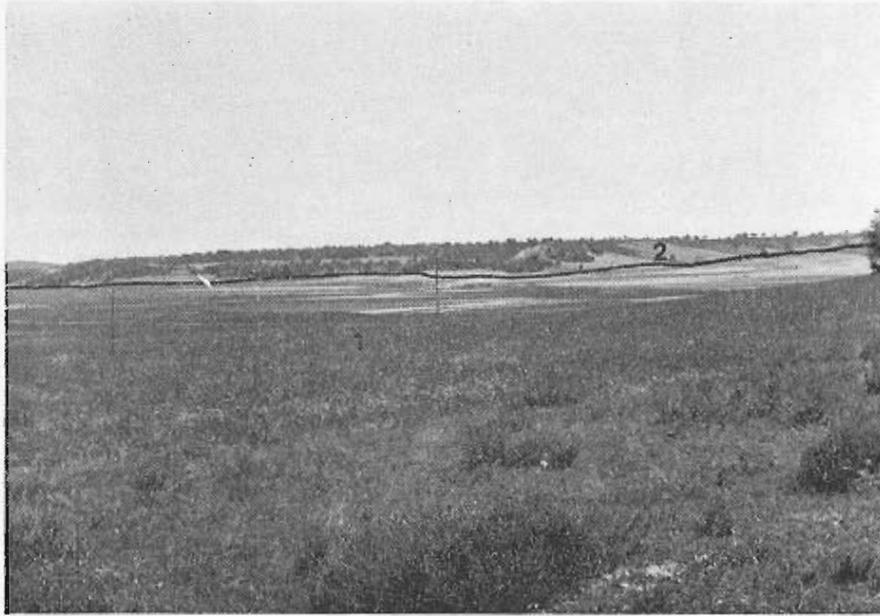
El tramo objeto de este estudio viene caracterizado por una litología de comportamiento muy uniforme, en general, frente a los agentes erosivos. Este hecho determina una morfología condicionada casi exclusivamente por la red fluvial, reflejando ésta a su vez la tectónica de las formaciones profundas no aflorantes, que en definitiva es la responsable de los accidentes morfológicos existentes.

Se han definido con base en esto, las siguientes zonas geomorfológicas:

- 2.1.1.1. Llanuras aluviales de los ríos Orbigo y Tera (Cuadrantes 308-1 y 4).
- 2.1.1.2. Replanos de San Esteban del Molar (Cuadrantes 308-1 y 2).
- 2.1.1.3. Lagunas de Villafafila (Cuadrantes 308-2 y 340-1).
- 2.1.1.4. Relieves de Belver de los Montes-San Martín de Valderaduey (Cuadrantes 340-1, 341-4 y 341-3).
- 2.1.1.5. Divisoria miocena de Morales de Toro-Bustillo del Oro (Cuadrantes 341-3 y 370-1 y 4).
- 2.1.1.6. Cuestas miocenas de Pedrosa del Rey- Vezdemarban (Cuadrantes 370-1, 2 y 4).
- 2.1.1.7. Valles y terrazas del río Duero (Cuadrantes 370-2; 398-1 y 399-4).

#### 2.1.1.1. Llanuras aluviales de los ríos Orbigo y Tera

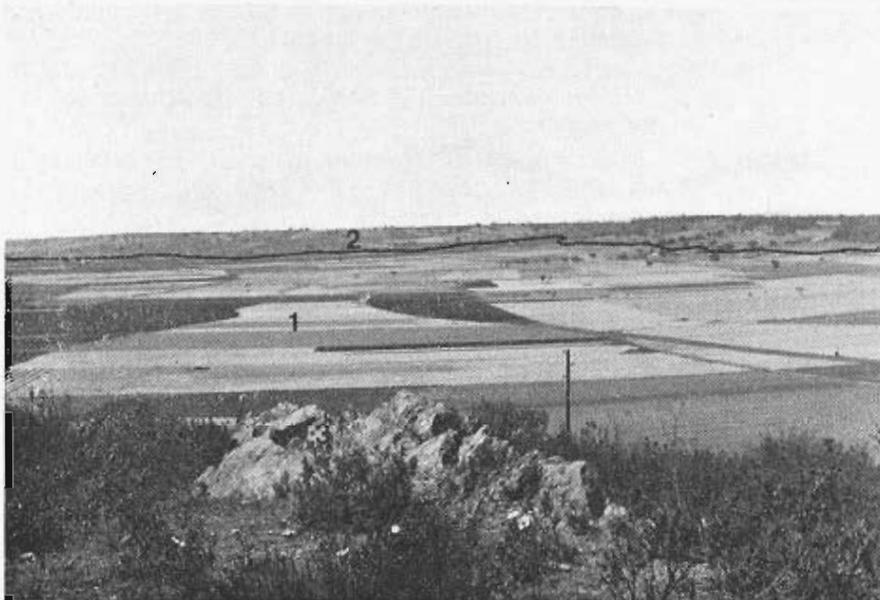
Se caracteriza la zona por el encauzamiento de la red fluvial en los materiales de la «serie roja» miocena, que prestan escasa competencia frente a la erosión, produciéndose valles en forma de artesa con amplias llanuras aluviales y cauces de ríos divagantes, pudiéndose apreciar meandros abandonados y pendientes de las laderas bastante tendidas (fotografía 1).



Fot. 1. Vista del valle del río Tera desde su margen derecha.

- 1) Aluvial.
- 2) Escarpes miocenos.

Dada la escasa potencia de la serie roja en esta zona, hay afloramientos esporádicos del substrato cuarcítico pizarroso (Paleozoico), que destacan por su mayor resistencia dando cerros alargados (en su mayor parte recubiertos por coluviales). Se pueden apreciar por transparencia en la fotografía aérea los materiales infrayacentes (fotografía 2 y figura 1).



Fot. 2. Afloramientos cuarcíticos dando relieves de cerros, en la carretera de Mózar a Navianos de Valverde

- 1) Aluvial.
- 2) Escarpes miocenos.
- 3) Paleozoico.

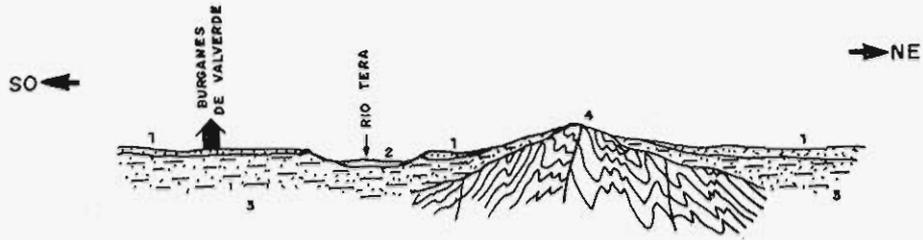
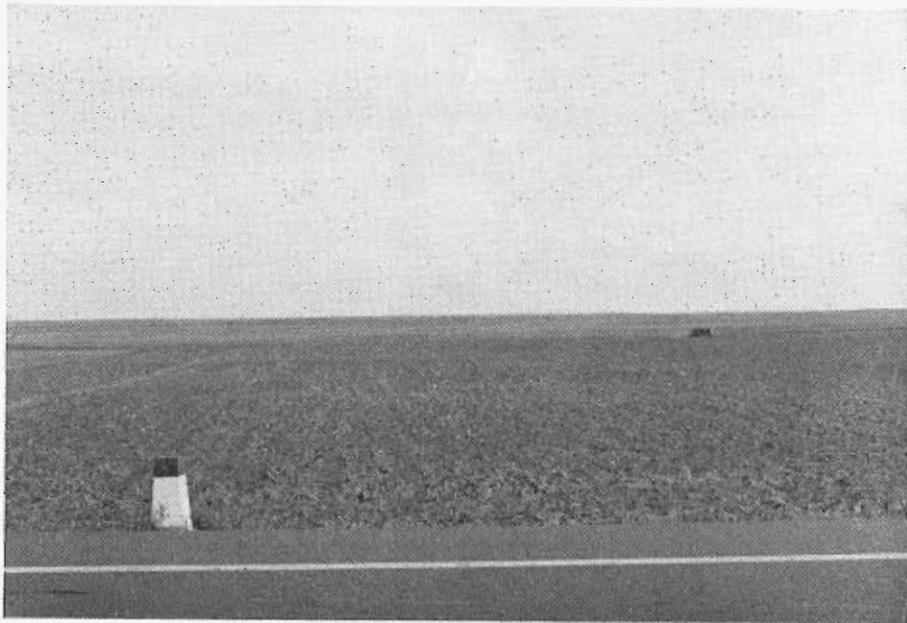


Fig. 1. Esquema de las llanuras aluviales de los ríos Orbigo y Tera.

- 1) Terrazas.
- 2) Aluvial.
- 3) Mioceno («Serie roja»).
- 4) Paleozoico.

#### 2.1.1.2. Replanos de San Esteban del Molar

La zona se caracteriza fundamentalmente por su escaso relieve quedando amplias planicies de cota media 720 metros, no sobrepasando el desnivel en toda la zona los 20 m. (fotografía 3).



Fot. 3. Vista hacia el Oeste desde la carretera N-VI, Madrid-La Coruña, de los replanos de S. Esteban del Molar.

En el borde oeste existe un replano constituido por un nivel de terraza del río Orbigo y, hacia el Este, tras una pequeña depresión del arroyo Prado del Valle, existe una amplia superficie de erosión tan sólo interrumpida por ligeros relieves, apenas perceptibles en el terreno, que enlaza con una superficie de erosión alta en los materiales plio-cuaternarios, al noreste de San Esteban del Molar (figura 2)



Fig. 2 Esquema de los replanos de S. Esteban del Molar.

- 1) Terrazas.
- 2) Aluvial.
- 3) Mioceno («Serie roja»).
- 4) Pliocuaternario.

### 2.1.1.3. Lagunas de Villafafila

La zona está caracterizada por un endorreísmo producido por una ligera depresión topográfica, de claro condicionamiento estructural, con eje de dirección SO-NE y deficiente desagüe hacia el arroyo Salado, hacia el SO. (fotografía 4).



Fot. 4. Vista hacia el N. O., desde el río Valderaduey, de las lagunas de Villafafila.

El endorreísmo da origen a una serie de lagunas estacionales de muy escasa profundidad aunque bastante extensas y parcialmente comunicadas entre sí.

En el borde occidental de la zona se aprecian ligeros relieves debidos al afloramiento de cuarcitas del substrato paleozoico, pero tienen muy escasa extensión no dando apenas resalte en relación con la llanura circundante (fotografía 5 y figura 3).



Fot. 5. Afloramiento paleozoico (1) destacando sobre la llanura (2) en la proximidad de la carretera de Villarrin de Campos a la estación de La Tabla de Villafafila.

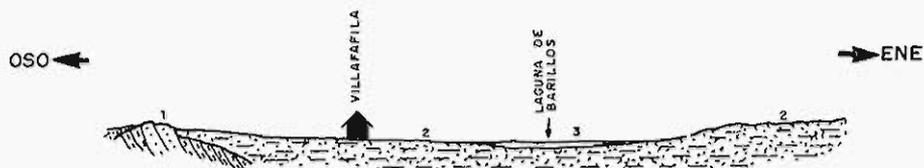


Fig. 3. Esquema geomorfológico de las lagunas de Villafafila.

- 1) Paleozoico.
- 2) Mioceno («Serie roja»).
- 3) Lagunar.

#### 2.1.1.4. Relieves de Belver de los Montes-San Martín de Valderaduey

La zona, al noreste de los ríos Valderaduey y Sequillo, está caracterizada por una serie de replanos, constituidos por niveles de terrazas, en cotas progresivamente crecientes, enlazadas entre sí por repechos más o menos acusados (fotografía 6 y figura 4).

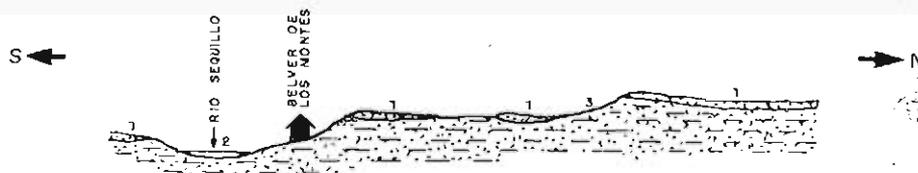
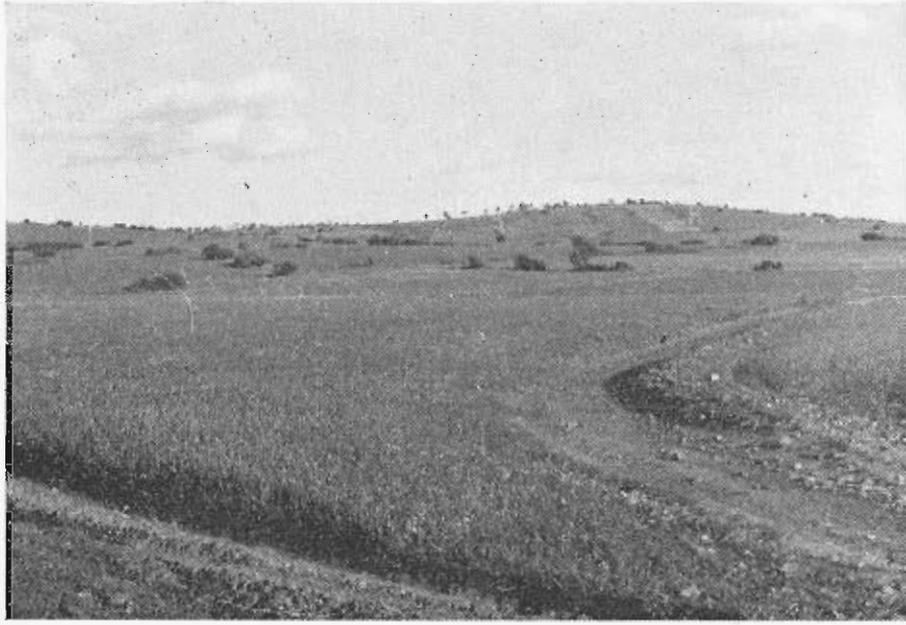


Fig. 4. Esquema geomorfológico de los relieves de Belver de los Montes, San Martín de Valderaduey.

- 1) Terrazas.
- 2) Aluvial.
- 3) Mioceno («Serie roja»).



Fot. 6. Morfoloía escalonada de terrazas al este del pueblo de Cañizo.

Dada la naturaleza de los materiales de la «Serie roja» miocena son frecuentes los abarrancamientos, como pueden apreciarse de forma muy acusada en las proximidades del pueblo de Belver de los Montes (fotografía 7).

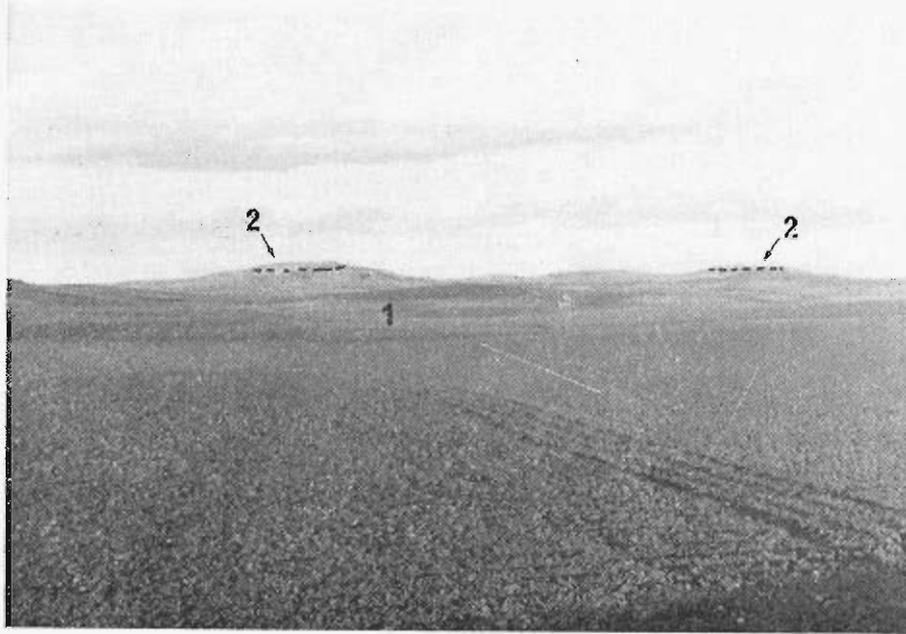


Fot. 7. Escarpes miocenos en Belver de los Montes.



### 2.1.1.5. Divisoria miocena de Morales de Toro-Bustillo del Oro

La zona está caracterizada por una topografía suavemente alomada ascendiendo hacia el SE. en ligera pendiente (fotografía 8) hasta una línea de dirección SO-NE. a la altura de los pueblos de Vezdemarban y Abzames para descender, igualmente suave, en dirección a Morales de Toro, formando una divisoria entre los afluentes del río Duero más orientales de la zona (ríos Bajoz y Hornija) y los más noroccidentales (ríos Sequillo y Valderaduey) (figura 5).



- 1) Mioceno (serie roja).
- 2) Mioceno (serie blanca).

Fot. 8. Vista hacia el E. de los relieves miocenos desde la carretera de Castronuevo a Toro.



Fig. 5. Esquema geomorfológico de la divisoria miocena de Morales de Toro-Bustillo del Oro.

- 1) Mioceno («Serie roja»).

En general el relieve es poco acusado presentándose amplias superficies planas como la zona comprendida entre los pueblos de Fuentesecas y Abzames (fotografía 9).



Fot. 9. Vista de «Las Llanas» al oeste de Abezames.

#### 2.1.1.6. Cuestas miocenas de Pedrosa del Rey-Vezdemarban

Fundamentalmente la zona está caracterizada por una superficie de erosión alta, en los materiales calizos del «páramo» que enlaza con otra superficie inferior, labrada en la «Serie roja» miocena a través de las cuestas de la «Serie blanca» (fotografía 10 y figura 6).

En las zonas de cuesta es importante el abarrancamiento dada la poca competencia frente a la erosión de los materiales de la «Serie blanca».



1) Caliza del páramo. 2) «Serie blanca». 3) «Serie roja».  
Fot. 10. Vista de las «cuestas miocenas» a la altura de Vezdemarbán.

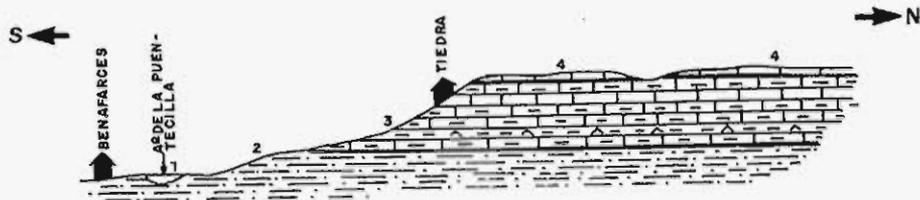


Fig. 6. Esquema geomorfológico de las cuevas miocenas de Pedrosa del Rey-Vezdemarbán.

- 1) Aluvial.
- 2) Mioceno («Serie roja»).
- 3) Mioceno («Serie blanca»).
- 4) Mioceno (Caliza del páramo).

#### 2.1.1.7. Valle y terrazas del río Duero

El principal accidente morfológico de esta zona está constituido por el río Duero que discurre por un amplio valle en artesa, con un cauce divagante, dejando gran cantidad de meandros abandonados y brazos de crecida, aunque es claro el condicionamiento estructural, en líneas generales, del trazado del río (figura 7 y fotografía 11).

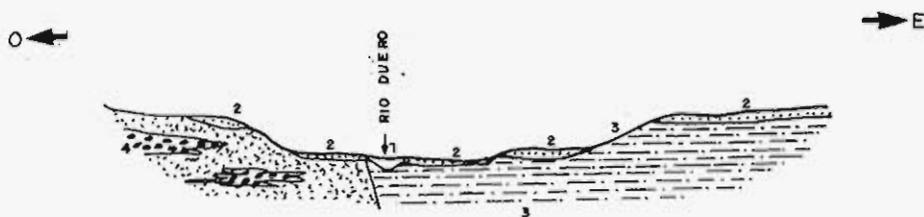


Fig. 7. Esquema geomorfológico del valle y terrazas del río Duero

- 1) Aluvial.
- 2) Terrazas.
- 3) Mioceno («Serie roja»).
- 4) Mioceno inferior.



1) Terraza baja. 2) Mioceno («Serie roja»). 3) Terraza alta (retazos).  
Fot. 11. Vista de las terrazas de la margen derecha del río Duero a la altura del pueblo de Torrecilla de la Abadesa y del escarpe en los materiales miocenos.

El desarrollo de las terrazas está condicionado por los movimientos del cauce, estando más desarrolladas en la margen derecha en la zona occidental a partir del río Trabancos, mientras que hacia el este de dicho río son más numerosas y extensas las de la margen izquierda.

### 2.1.2 Tectónica

En el tramo objeto de este estudio, la inmensa mayoría de las formaciones aflorantes no presentan ningún tipo de deformación tectónica de plegamiento. Únicamente se refleja en ellas la influencia de la técnica profunda de fracturación de basamento rígido infrayacente que, como ya se ha apuntado en los apartados anteriores, condiciona las directrices de la red fluvial (figura 8), que a su vez condiciona la morfología de todo el tramo. Solamente los pequeños afloramientos paleozoicos del borde noroccidental se encuentran fuertemente plegados y fracturados en ciclos orogénicos pre-alpinos.

La red de fracturación en los materiales neógenos y cuaternarios debe ser abundante, pero dada la naturaleza litológica de estas formaciones, las fracturas no tienen ninguna repercusión en el comportamiento mecánico de las rocas y son de muy difícil localización en campo, salvo por medio de un estudio detallado de las direcciones de la red fluvial y por las desnivelaciones topográficas de terrazas equivalentes, en una y otra margen de los ríos.

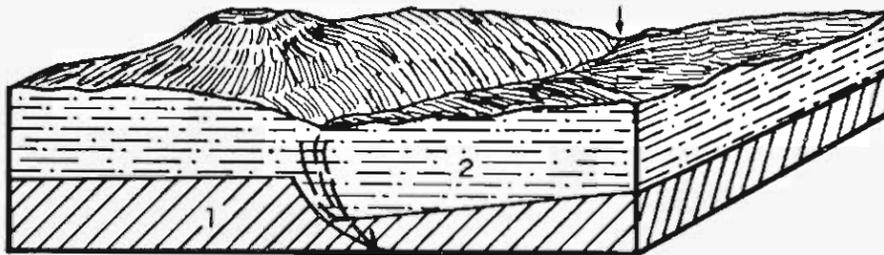


Fig. 8. Bloque diagrama esquemático del condicionamiento estructural de la red fluvial.

- 1) Zócalo.
- 2) Sedimentos terciarios.

Estos juegos de fracturas profundas provocan ligeros basculamientos en los sedimentos suprayacentes, por lo que los mismos no están perfectamente horizontales y pueden apreciarse ligeros buzamientos que no sobrepasan los 5°.

Las directrices de fracturación detectadas por la red fluvial son las SO-NE y la NO-SE, puestas claramente de manifiesto por el cauce del río Duero en el cuadrante 398-1, así como por los ríos Hornija, Bajoz, Vaderaduey, Tera y Orbigo en el resto de los cuadrantes. Otra dirección de fractura importante en la E-O, que debe ser posterior a las anteriores fracturas, pues las desplaza, como puede observarse en el cauce del río Duero en el cuadrante 399-4.

## 2.2. ESTRATIGRAFIA

En el tramo afloran materiales paleozoicos, miocenos y pliocuaternarios. Los primeros tienen escasa extensión superficial, dominando ampliamente el resto, junto con los distintos grupos de suelos abundantemente representados.

La disposición de todas estas formaciones es prácticamente horizontal, exceptuando el Paleozoico. Es característico de la zona el cambio lateral de facies en los sedimentos continentales del Neógeno y Cuaternario.

### 2.2.1. Paleozoico (120)

Son los materiales más antiguos dentro del tramo. Solamente se encuentra un afloramiento de relativa importancia en el cuadrante 308-4, con forma alargada, al sureste de Mózar y otras manchas más pequeñas en el mismo cuadrante y en el cuadrante 340-1. Está constituido por cuarcitas masivas y pizarras arenosas fisibles (fotografía 12). El conjunto está fuertemente plegado y fracturado, y ésto, unido a su pequeña representación, hace imposible estimar su potencia que debe ser muy considerable. Estos materiales deben formar el substrato regional del tramo. La edad no ha podido ser determinada por carecer de fauna y conexión con tramos bien datados, aunque por analogía litológica ha sido atribuido al Ordovícico-Silúrico.



Fot. 12. El Paleozoico en las proximidades de Mózar.

### 2.2.2. Mioceno

El Mioceno de facies continental es el período más amplamente representado en el tramo. Comprende materiales en general arcillo-arenosos que el techo se van cargando en carbonatos hasta llegar a constituir niveles calizos. Por consideraciones litoestratigráficas se han individualizado las siguientes formaciones:

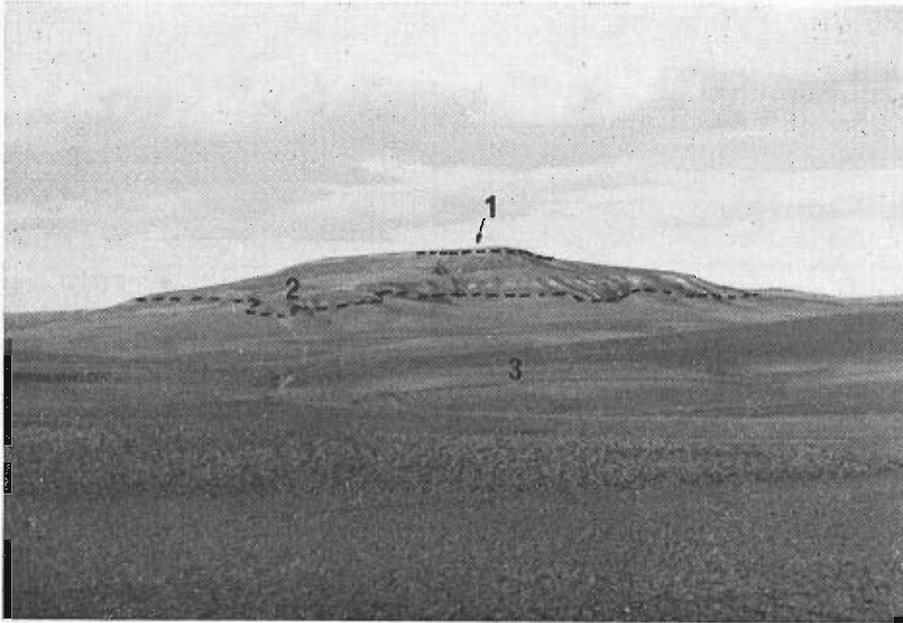
2.2.2.1. Facies Villafranca de Duero (321 a), correspondiente al Mioceno inferior.

2.2.2.2. «Serie roja», con gran variabilidad litológica por lo que se han individualizado tres facies distintas entre sí, aunque equivalentes en el tiempo, atribuidas al Vindoboniense. De Norte a Sur son:

- Facies Villafafila (321 d).
- Facies Tierra de Campos (321 c).
- Facies Rueda (321 b).

2.2.2.3. «Serie blanca» de edad Vindoboniense-Pontiense (321 e).

2.2.2.4. «Caliza del páramo» de edad pontiense (321 f) (fotografía 13).



1) Caliza del Páramo. 2) «Serie blanca». 3) «Serie roja».

Fot. 13. Vista del Mioceno desde Abezames, en dirección N. E.



#### 2.2.2.1. Facies Villafraanca de Duero (321 a)

Se encuentra representada en el suroeste del cuadrante 398-1 a partir de la margen izquierda del río Duero. Está constituida por arcillas arenosas y areniscas con intercalaciones de lechos de conglomerados y niveles margosos (fotografía 14). La estratificación es manifiesta presentando un ligero basculamiento hacia el Este.

La formación no ha podido ser datada por carencia de cualquier material paleontológico, aunque estudios regionales (Jiménez 1970) la atribuyen al pre-Tortonense.

Fot. 14. Facies Villafraanca de Duero (321 a) (carretera comarcal 112 de Toro a Castronuño, P. K. 14).

El contacto con las formaciones miocenas de la margen derecha del río Duero, de edad vindoboniense, debe de realizarse por medio de una falla, que queda oculta por los depósitos de terraza y aluviales de dicho río (figura 9).

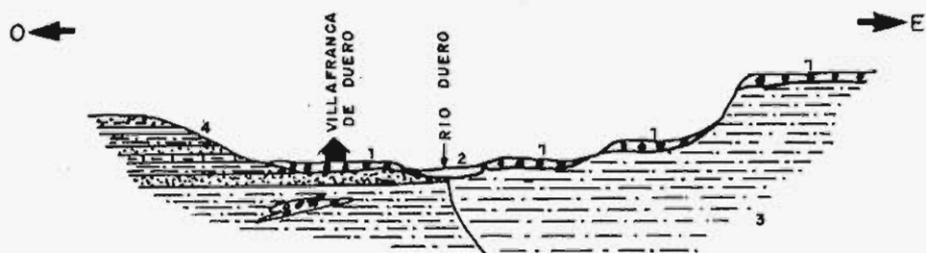


Fig. 9. Contacto entre formaciones miocenas, en la zona de Villafranca de Duero.  
1) Terrazas. 2) Aluvial. 3) Mioceno («Serie roja».)  
4) Mioceno inferior (Facies Villafranca de Duero).

#### 2.2.2.2. Serie Roja

Es una formación eminentemente detrítica, siendo su masa fundamental de arcillas arenosas de colores rojizos, característica utilizada para su denominación. Las litologías que la componen se endentan unas con otras cambiando lateralmente de facies frecuentemente. La tónica general viene marcada por la presencia de materiales más gruesos (conglomerados y areniscas) cuanto más al Suroeste y al Noroeste, quedando los depósitos más finos (arcillas y arcillas arenosas) mejor representados en el centro-este del área investigada.

Lo anteriormente expuesto ha permitido individualizar las siguientes facies:

— Facies Villafafila (321 d). Representada por los cuadrantes 308-1, 2 y 4, 340-1 y 341-4, está constituida por arenas arcillosas pardo rojizas, masivas, apreciándose en algunos puntos estratificación difusa. Existen frecuentes lentejones de arenas de grano medio, silíceo o calcáreo. Hacia el Suroeste esta facies va perdiendo su carácter arenoso y pasa gradualmente a la facies Tierra de Campos.

— Facies Tierra de Campos (321 c). Por enriquecimiento en arcillas y presencia de carbonatos dispersos, así como de lechos margosos, pasamos de la facies anterior a la presente, representada en los cuadrantes 341-3 y 370-1, 2 y 4, por arcillas arenosas pardo rojizas, masivas, con intercalaciones de areniscas y arenas y de lechos margosos sin continuidad lateral.

Hacia el Sur y en paso gradual, como el anterior, pasamos a la facies Rueda.

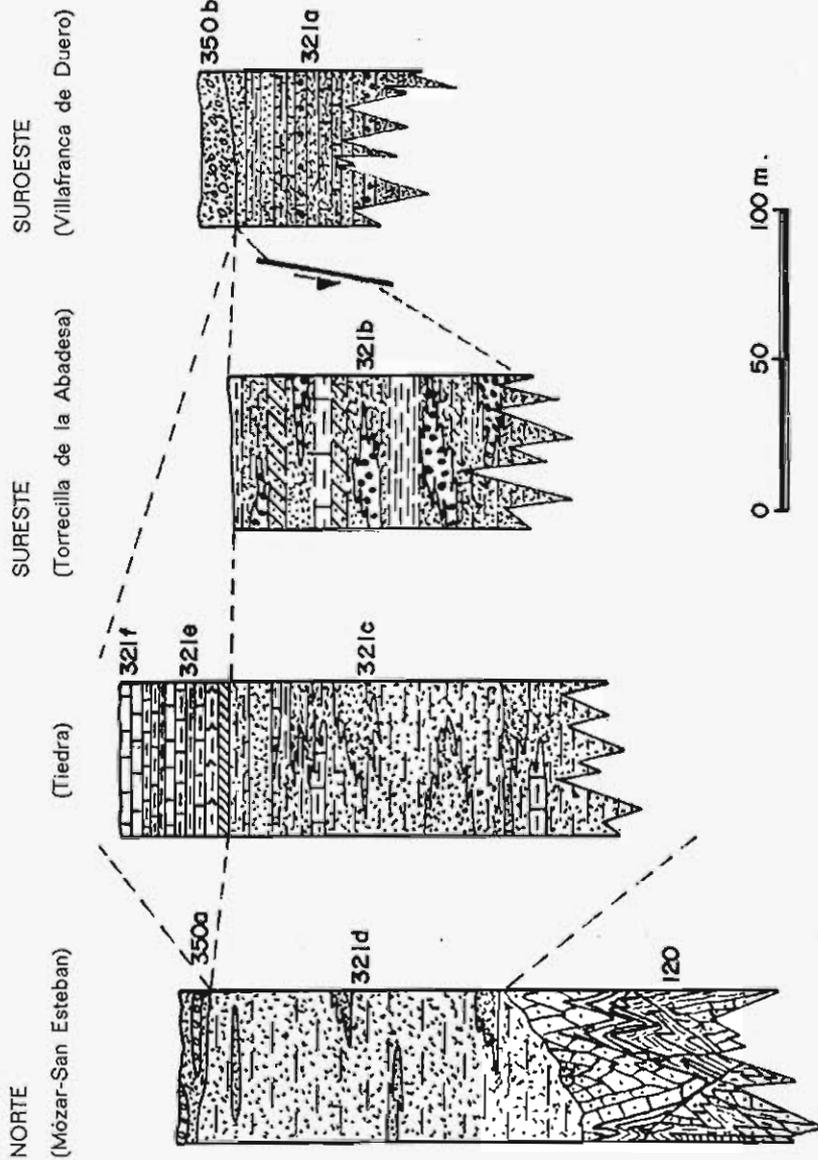
— Facies Rueda (321 b). Los materiales van aumentando el tamaño de grano y perdiéndose el porcentaje arcilloso hasta llegar a la presente facies representada en los cuadrantes 370-2, 398-1 y 399-4. Está caracterizada por areniscas de grano silíceo de tamaño medio a grueso, con matriz arcillosa y cemento calcáreo, que presenta intercalaciones de niveles de conglomerados, arcillas y margas.

#### 2.2.2.3. Serie Blanca (321 e)

Representada en los cuadrantes 370-1, 2 y 4, corresponde a un nivel estratigráfico más alto, dentro del Mioceno que la «Serie roja», aunque esta última en su parte superior puede corresponder a tramos basales de la «serie blanca» debido a un cambio lateral de facies.

El paso en la vertical de la «serie roja» a la «serie blanca» es gradual, empezando a intercalarse niveles más arcillosos y margosos en la facies Tierra de Campos hasta llegar a dominar las margas y calizas margosas, dentro ya del ámbito de la «serie blanca».

**COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS**



- 350 b. Depósitos de glaciais de arenas cuarzosas con cantos (Pliocuaternario).
- 350 a Arenas silíceas con intercalaciones de microconglomerados (Pliocuaternario).
- 321 f Calizas y calizas margosas (Pontiense).
- 321 e Margas y calizas margosas con intercalaciones de arcillas y sulfatos dispersos («Serie blanca» Vindoboniense-Pontiense).
- 321 d Arenas arcillosas masivas con lentejones de arenas («Serie roja» Vindoboniense).
- 321 c Arcillas arenosas con lentejones de areniscas y lechos margosos («Serie roja» Vindoboniense).
- 321 b Areniscas con intercalaciones de arcillas, niveles de conglomerados y margas («Serie roja» Vindoboniense).
- 321 a Arcillas arenosas y areniscas con lechos de conglomerados (Mioceno inferior).
- 120 Cuarcitas con intercalaciones de lechos de pizarras (Paleozoico).

#### 2.2.2.4. Caliza del páramo (321 f)

Se encuentra representada en el cuadrante 370-1 en su borde septentrional. Corresponde a la coronación de la serie miocena y al estar constituida por calizas y calizas margosas (más competentes frente a la erosión que el resto de los materiales terciarios del tramo), es la que da resaltes topográficos por preservar de la erosión a los sedimentos infrayacentes.

#### 2.2.3. Pliocuaternario

Se encuentra representado en el borde nororiental y en el borde sur-occidental del tramo, en afloramientos de escasa extensión superficial. Es posible que otra serie de niveles en la zona pudieran ser atribuidos también al Pliocuaternario, pero a falta de datos concluyentes se ha preferido incluirlos en el Cuaternario.

Se han diferenciado dos formaciones:

##### 2.2.3.1. Depósitos pliocuaternarios de San Esteban del Molar (350 a)

Están representados en el borde oriental del cuadrante 308-1 y constituidos por arenas silíceas de grano medio a grueso con intercalaciones de microconglomerados de cantos silíceos y cemento calcáreo. Estos materiales se encuentran en discordancia erosiva sobre los tramos miocenos detríticos de la «serie roja» por lo que su edad es claramente post-Pontense, pudiendo ser datados como Plioceno o Cuaternario antiguo.

##### 2.2.3.2. Depósitos de glacis de Villafranca de Duero (350 b)

Representados en el cuadrante 398-1, por materiales arenosos de grano medio a grueso que engloban gran cantidad de cantos cuarcíticos, bien graduados en general, con escasa matriz limo-arcillosa y vestigios de carbonatos dispersos. Se encuentran en disposición erosiva sobre los tramos inferiores, recubriendo una superficie que desciende progresivamente desde el Oeste hasta llegar al río Duero. Dicha superficie se encuentra a su vez erosionada por la red fluvial actual, por lo que solamente se encuentran retazos desconectados entre sí.

#### 2.2.4. Cuaternario

Está constituido por depósitos fluviales recientes (aluviales y terrazas) así como otros íntimamente ligados a la red fluvial (lacustres, por drenaje deficiente de la misma) y por algunos depósitos de marcado carácter eólico. El resto de los depósitos recientes (deyecciones y coluviales) tienen en general pequeño espesor y características muy similares a los materiales a los que recubren, por lo que únicamente han sido reflejados en los fotoplanos y en los esquemas a escala 1:200.000 de los planos acompañantes de la presente memoria.

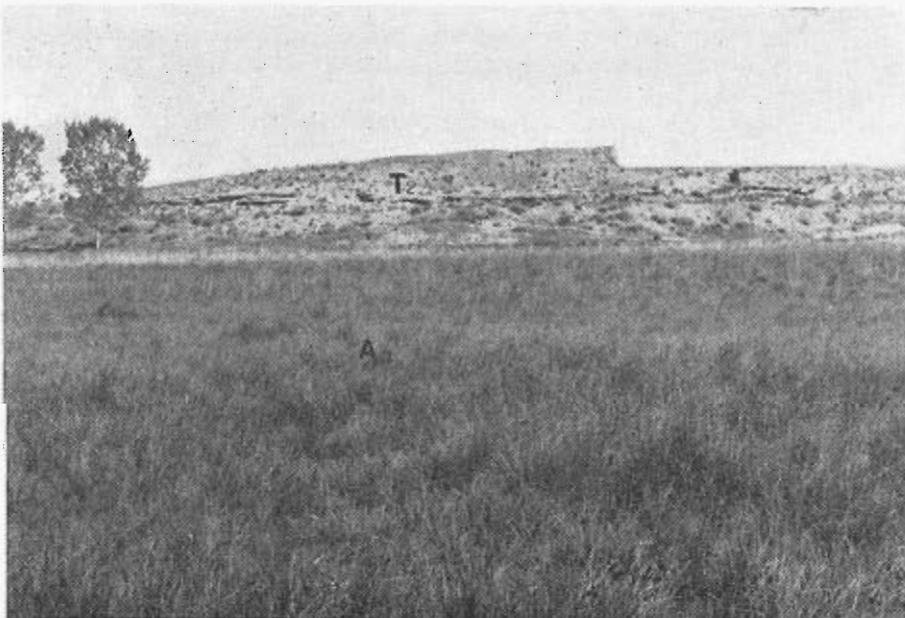
Las terrazas (T1, T2, T3) han sido diferenciadas atendiendo a su litología. Las terrazas T1 están fundamentalmente constituidas por gravas cuarcíticas bien graduadas con matriz limo-arcillosa y frecuentes lentes de arenas. Las terrazas T2, son muy similares a las anteriores, diferenciándose de ellas por presentar cementaciones parciales por carbonatos, lo que les confiere una mayor coherencia. Los niveles de terraza T3, han sido diferenciados por encontrarse en la masa bolos cuarcíticos, que llegan a alcanzar los 40 cm. de diámetro, manteniéndose el resto de las características antes descritas para los niveles T1 (fotografías 15 y 16).

Dentro de los depósitos aluviales se han separado los de naturaleza limo-arcillosa, con gravas y arenas dispersas en la masa (A1) de los de naturaleza casi exclusivamente granular, constituidos por arenas y gravas cuarcíticas bien graduadas y sueltas (A2). Existe un tercer tipo de aluvial, constituido por los depósitos de un meandro abandonado, que por encharcarse en épocas de crecida, constituye un tipo intermedio entre los depósitos fluviales y lacustres, y viene caracterizado por la presencia en su masa de un porcentaje significativo de materia orgánica (A3) (fotografía 16).



Fot. 15. Detalle de los bolos en los niveles de terraza T3, al norte del pueblo de Belver de los Montes.

Los depósitos lacustres (L) tienen su origen en el deficiente drenaje de los materiales infrayacentes y en la escasa pendiente topográfica, lo que origina una red fluvial con desagüe muy dificultoso y el consiguiente encharcamiento estacional, dado el régimen de prescripciones en el tramo. Los materiales son muy similares a los depósitos aluviales, tratándose de una masa areno-limosa con lentejones de gravas cuarcíticas y ligera costra salina en superficie.



Fot. 16. Niveles de terraza parcialmente cementados (T2) y aluvial arcillo-limoso con arenas dispersas y contenido en materia orgánica (A3), al sur del pueblo de San Román de la Hornija.

Los depósitos eólicos (E) quedan limitados al borde suroriental del tramo, estando formados por arenas cuarzosas mal graduadas, flojas y con algún canto cuarcítico disperso, presentando claras huellas de eolismo. No se puede descartar que los suelos de escasa potencia, muy arenosos, que aparecen sobre los niveles de terraza (T1) al norte de los cuadrantes 398-1 y 399-4, tengan notable influencia eólica en su formación, así como los suelos situados al sur del río Duero, en el cuadrante 399-4, pero dada su escasa potencia, inferior a los 3 metros, no han sido incluidos en la cartografía a escala 1:50.000.

Las deyecciones (D) tienen muy escasa representación, estando formadas por materiales limo-arcillosos con cantos, en disposición entremezclada.

## 3.0. ZONAS DE ESTUDIO

Atendiendo a las características geológicas y morfológicas del tramo, se ha dividido para su explicación en cinco Zonas, que presentan, dentro de cada una, los caracteres antes citados de manera sensiblemente uniforme.

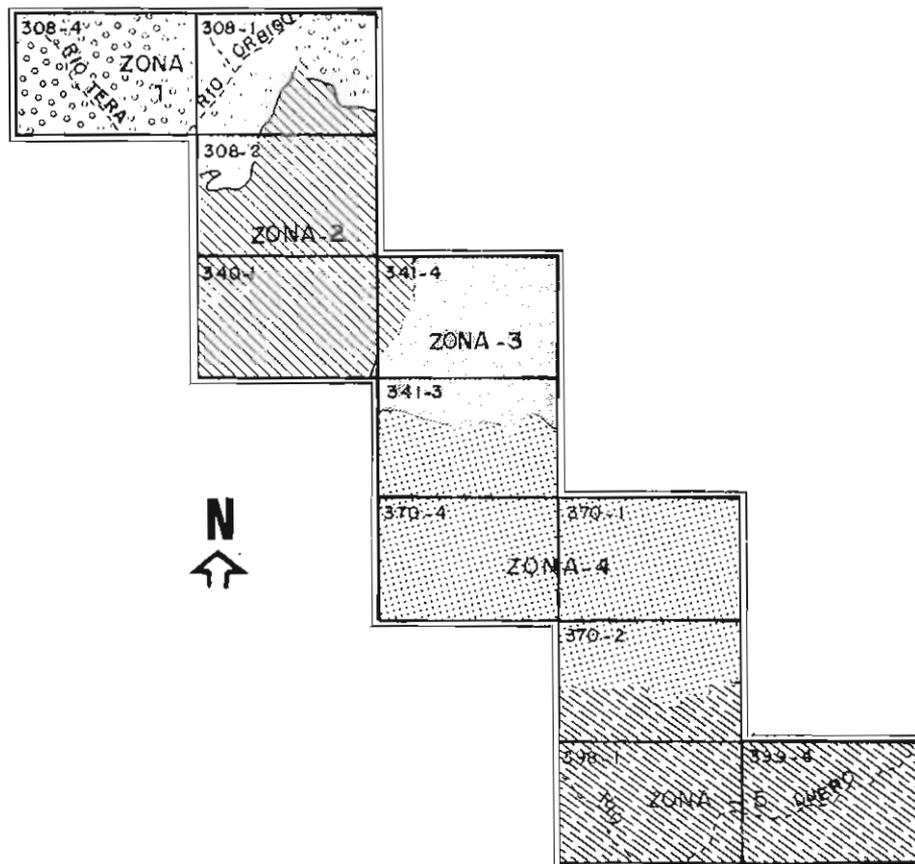


Fig. 10. División del tramo en Zonas.

Las zonas consideradas son las siguientes:

- Zona 1. Valles de los ríos Orbigo y Tera.
- Zona 2. Lagunas de Villafafila.
- Zona 3. Relieves de terraza de Belver de los Montes.
- Zona 4. Afloramientos miocenos de Morales de Toro-Bustillo del Oro.
- Zona 5. Valle del río Duero.

La Zona 1, corresponde a los valles de los ríos Orbigo y Tera. Está situada al extremo norte del tramo (cuadrantes 308-1, 2 y 4), y ha sido diferenciada atendiendo a su morfología, condicionada por los ríos antes citados, así como por el tipo de depósitos neógenos y cuaternarios, sensiblemente homogéneos.

La Zona 2, corresponde a las lagunas de Villafafila, caracterizada por

el deficiente drenaje de la red fluvial y el encharcamiento estacional de gran parte de la zona.

La Zona 3, viene caracterizada por una serie de replanos de terraza enlazados entre sí por taludes tendidos en el Mioceno, que a su vez goza de gran uniformidad litológica.

La Zona 4, está constituida por materiales fundamentalmente miocenos, siendo la parte superior más competente frente a la erosión, por lo que, en donde ésta se conserva, quedan relieves de cerros, mientras que el resto está formado por pequeñas lomas con desniveles poco importantes.

La Zona 5, corresponde al Valle del río Duero y a las terrazas de dicho río, que recubren a los sedimentos miocenos, en general detríticos y poco coherentes.

### **3.1. ZONA 1: VALLES DE LOS RIOS ORBIGO Y TERA**

Esta zona comprende los cuadrantes 308-1 y 4, y la parte noroccidental del 308-2.

#### **3.1.1. Geomorfología y Tectónica**

En los materiales de la «Serie roja» (321 d), la red fluvial cuaternaria ha labrado valles en artesa con amplias llanuras aluviales. La morfología queda pues condicionada por la escasa competencia frente a la erosión de los materiales de la zona.

El borde nororiental presenta una superficie alta formada por los sedimentos plio-cuaternarios (350) que, hacia el Oeste, desciende muy suavemente hasta enlazar con los replanos altos de terraza del río Orbigo, de amplio desarrollo desde Castrogonzalo hasta Villaveza del Agua (T1). Tras un suave talud enlaza con un nivel inferior de terraza de menor extensión, que a su vez queda en contacto con la llanura aluvial del río Orbigo (A1), de gran extensión, donde, debido a la escasa pendiente, el cauce sufre frecuentes modificaciones, quedando bien visibles cauces de crecida, meandros abandonados y aluviales antiguos (A2). Hacia el Oeste, se repiten dos niveles de terrazas en cotas crecientes, separados entre sí por un ligero escarpe mioceno. Este último nivel forma la divisoria con el valle del río Tera, cuya llanura aluvial tiene menor extensión lateral que la del río Orbigo, repitiéndose en ella, en menor escala, los accidentes morfológicos antes citados. En el borde occidental, en la margen derecha del río Tera, vuelven a aparecer los dos niveles de terraza separados por un ligero escarpe donde afloran los sedimentos miocenos (fotografía 17).

Es de destacar que, dada la escasa potencia del Mioceno, el substrato paleozoico aflora en algunos puntos, dando una morfología de cerros alargados de no demasiada elevación, con dirección ONO-ESE. Dicha morfología permite en foto aérea (por transparencia), apreciar las zonas de escasa potencia del Mioceno y la presencia del substrato próxima a la superficie topográfica.

En cuanto a la tectónica de la zona hay que distinguir el substrato paleozoico fuertemente plegado y fracturado, en el que, dada la escasa extensión de afloramiento, no es posible apreciar las directrices tectónicas principales y los materiales de cobertera en posición sensiblemente horizontal y solamente afectados por una tectónica de fracturación, reflejo de las fracturas profundas del substrato. Debido a la incoherencia de dichos materiales de cobertera, las fracturas no tienen ninguna repercusión geotécnica apreciable y solamente producen ligeros basculamientos en los estratos, que a pesar de no llegar en ningún momento a sobrepasar los 5° de buzamiento, son suficientes para condicionar la posición de la red fluvial.

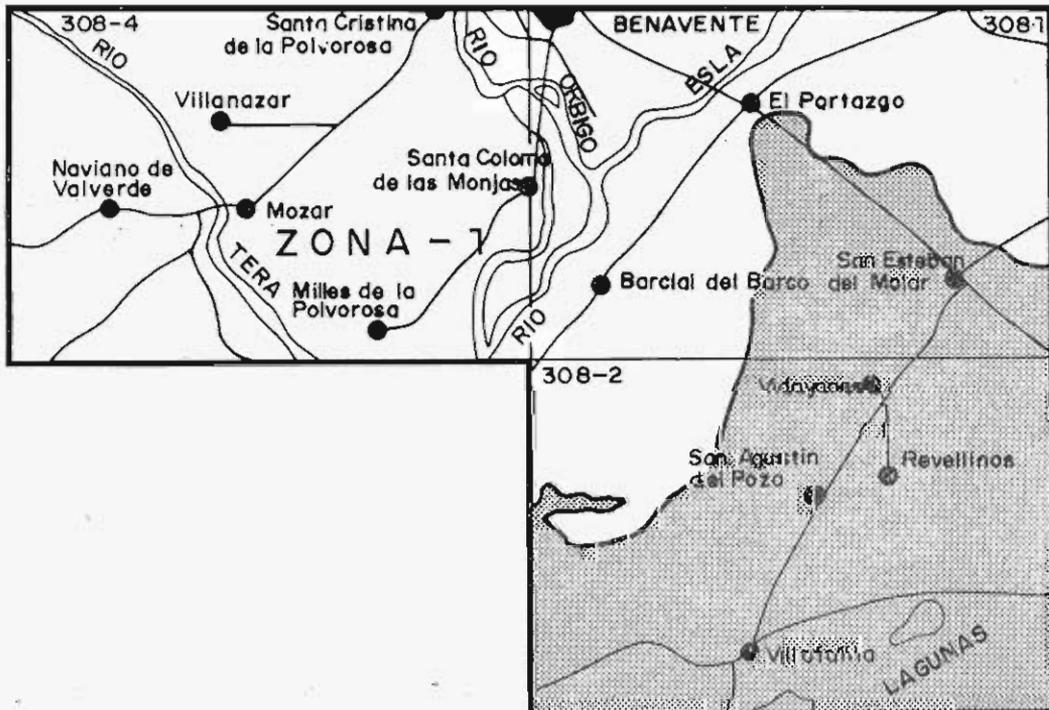
Las directrices de fractura detectadas por ella son la NO-SE y la NE-SO, que pueden apreciarse así mismo, en menor escala, en el afloramiento paleozoico al sur del pueblo de Mózar.



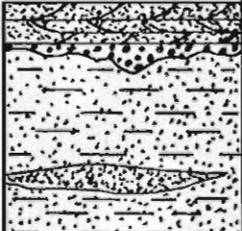
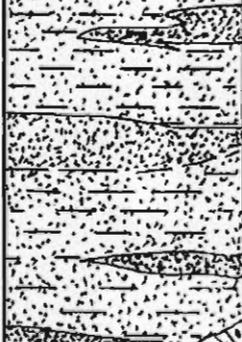
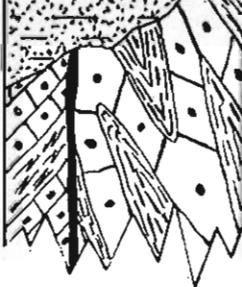
- 1) Aluviales del río Tera.
- 2) Nivel bajo de terraza.
- 3) Terraza alta.
- 4) Escarpe mioceno de la «serie roja».

Fot. 17. Vista del valle del río Tera desde la carretera de Benavente a Villaveza de Valverde.

### ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 1



### 3.1.2. Columna estratigráfica

| EDAD                             | COLUMNA LITOLÓGICA  | MAPAS Y FOTOPLANOS | DESCRIPCIÓN  |
|----------------------------------|---|--------------------|--|
| CUATERNARIO                      |    | A <sub>1</sub>     | Aluviales limo-arcillosos con frecuentes lentejones y niveles de gravas y arenas.                              |
| CUATERNARIO                      |    | A <sub>2</sub>     | Aluviales de gravas y arenas bien graduadas.   |
| CUATERNARIO                      |    | T <sub>1</sub>     | Terrazas de gravas cuarcíticas bien graduadas con matriz limo-arcillosa y lentejones de arenas de grano medio. |
| PLIO-CUATERNARIO                 |    | 350 a              | Arenas síliceas de grano medio a grueso con intercalaciones de microconglomerados.                             |
| MIOCENO (VINDOBONIENSE)          |   | 321 d              | Arenas arcillosas masivas con frecuentes lentejones de arenas síliceas y calcáreas de grano medio.             |
| PALEOZOICO (ORDOVICICO-SILURICO) |  | 120                | Cuarcitas con intercalaciones de lechos de pizarras.   |



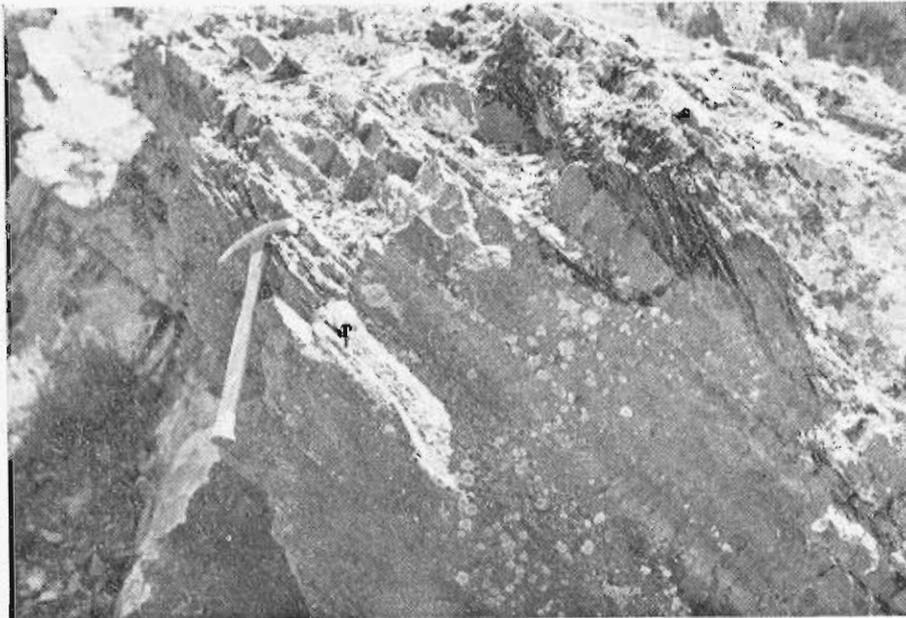
### 3.1.3. Grupos geotécnicos

Han sido diferenciados los grupos geotécnicos que se describen a continuación:

#### 3.1.3.1. Cuarcitas y pizarras paleozoicas (120)

Afloran en una mancha alargada de dirección ONO-ESE, en el centro sur del cuadrante 308-4, así como en pequeños afloramientos no cartografiables a la escala del estudio, en el valle del río Tera y otro afloramiento algo más extenso al noroeste del cuadrante 340-1. Dan lugar a suaves cerros en su mayor parte recubiertos por coluviales. Forman el substrato regional de la zona que nos ocupa.

**Litología.**—Cuarcitas grises y rojizas por impregnaciones en óxidos de hierro, macrocristalinas, masivas, duras y estratificación neta, con intercalaciones de pizarras arenosas fisibles de tonos grises y rojizos (fotografía 18).



Fot. 18. Detalle de las cuarcitas (1) y pizarras (2) del afloramiento paleozoico al sureste de Mózar.

Existen gran cantidad de filones de cuarzo que atraviesan la formación. en general, no pasan de unos cm. de espesor pero, en ocasiones, pueden rebasar el metro (fotografía 19).

**Estructura.**—Conjunto fuertemente plegado y tectonizado, afectado por un proceso de metamorfismo regional. Estratificación neta en las capas cuarcíticas con buzamientos muy variables debidos al plegamiento intenso sufrido. En las pizarras se aprecia claramente la esquistosidad, estando la estratificación muy enmascarada. Las fracturas son muy abundantes y en general están rellenas por filones de cuarzo.

**Geotecnia.**—Los tramos cuarcíticos son de elevada dureza, necesitando explosivos para su excavación y presentan dificultades de perforación. La fuerte tectonización podría provocar deslizamientos a favor de los planos de esquistosidad en los niveles pizarrosos. Permeabilidad



Fot. 19. Masa cuarcítico-pizarrosa (1) atravesada por filones de cuarzo (2) que pueden alcanzar espesores grandes (2'). Carretera de Mózar a Navianos de Valverde.

media por diaclasado. Taludes no observables por la escasa extensión de afloramientos. En algunos lugares, las capas cuarcíticas, podrían ser canteradas para capa de rodadura.

### 3.1.3.2. Arenas arcillosas (Facies Villafafila) (321 d)

Afloran extensamente en toda la zona, sobre todo en el extremo sur de la misma, estando en el borde noroeste recubiertas por las formaciones cuaternarias que se describirán en apartados posteriores

**Litología.**—Arenas arcillosas pardo rojizas; las arenas son cuarzosas con matriz arcillosa abundante. Masivas en general, y con estratificación difusa en algunos puntos. Son frecuentes en su masa los lentejones de arenas de grano medio (silíceo o calcáreo), sueltas, de color amarillento (fotografía 20).

La edad de la formación es difícil de determinar por la carencia absoluta de fósiles y el carácter continental de borde de los sedimentos. Ha sido atribuida al Mioceno Vindoboniense por correlación litológica, aunque no se descarta que en sus tramos superiores la edad pudiera llegar a ser Pontiense. La potencia es variable, oscilando entre dos y cien metros.

**Estructura.**—Conjunto en disposición horizontal, aunque esto es difícilmente apreciable, debido a su disposición masiva. No está afectado por deformaciones tectónicas visibles, aunque se puede deducir la existencia en su masa de fallas, prolongación de otras en el substrato paleozoico, lo que hace que en algunos puntos existan ligeros basculamientos siempre inferiores a los 5° de buzamiento.

**Geotecnia.**—Formación muy erosionable y abarrancable. Drenaje superficial deficiente, debido al eluvial que soporta. Taludes naturales observados A-15° estables (fotografía 21). Taludes artificiales bajos, subverticales inestables (fotografía 20).



Fot. 20. Detalle de la formación de arenas arcillosas (321 d) en las proximidades de Navianos de Valverde.



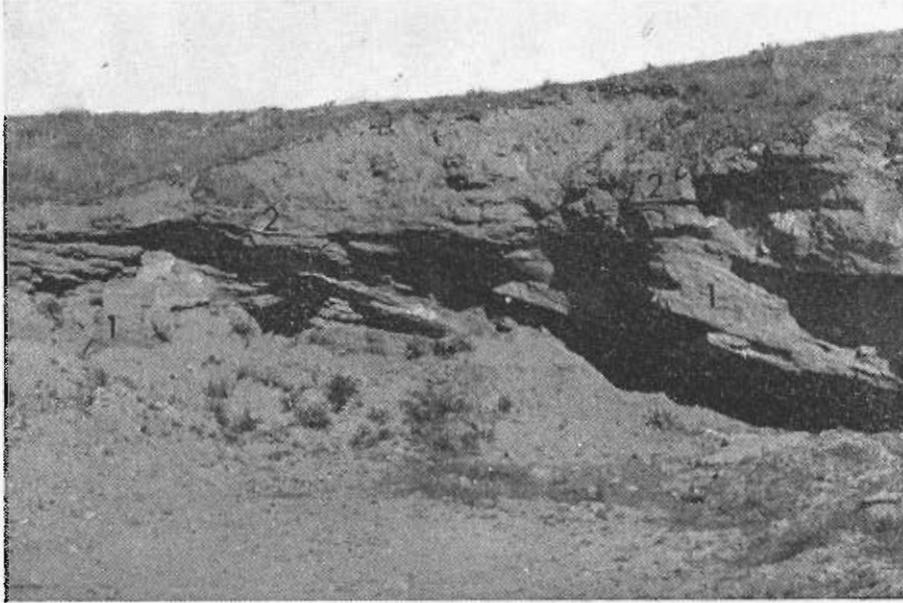
Fot. 21. Taludes naturales en la «Facies Villafila» (321 d) junto al pueblo de Navianos de Valverde.

### 3.1.3.3. Depósitos plio-cuaternarios de San Esteban del Molar (350 a)

Están representados en el borde nororiental del cuadrante 308-1, en discordancia erosiva sobre el grupo anterior, formando suaves replanos que apenas destacan sobre la topografía circundante.

**Litología.**—Conjunto de arenas silíceas de grano medio a grueso, bastante sueltas, de color amarillento, con intercalaciones de microconglomerados de cantos silíceos con cemento calcáreo y carentes de matriz, bastante compactos en algunos puntos, lo que hacen que den pequeños resaltes. Potencia de 2 a 5 m.

**Estructura.**—En disposición horizontal, y en discordancia erosiva sobre la serie miocena infrayacente. Las arenas presentan estratificación cruzada muy manifiesta (fotografía 22).



- 1) Arenas.
- 2) Microconglomerados.

Fot. 22. Detalle de los depósitos pliocuaternarios (350 a) en el extremo noreste del cuadrante 308-1.

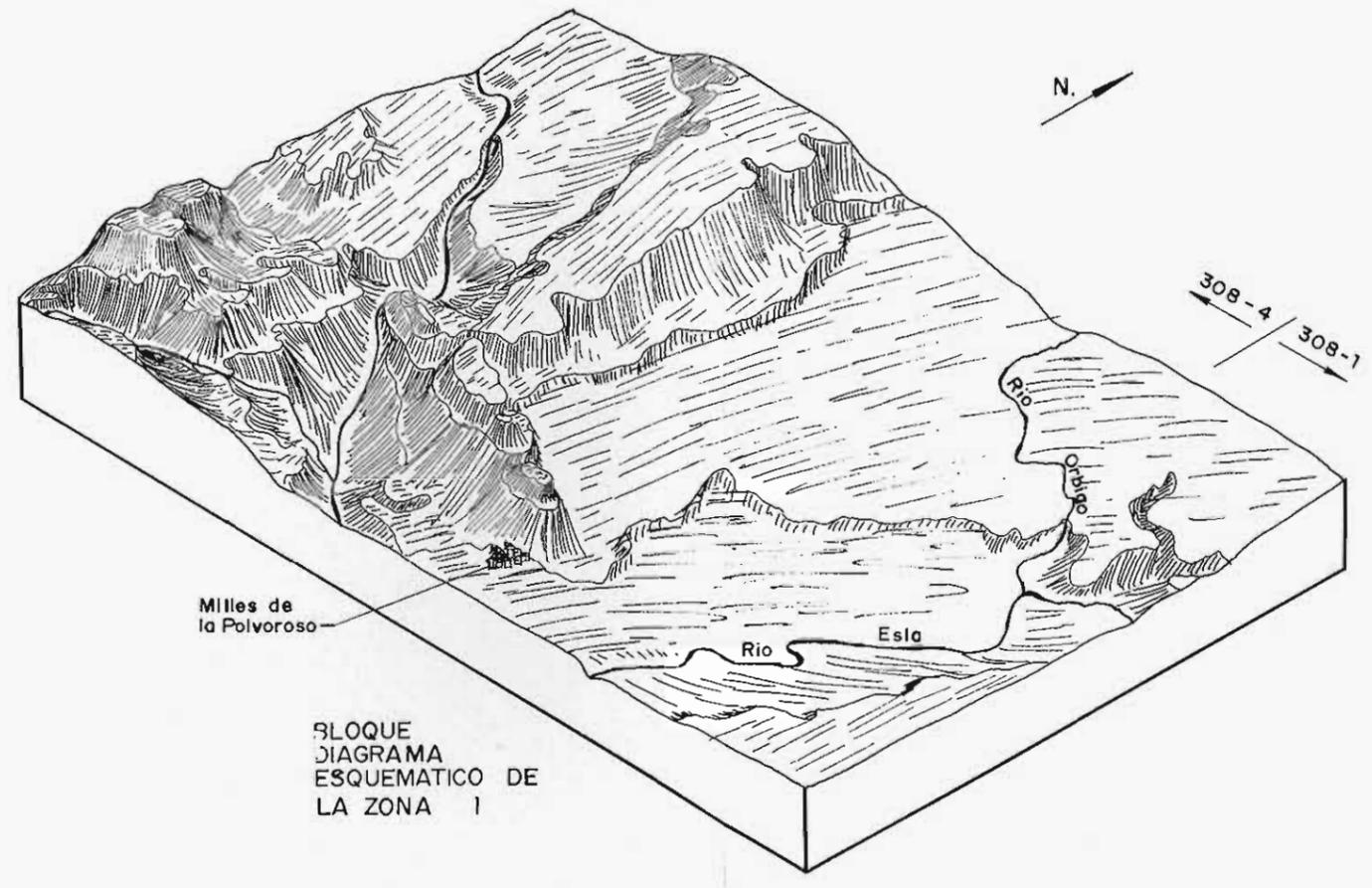
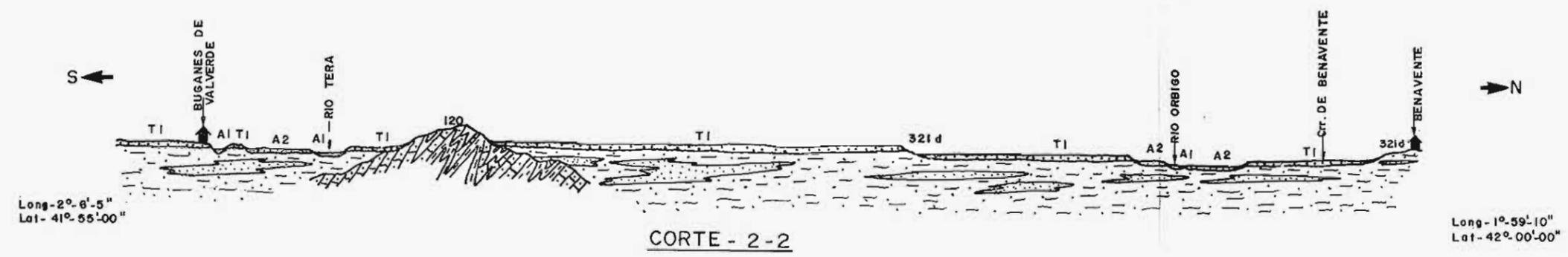
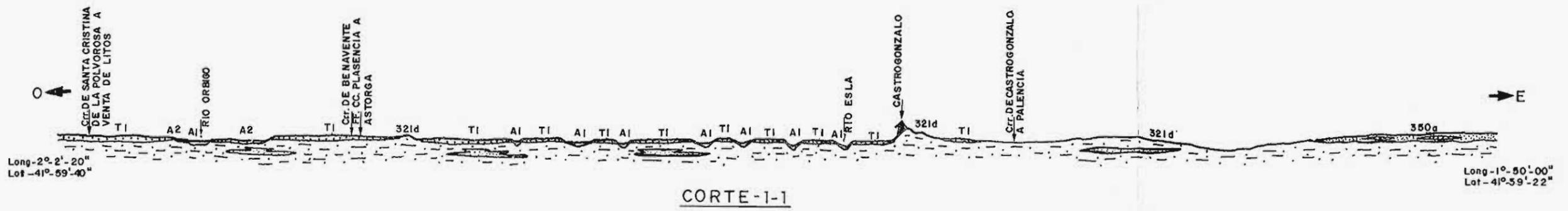
La potencia de estos materiales oscila entre los 2 a 5m.

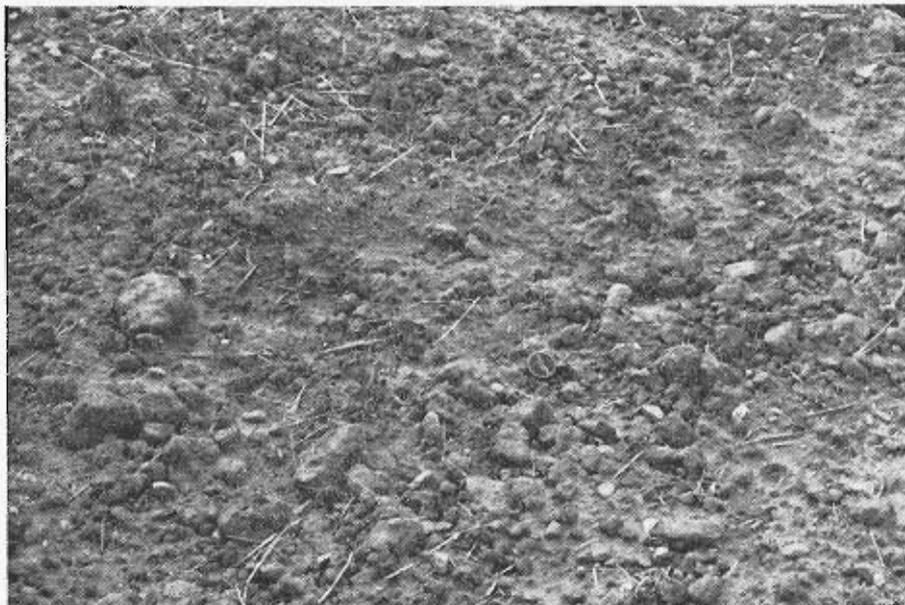
**Geotecnia.**—Los tramos arenosos son muy deleznales pudiendo presentar problemas de abarrancamiento y aterramiento; los niveles de conglomerados son compactos pero ripables dada su escasa potencia, y pueden ser considerados como terreno de tránsito a efectos de excavación. Permeabilidad media por estar algo dificultada por los tramos cementados. Taludes artificiales M 45°, algo inestables en los niveles arenosos. Capacidad portante de media a alta.

#### 3.1.3.4. Terrazas (T1)

Ampliamente representadas en la zona, ocupan la parte occidental de los cuadrantes 308-1 y 308-2 y casi la totalidad del cuadrante 308-4. Se encuentran dos niveles (separados por un pequeño escarpe) de análoga naturaleza litológica.

**Litología.**—Terrazas de gravas cuarcíticas bien graduadas con matriz limo-arcillosa. Se presentan niveles y lentejones de arenas de grano medio y más raramente, grueso, silíceo, suelto, con escasa matriz limo-arcillosa. Potencia de 1 a 4 m. (fotografía 23).





Fot. 23. Detalle de los materiales de la terraza baja del río Tera (T1).

**Estructura.**—Conjunto en disposición horizontal, con estratificación entrecruzada en los lentejones arenosos.

**Geotecnia.**—Ligeros problemas de drenaje superficial, más acentuados en algunas zonas, debido al eluvial que soporta. Capacidad portante media.

#### 3.1.3.5. Aluviales granulares (A2)

Están representados en los cuadrantes 308-1 y 4, y corresponden a aluviales antiguos y a depósitos de crecida.

**Litología.**—Están constituidos por gravas en general bien graduadas, entremezcladas con arenas heterométricas y carencia casi total de matriz. El grano es silíceo. Potencia variable de 1 a 4 m.

**Estructura.**—Disposición irregular de los materiales que en épocas de crecida pueden ser removilizados de nuevo.

**Geotecnia.**—Pueden presentarse problemas de descalce de las obras de fábrica, debido a las posibles socavaciones susceptibles de producirse en épocas de crecida, por ser materiales algo móviles y muy erosionables. Muy buen drenaje. Las arenas y gravas son buenos materiales para construcción, pudiendo utilizarse los cantos silíceos como áridos para capa de rodadura, previo proceso de machaqueo.

#### 3.1.3.6. Aluviales limo-arcillosos (A1)

Están representados en los cuadrantes 308-1, 2 y 4.

**Litología.**—Aluviales limo-arcillosos con frecuentes lentejones y niveles de gravas y arenas cuarzosas a veces con estratificación entrecruzada y colores en general rojizos y grisáceos. Potencia variable.

**Estructura.**—Estos depósitos están situados en el fondo de los valles a lo largo de los cauces fluviales actuales, con disposición caótica en su masa.

**Geotecnia.**—Capacidad portante media. Problemas de drenaje, dado el contenido arcilloso de su masa y la escasa pendiente topográfica. Nivel freático alto. También puede presentar problemas debido a su erosionalidad.

### 3.1.4. Resumen de los problemas geotécnicos que presenta la zona

En resumen, la mayor parte de la zona está constituida por materiales cuaternarios (depósitos aluviales y terrazas de la red fluvial actual) y en menor extensión afloran sedimentos detríticos miocenos (facies Villafafila) y pliocuaternarios. Quedan así mismo pequeños afloramientos paleozoicos en el cuadrante 308-4.

Aunque su extensión es pequeña, debe ser evitado el trazado sobre los materiales paleozoicos, dadas las dificultades de excavación y perforación que presentan. La facies Villafafila de la «serie roja», puede presentar problemas de abarrancamiento en los desmontes que sea necesario efectuar, así como presentar ligeros problemas de drenaje superficial, dada la casi nula pendiente topográfica en algunos puntos. Los depósitos pliocuaternarios de San Esteban del Molar, pueden dar problemas de aterramiento y abarrancamiento en los desmontes, así como ligeros problemas de descalce de las capas duras de conglomerados. En los aluviales actuales (A1), se pueden presentar problemas de drenaje superficial, debidos a la escasa pendiente topográfica, con la presencia del nivel freático alto, por lo que el trazado deberá ir en terraplén (para el cálculo de la altura del mismo debe ser tenida en cuenta la posibilidad de encharcamientos de pie de talud). Los aluviales granulares pueden dar problemas de descalce de las obras de fábrica, debido a su movilidad, pudiendo producirse socavaciones en épocas de crecida. En cuanto a los niveles de terraza (T1), no es de esperar que presenten graves dificultades salvo ligeros problemas de drenaje superficial en las zonas altas, de topografía muy suave.

La topografía es en general suave con ligeros escarpes, lo que hace que el trazado geométrico no se vea condicionado.

## 3.2. ZONA 2: LAGUNAS DE VILLAFAFILA

Esta zona comprende el borde suroriental del cuadrante 308-1, casi la totalidad del cuadrante 308-2, el cuadrante 340-1 completo y el borde oeste del cuadrante 341-4.

### 3.2.1. Geomorfología y Tectónica

La zona está caracterizada por una suave depresión topográfica alargada en dirección SO-NE, lo que da origen a un endorreísmo de las aguas de escorrentía. El difícil desagüe hacia el sur, a través del arroyo Salado, causa un encharcamiento estacional en casi toda la zona, produciéndose lagunas de poca profundidad, aunque pueden ser bastante extensas y parcialmente comunicadas entre sí por arroyos emisarios. El relieve es muy escaso, con cotas medias de 700 m. quedando apenas elevaciones de cerros de pocos metros de altitud que emergen sobre la llanura circundante. Hacia el este del cuadrante 340-1, se encuentra una divisoria poco marcada en el terreno por el cerro Obispados, de 733 m. de altura, que separa la cuenca endorreica de Villafafila de la del río Valderaduey, cuyos afluentes de la margen derecha, en especial el arroyo de Forradales, tienen también un difícil desagüe, produciéndose otra zona de mal drenaje y encharcamiento estacional (figura 11).



Fig. 11. Morfología de la zona 2, entre Villarrín de Campos y S. Martín de Valderaduey.

- 1) Lagunar.
- 2) Terrazas.
- 3) Mioceno, Facies Villafafila.

En el borde suroccidental del cuadrante 340-1, existe una red de arroyos anastomosados entre sí, producto de la escasa pendiente topográfica, lo que da origen a una zona intermedia entre el régimen lagunar y el régimen de arroyos estacionales pero con cauce más estable, que se encuentran en prolongación de este área al sur, fuera de la zona de estudio.

El condicionamiento estructural es, en esta zona, particularmente marcado. La alineación SO-NE, antes citada, debe estar producida por una serie de accidentes tectónicos de fracturación en los materiales paleozoicos infrayacentes que, muy atenuados, se reflejan en la cobertura sedimentaria por suaves basculamientos en los materiales, lo que se manifiesta en la formación de cubetas sin desagüe topográfico y, dada la escasa permeabilidad de los materiales miocenos de la facies Villafafila, el agua se estanca.

La fracturación profunda se continúa hacia la superficie a través del Mioceno sufriendo una serie de refracciones y ramificaciones, pero la resistencia mecánica de los sedimentos no se ve afectada, pues dada la incompetencia de los materiales y su grado de movilidad hay un cicatrizado que impide incluso su percepción en el terreno, salvo por las repercusiones morfológicas ya descritas (figura 12).

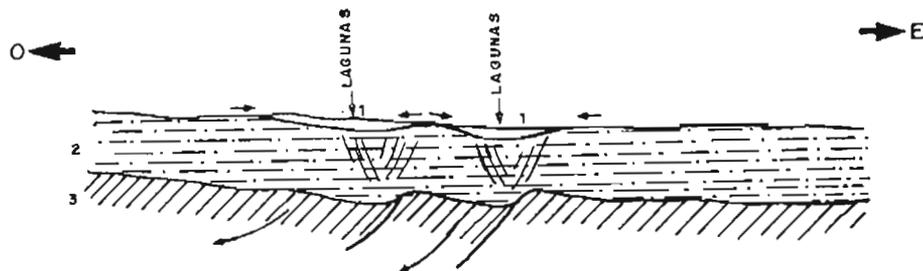
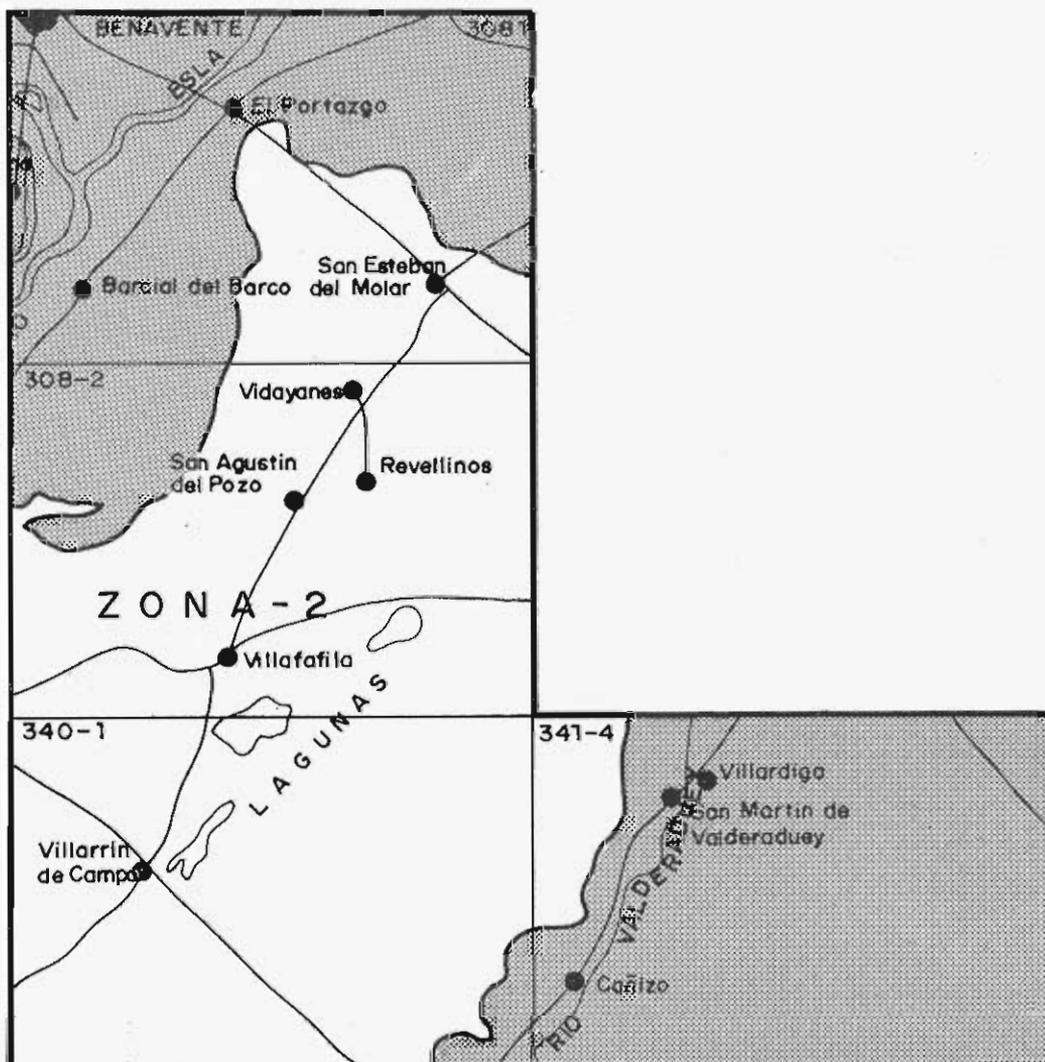


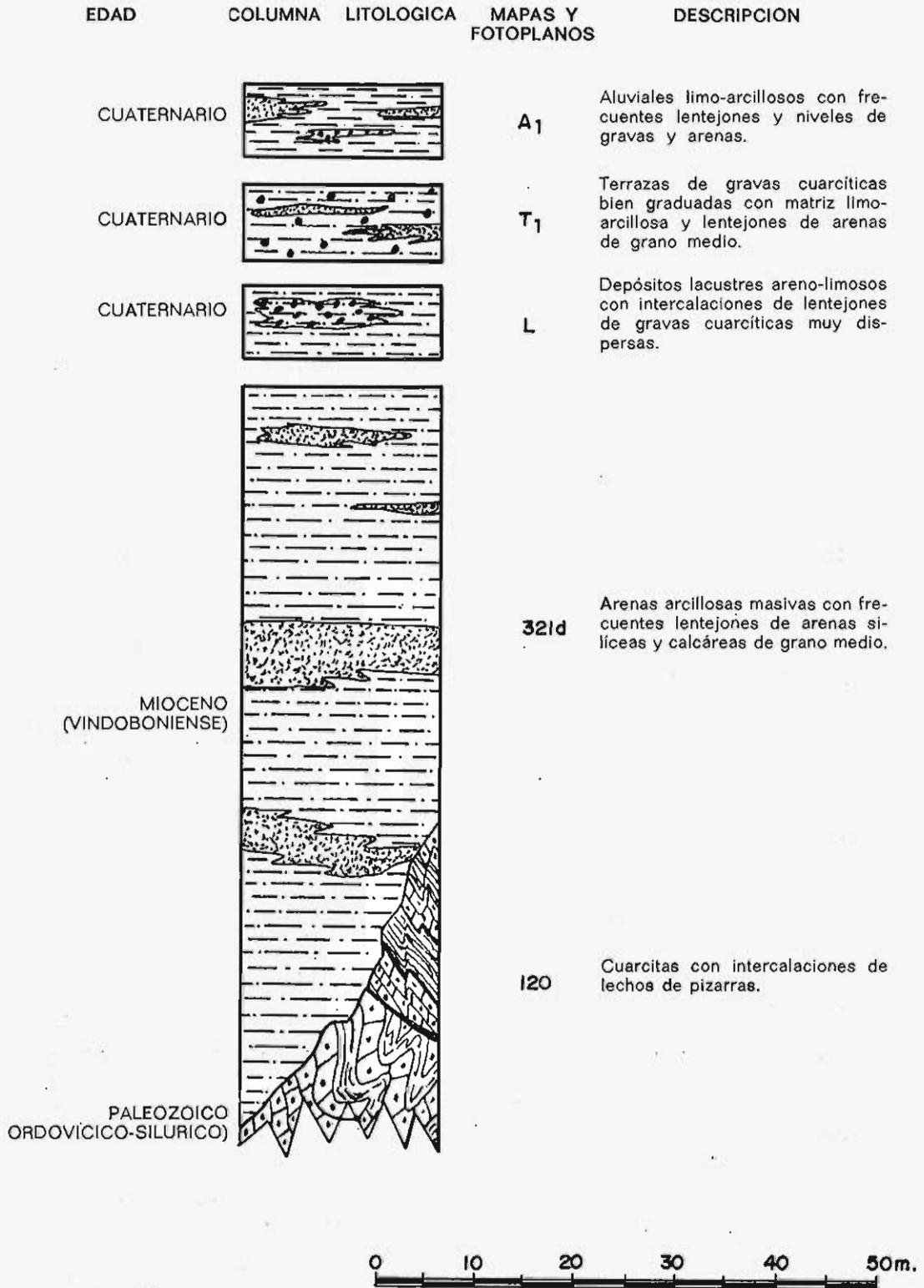
Fig. 12. Corte esquemático de las fracturas del substrato y su repercusión en el Mioceno y la formación de cuencas endorreicas.

- 1) Depósitos lacustres.
- 2) Mioceno, Facies Villafafila.
- 3) Substrato pre-Mioceno rígido.

## ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 2



### 3.2.2. Columna estratigráfica



### 3.2.3. Grupos geotécnicos

En la presente zona han sido diferenciados los grupos geotécnicos que se describen a continuación:

#### 3.2.3.1. Cuarcitas y pizarras paleozoicas (120)

Solamente se encuentra un pequeño afloramiento de unos metros de extensión en el borde noroeste del cuadrante 340-1.

Sus características litológicas, estructurales y geotécnicas han sido ya descritas en el apartado 3.1.3.1. de la presente memoria .

#### 3.2.3.2. Arenas arcillosas [facies Villafafila (321 d)]

Afloran extensamente en todo el tramo con potencias considerables que pueden sobrepasar ampliamente los 100 m., aunque dados los escasos desniveles de la topografía, solamente la parte superior resulta accesible a la observación.

Su litología, estructura y geotecnia han quedado descritas en el apartado 3.1.3.2. de esta memoria.

#### 3.2.3.3. Depósitos lacustres de Villafafila (L)

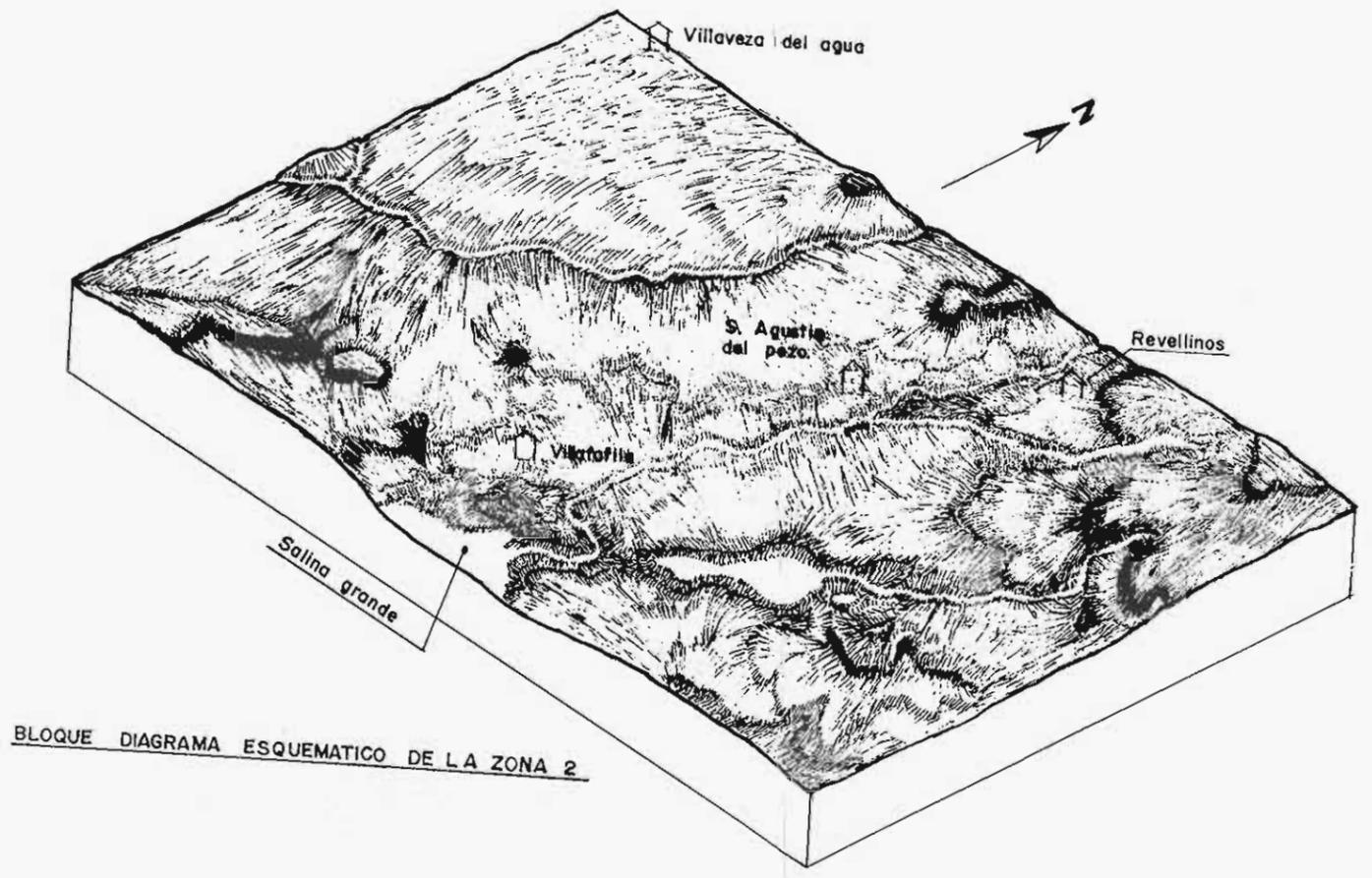
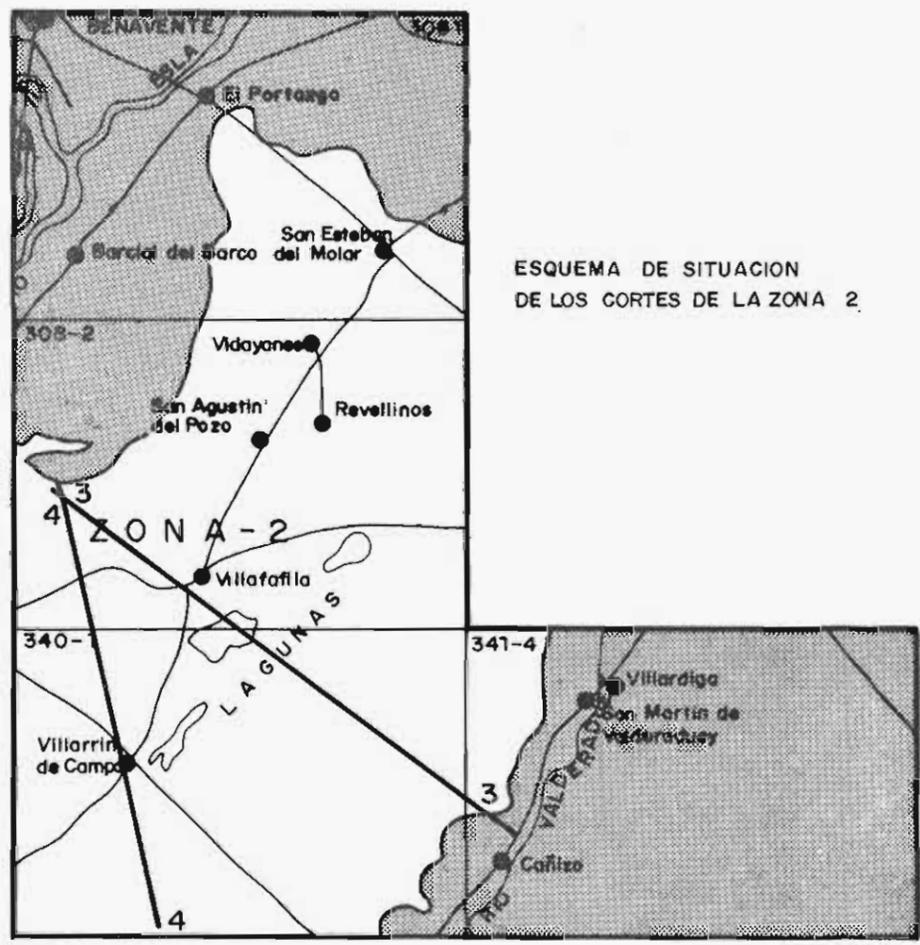
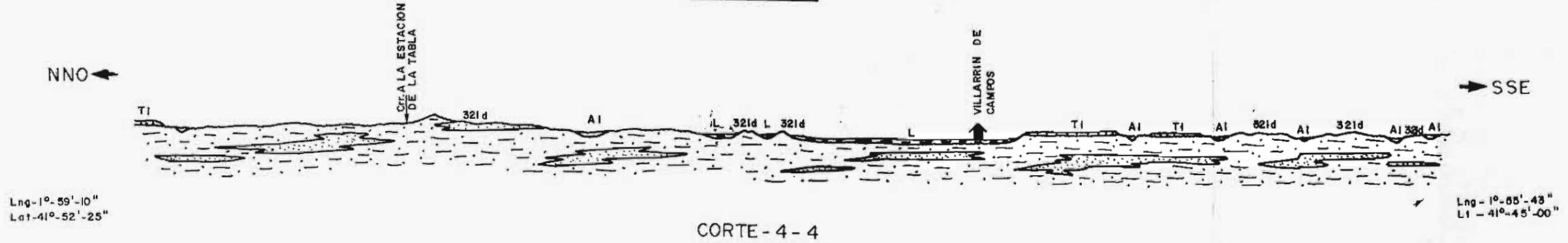
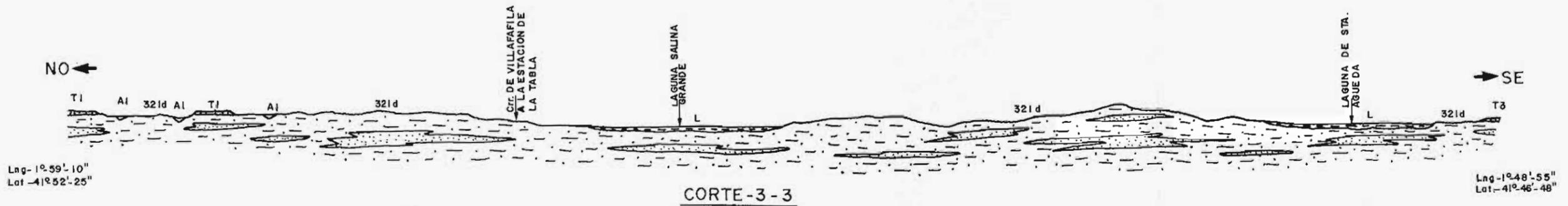
Están representados en el centro sur del cuadrante 308-2, en toda la parte central, de norte a sur, del cuadrante 340-1 y en el borde oeste del cuadrante 341-4, constituyendo el relleno de las suaves depresiones endorreicas de la zona.

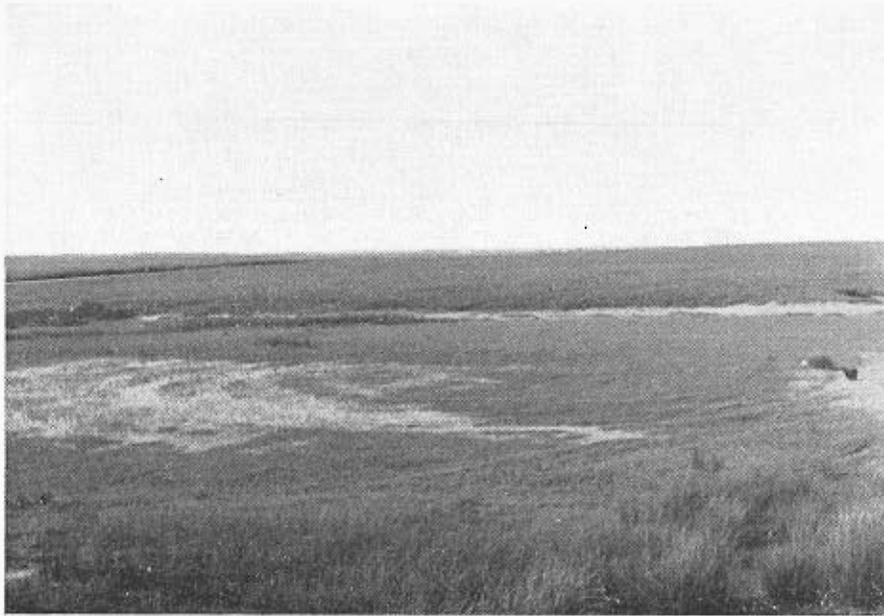
**Litología.**—Depósitos areno-limosos de colores grises y rojizos con los granos arenosos de naturaleza silíceo, de finos a medios y dispersos en una matriz limosa. Existen intercalaciones de gravas, de cantos silíceos subangulosos muy dispersos en la matriz areno-limosa antes descrita. En superficie, se forma por evaporación de las aguas, en épocas de sequía, una ligera costra salina denominada en el lugar «salmorial» formada fundamentalmente por carbonato cálcico, existiendo en proporciones mucho menores, cloruros y sulfatos, encontrándose estos últimos en proporciones menores al 0,1%.

**Estructura.**—Los depósitos están situados en zonas topográficamente deprimidas, estando los materiales de su masa dispuestos horizontalmente pero sin estratificación manifiesta. No es visible en ningún punto el contacto de la «facies Villafafila» con los materiales inferiores, debido a la disposición de estos últimos, en los que sólo existen afloramientos en los taludes de los cauces abiertos para sanear la zona, cuya altura no suele ser mayor de 1 m. La potencia media puede ser estimada de 1 a 4 m.

**Geotecnia.**—El principal problema que presenta este grupo es la presencia del nivel freático alto en épocas de lluvia, lo que origina extensos encharcamientos (fotografía 24).

Dado el bajo contenido en sulfatos de la costra salina, este grupo no presenta graves problemas de agresividad. Solamente han sido observados taludes en los drenajes practicados para el saneamiento de la zona y son bajos de 45°, inestables.





Fot. 24. Encharcamientos en los depósitos lacustres de Villafafila (L) en las proximidades de la carretera de Villafafila a San Esteban del Molar.

#### 3.2.3.4. Terrazas (T1)

Solamente se encuentran representadas en el borde sur del cuadrante 340-1, en pequeños retazos junto al arroyo Salado.

La litología, estructura y geotecnia han sido descritas en el apartado 3.1.3.4. de esta memoria.

#### 3.2.3.5. Aluviales limo-arcillosos (A 1)

Escasamente representados en la zona en la prolongación hacia el Norte y hacia el Sur de la zona lacustre de Villafafila. Es solamente destacable la presencia de una red de arroyos anastomosados, en el borde sur del cuadrante 340-1, ya descritos en el apartado de geomorfología del presente capítulo.

La litología, estructura y geotecnia han quedado descritas en el apartado 3.1.3.6. de esta memoria.

#### 3.2.4. Resumen de los problemas geotécnicos que presenta la zona

La zona está constituida en su mayor parte por los sedimentos miocenos de la «facies Villafafila», salvo la banda central en que existen depósitos lacustres, y un pequeño afloramiento paleozoico en el borde oeste del cuadrante 340-1, así como algunos niveles de terraza en el borde sur de dicho cuadrante

La zona presenta problemas de encharcamiento estacional en los depósitos lacustres (L), lo que obligaría a un trazado en terraplén al atravesar los mismos, existiendo la posibilidad de encharcamientos de pie de talud. Actualmente se realizan obras de saneamiento mediante una red de pequeños canales y acequias. Dado el escaso relieve de la zona, existe dificultad para dar pendiente a los elementos de drenaje.

Los problemas de agresividad de las aguas, dado el bajo contenido en sulfatos, sin mínimos, aunque deben ser tenidos en cuenta a la hora de proyectar el trazado.

El afloramiento de materiales cuarcíticos paleozoicos, aunque de pequeña extensión, debe ser evitado por las dificultades de excavación y perforación que dichas rocas presentan.

### 3.3. ZONA 3: RELIEVES DE TERRAZA DE BELVER DE LOS MONTES

Comprende esta zona la casi totalidad del cuadrante 341-4 y el tercio norte del cuadrante 341-3.

#### 3.3.1. Geomorfología y Tectónica

La morfología de la zona se caracteriza por una serie de replanos en cotas crecientes en general hacia el Noreste, enlazados entre sí por escarpes más o menos acentuados.

Está limitada al Oeste y al Sur por los ríos Valderaduey y Sequillo, con cauces amplios y escaso desnivel.

Los escarpes más fuertes se encuentran al norte del pueblo de Belver de los Montes, con desniveles de 40 m. en laderas de más de 30° de inclinación, que enlazan la llanura aluvial del río Sequillo con los niveles de terraza sensiblemente horizontales (fotografía 25).



- 1) Aluvial del río Sequillo.
- 2) Mioceno «Facies Tierra de Campos» (321 c).
- 3) Terrazas de bolos.

Fot. 25. Escarpes miocenos al norte del pueblo de Belver de los Montes.

En general, el resto de los escarpes son mucho más tendidos, pasando, en ocasiones, de un nivel de terraza a otro de manera insensible.

Aunque por regla general las zonas planas están formadas por niveles de terraza (fotografía 26), en ocasiones, dichos niveles enlazan enrasados con una superficie de erosión en los materiales miocenos (figura 13).

En cuanto a la tectónica, solamente hay que destacar el condicionamiento estructural de la red fluvial ya descrito en apartados anteriores de esta memoria, no presentando la zona ningún otro accidente tectónico digno de mención, encontrándose el Mioceno en posición sensiblemente horizontal con algún pequeño basculamiento local de muy poca entidad.



Fot. 26. Replano al este del pueblo de Cañizo. En el suelo se observan cantos y bolos procedentes de la terraza que constituye la mayor parte de su superficie.

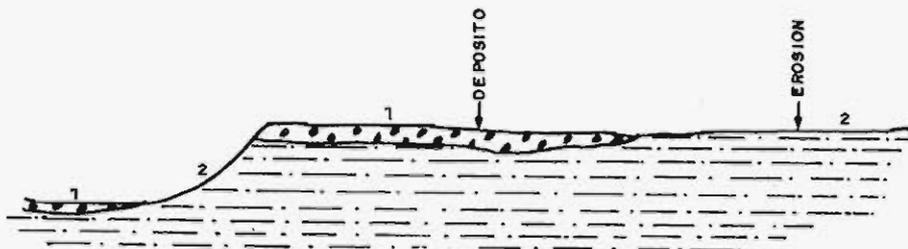
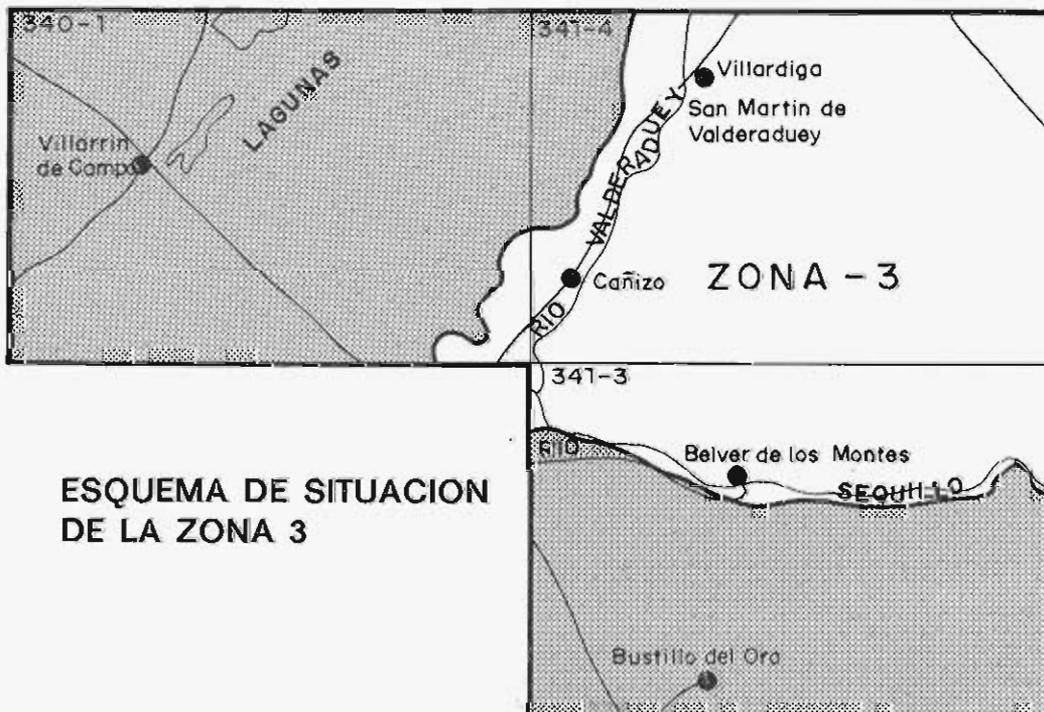


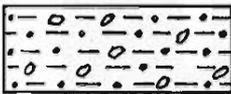
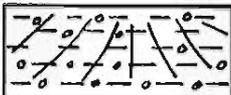
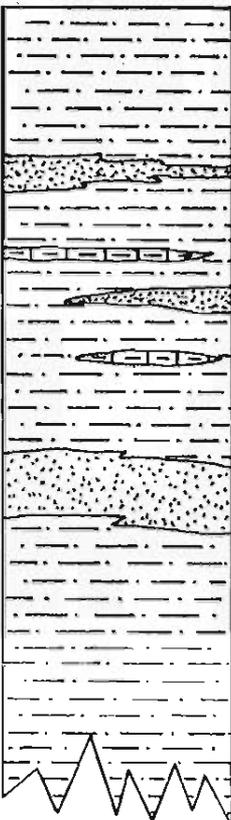
Fig. 13. Esquema de las superficies de erosión-depósito que forman los replanos de la zona.

- 1) Terraza de gravas cuarcíticas con algunos bolos (T3).
- 2) Mioceno (Facies de Campos).



ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 3

### 3.3.2. Columna estratigráfica

| EDAD                    | COLUMNA LITOLOGICA   | MAPAS Y FOTOPLANOS | DESCRIPCION   |
|-------------------------|--|--------------------|---|
| CUATERNARIO             |   | A <sub>1</sub>     | Aluviales limo-arcillosos con frecuentes lentejones y niveles de gravas y arenas.   |
| CUATERNARIO             |   | T <sub>1</sub>     | Terrazas de gravas cuarcíticas bien graduadas con matriz limo-arcillosa y lentejones de arenas de grano medio.  |
| CUATERNARIO             |   | T <sub>3</sub>     | Terrazas de gravas cuarcíticas bien graduadas y bolos de igual naturaleza con matriz limo-arcillosa.  |
| CUATERNARIO             |   | D                  | Conos de deyección limo-arcillosos con algunos cantos cuarcíticos dispersos.  |
| MIOCENO (VINDOBONIENSE) |  | 321c               | Arcillas arenosas pardo rojizas con intercalaciones de areniscas silíceas y calcáreas débilmente cementadas por carbonatos y lechos margosos de escasa continuidad lateral. |



### 3.3.3. Grupos geotécnicos

Se han diferenciado en esta zona los grupos geotécnicos que se describen a continuación:

#### 3.3.3.1. Arcillas arenosas (facies Tierra de Campos) (321 c)

Están representadas en la mayor parte de la zona y corresponden a un cambio lateral de facies del grupo 321 d.

**Litología.**—Formación constituida por una masa arcillo-arenosa de color pardo-rojizo, con lentejones frecuentes de areniscas de grano silíceo y calcáreo de tamaño variable, dominando el tamaño medio, débilmente cementadas por carbonatos y matriz arcillosa, que pasan lateralmente a arenas sueltas de color pardo amarillento. Se encuentran también algunos lechos margosos de escasa continuidad lateral. Por correlación litológica ha sido atribuida al Mioceno Vindoboniense, no descartándose la posibilidad de que su parte superior pudiera corresponder a la base del Pontlense.

**Estructura.**—Masiva en general, con estratificación difusa en algunos puntos y frecuentes cambios laterales de facies en las litologías presentes. La disposición de los materiales es horizontal, con suaves basculamientos producidos por la existencia de fracturas en masa que están completamente cicatrizadas.

La potencia de la formación no puede estimarse en su totalidad, pues la base de la misma no es visible, siendo en todo caso superior a los 100 m. (fotografía 27).



- 1) Mioceno (Facies Tierra de Campos).
- 2) Terraza de gravas cuarcíticas con algunos bolos (T3).

Fot. 27. La Facies Tierra de Campos (321 c), al este del pueblo de Cañizo, en la orilla izquierda del río Valderaduey.

**Geotecnia.**—Formación muy erosionable, con problemas importantes de abarrancamiento (fotografía 7), por lo que al realizarse taludes artificiales sería conveniente la construcción de un elemento de drenaje de protección. Los taludes naturales observados son altos, de más de 30° y no han sido observados deslizamientos importantes.

La formación tiene una capacidad portante media, gracias a los componentes areniscosos que se intercalan en la misma, siendo su masa arcillo-arenosa algo más plástica. El drenaje superficial es deficiente en las zonas de replano, pudiendo originarse encharcamientos de cierta importancia, hecho en parte atenuado por la altura de la mayoría de los replanos con respecto a la red fluvial, lo que facilitaría su drenaje.

### 3.3.3.2. Terrazas de gravas (T1)

Constituyen los niveles más modernos de terraza de los ríos Valde-  
raduey y Sequillo, habiendo sido descritas sus características en el apartado 3.1.3.4. de esta memoria.

### 3.3.3.3. Terrazas de gravas con bolos (T3)

Ampliamente representadas en el tramo y forman replanos escalonados con un suelo tapizado de cantos y bolos procedentes de la misma terraza (fotografía 28).



Fot. 28 Canturral procedente de la alteración de los niveles de terrazas de gravas con bolos (T3) al este del cuadrante 341-4.

**Litología.**—Depósitos de gravas cuarcíticas bien graduadas empastadas en una matriz limo-arcillosa de tono rojizo. Son frecuentes en la masa bolos cuarcíticos que llegan a alcanzar los 40 cm. de diámetro (fotografía 29).

**Estructura.**—Conjunto en disposición horizontal suavemente basculado en algunos puntos.

**Geotecnia.**—Formación permeable en su conjunto, pudiendo presentarse ligeros problemas de drenaje superficial debido al eluvial que soporta. Ripable. Capacidad portante media. Erosionable, con taludes artificiales observados bajos de 40°, inestables (fotografía 30).



Fot. 29. Detalle de los bolos de las terrazas (T3), al este del pueblo de Cañizo.



Fot. 30. Taludes artificiales en el nivel de terraza (T3), al norte del pueblo de Belver de los Montes.

#### 3.3.3.4. Aluviales limo-arcillosos (A 1)

Corresponden a los depósitos de los ríos Valderaduey y Sequillo y sus pequeños afluentes.

Su litología, estructura y geotecnia han sido descritas en el apartado 3.1.3.6. No obstante es de destacar que, dada la escasa pendiente topográfica y la baja permeabilidad del conjunto, ha sido preciso en algunos

puntos, la creación de un cauce artificial para facilitar la escorrentía de las aguas, sobre todo a lo largo de los cauces de los ríos Valderaduey y Sequillo (Fotografía 31).



Fot. 31. Cauce artificial del río Sequillo a su paso junto a la localidad de Belver de los Montes.

#### 3.3.3.5. Conos de deyección (D)

Solamente existe un cono de deyección con potencia superior a los 3 m., 1 Km. al Oeste del pueblo de Belver de los Montes, siendo el resto de los presentes en la zona de muy escasa entidad por lo que no han sido representados.

**Litología.**—Depósito limo-arcilloso con algunos cantos cuarcíticos dispersos en la masa, así como algunos bolos de la misma naturaleza.

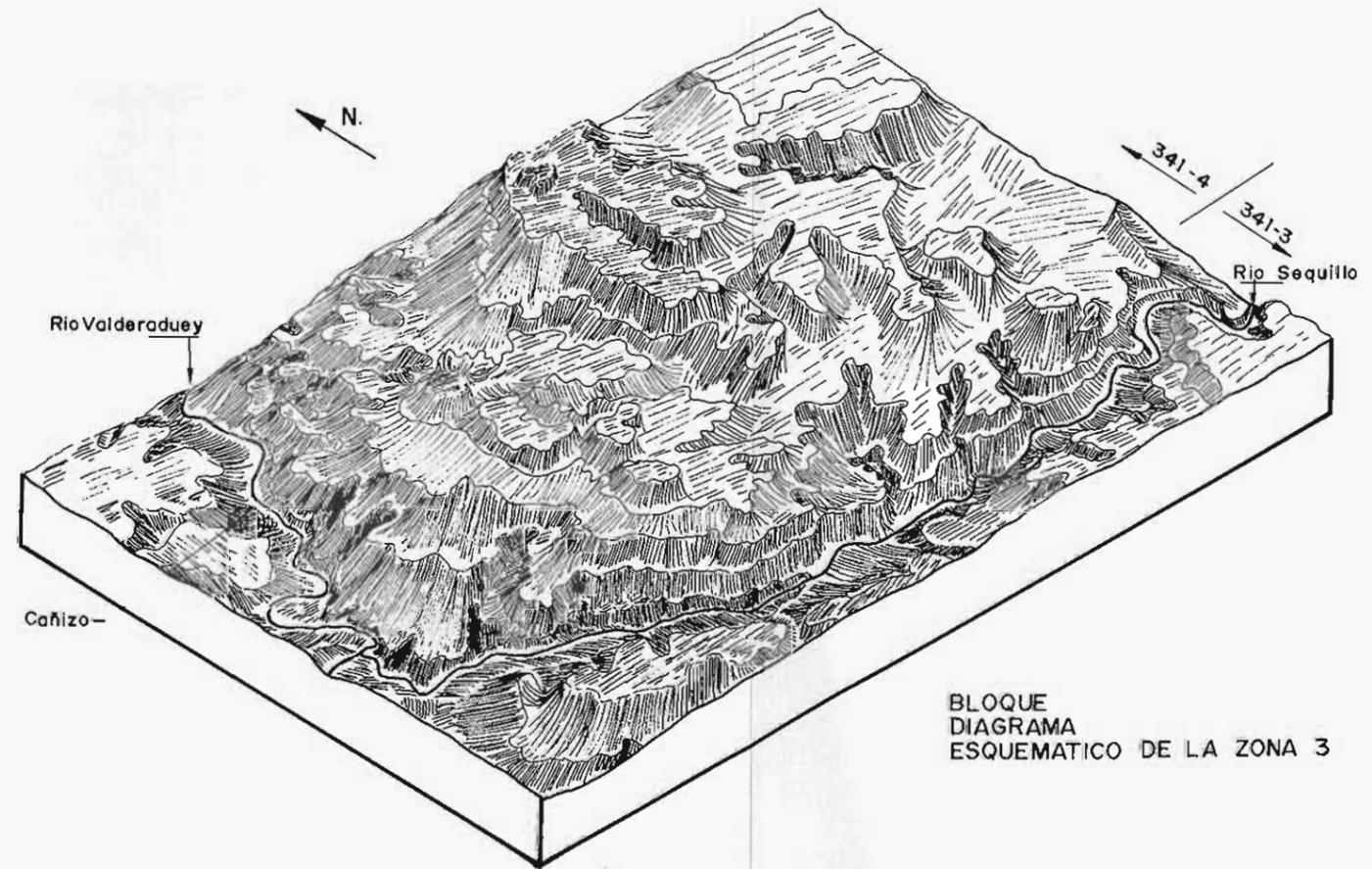
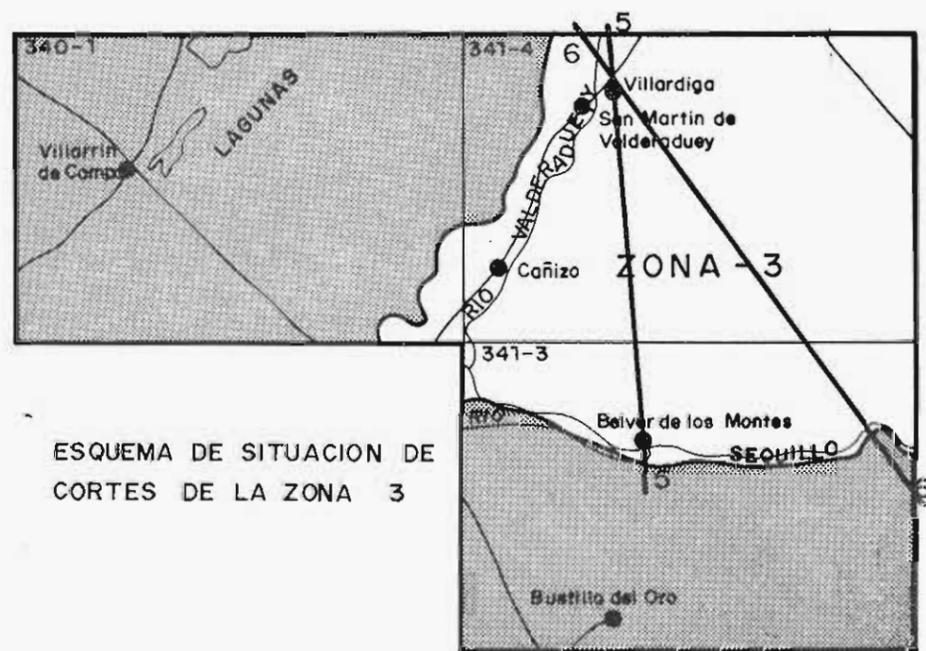
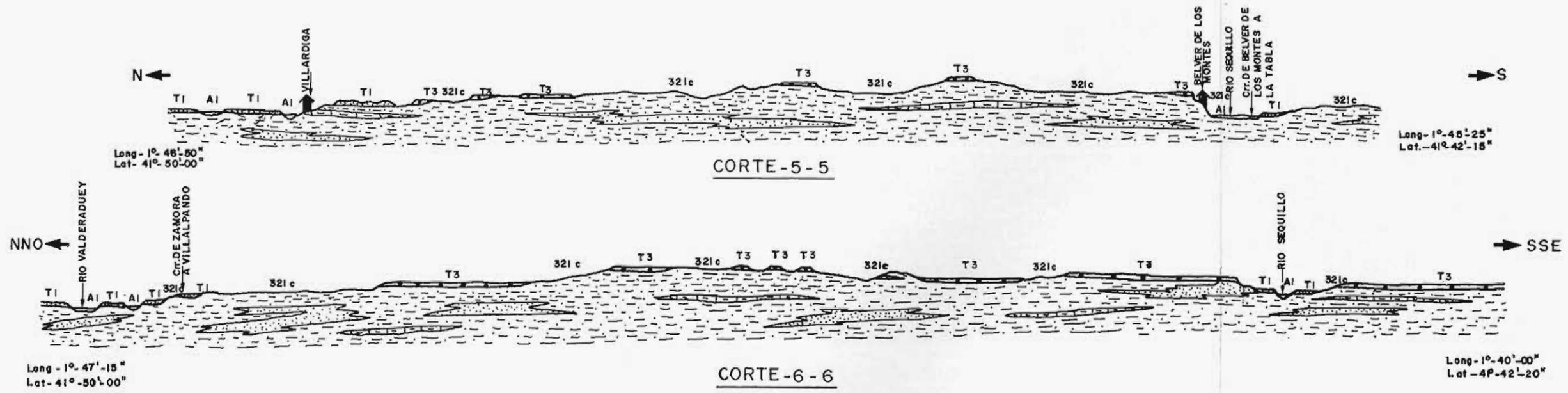
**Estructura.**—Los materiales aparecen caóticamente distribuidos en la masa dispuesta en forma de manto, característica de este tipo de depósitos.

**Geotecnia.**—Formación semipermeable con ligeros problemas de drenaje superficial. Muy erosionable y abarrancable. Problemas de inestabilidad en su masa y de posibles aportes masivos de materiales sueltos.

#### 3.3.4. Resumen de los problemas geotécnicos que presenta la zona

En esta zona, en resumen, afloran fundamentalmente materiales miocenos (facies Tierra de Campos) y cuaternarios (depósitos de terraza y aluviales). Los materiales miocenos pueden presentar problemas de encharcamiento de las zonas de replano así como problemas de erosionabilidad y abarrancamientos importantes en los escarpes y posibles taludes artificiales que fuera preciso realizar.

Las terrazas de gravas cuarcíticas con bolos también pueden presentar problemas de erosionabilidad si es preciso practicar desmontes en su masa.



En los aluviales pueden presentarse problemas de drenaje superficial, por lo que la traza deberá ir en terraplén, pudiendo producirse encharcamientos de pie de talud.

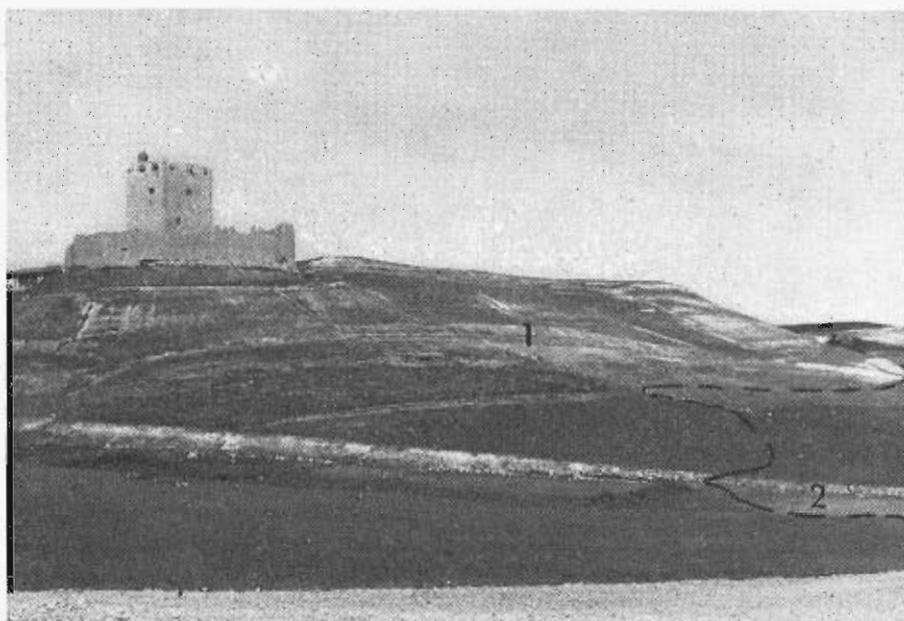
La existencia de un relieve escalonado con diferencias de cota cercanas a los 100 m. en distancias inferiores a los 5 Km., obligaría a establecer un trazado geométrico que, teniendo en cuenta la topografía, evitaría este problema.

#### 3.4. ZONA 4: AFLORAMIENTOS MIOCENOS DE MORALES DE TORO-BUSTILLO DEL ORO

Esta zona comprende los dos tercios meridionales del cuadrante 341-3, los cuadrantes 370-1 y 4 y la mitad septentrional del cuadrante 370-2.

##### 3.4.1. Geomorfología y tectónica

La característica fundamental de la zona es la presencia de una superficie de erosión alta situada alrededor de la cota de 800 m., superficie que retrasa la erosión de los materiales inferiores por estar labrada sobre niveles de calizas y calizas margosas de la «caliza del páramo» y del techo de la «serie blanca», de mayor competencia frente a la erosión que el resto de los materiales infrayacentes (fotografía 32).



- 1) Serie blanca.
- 2) Serie roja (Facies Tierra de Campos) (321 c).

La caliza del páramo se encuentra fuera de la fotografía, tras el castillo, coronando la serie.

Fot. 32. Superficie de erosión alta en las proximidades del pueblo de Tiedra.

Dicha superficie enlaza a través de las «cuestas» de la «serie blanca» con otra superficie inferior de mucha menor constancia altimétrica, pues en ella destacan pequeñas elevaciones de cerros y depresiones de vaguadas, lo que pone de manifiesto la mayor erosionabilidad de la facies Tierra de Campos, menos marcada en los materiales areniscosos de la misma que, aunque discontinuos, sirven para retrasar la erosión en las pequeñas elevaciones, coronadas, en general, por dichos materiales.

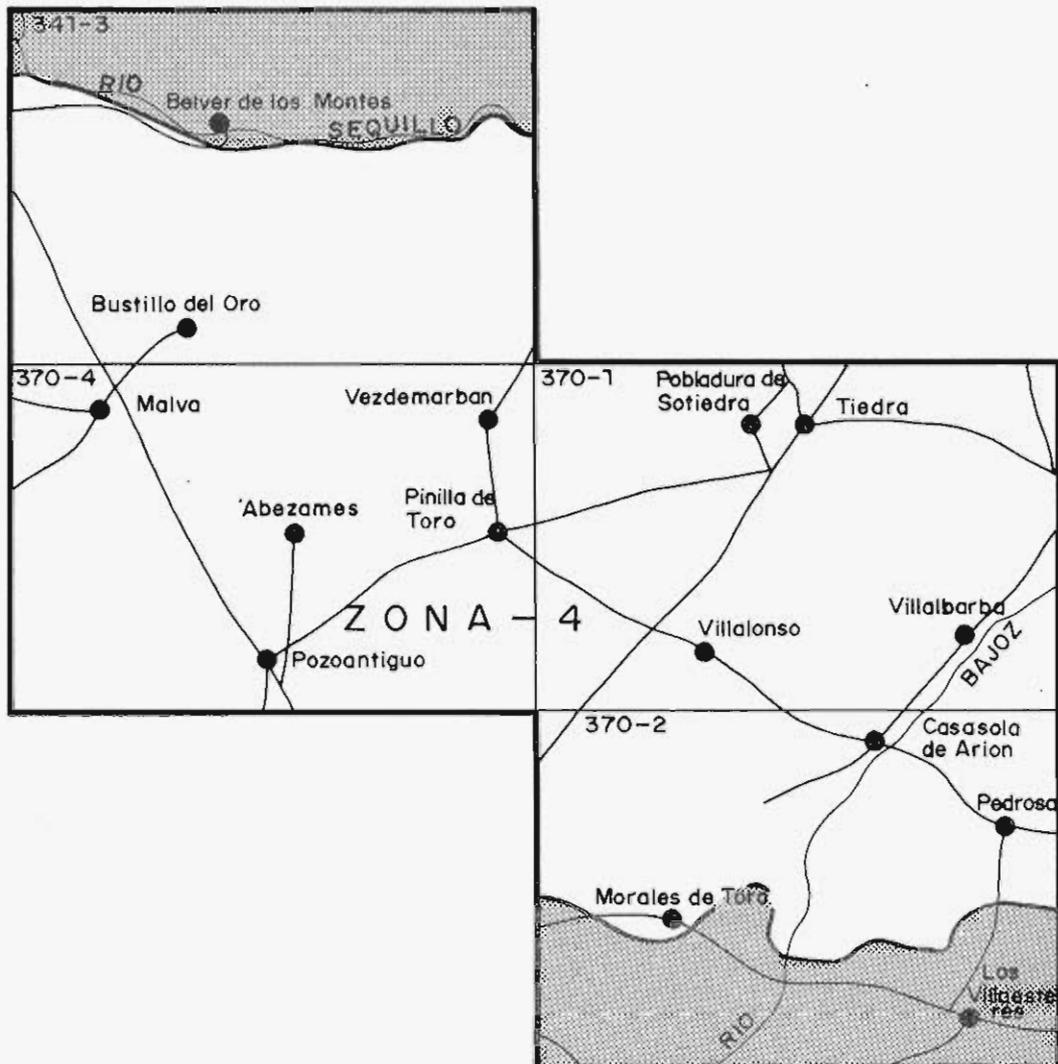
En las zonas de cuestas existe una erosión importante con abarrancamientos y acarvamientos debidos fundamentalmente a la ausencia en ellas de tapiz vegetal que las proteja, así como al régimen pluviométrico en la zona, con fuertes lluvias estacionales seguidas de dilatadas etapas de sequía (fotografía 33). También pueden producirse pequeños desprendimientos en su masa, que si bien en la zona de estudio no revisten gran importancia, actualmente fuera de ella, han sido observados algunos francamente espectaculares.



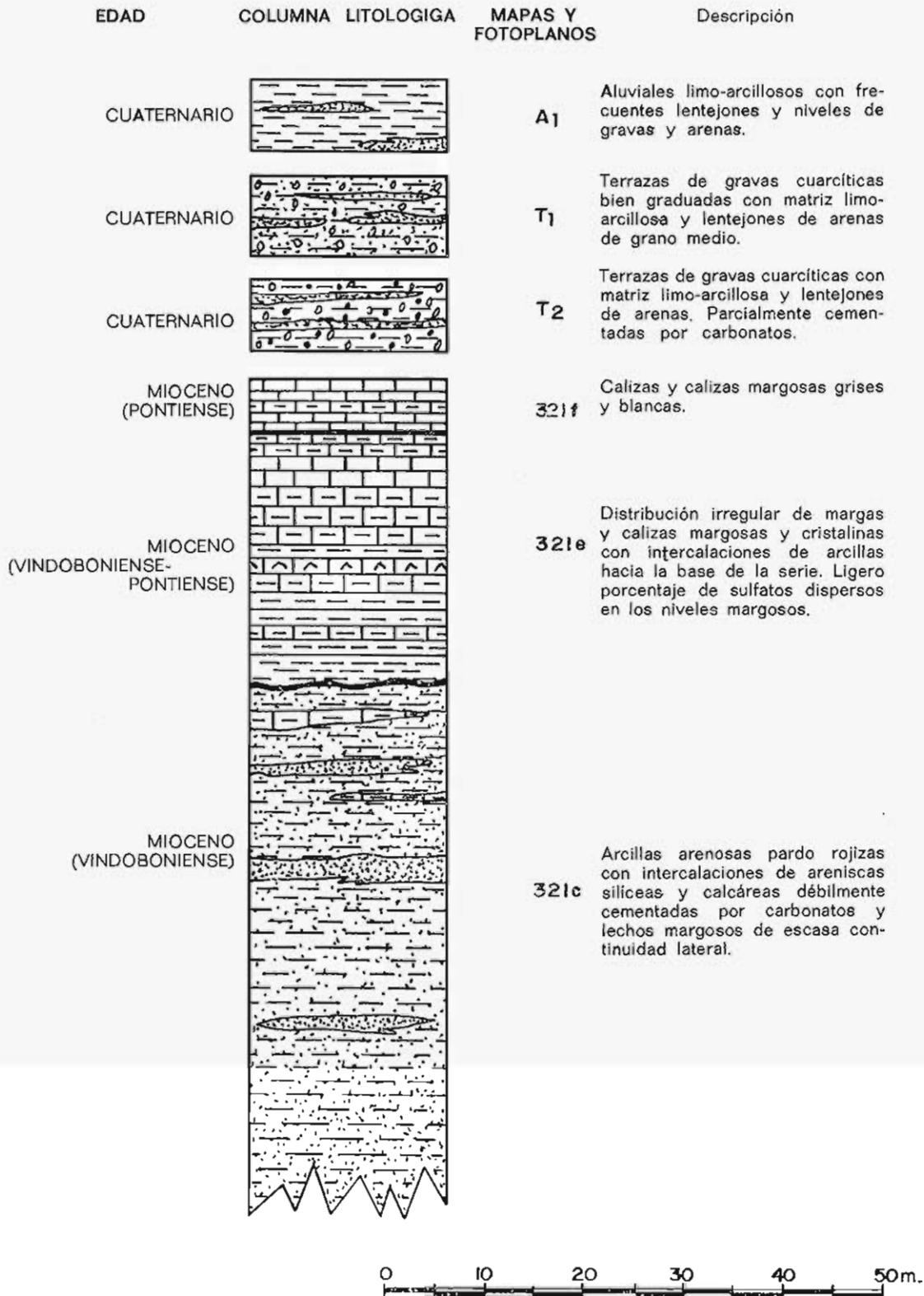
Fot. 33. Acarvamientos en la «Serie Blanca» en las proximidades del pueblo de Casarola de Arión.

En cuanto a la tectónica de la zona, nada hay que destacar, salvo el ya repetido fenómeno de la existencia de una tectónica de fracturación de fondo, con sus repercusiones muy atenuadas en los materiales sedimentarios de la cobertera, dando suaves basculamientos en las formaciones, sólo perceptibles cartográficamente, pero capaces de condicionar la dirección de la red fluvial actual.

## ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 4



### 3.4.2. Columna estratigráfica



### 3.4.3. Grupos geotécnicos

En esta zona han sido diferenciados los grupos geotécnicos que a continuación se describen:

#### 3.4.3.1. Arcillas arenosas [facies Tierra de Campos (321 c)]

Ampliamente representadas en toda la zona con variabilidad litológica notable por cambios laterales de facies

**Litología.**—Ha quedado descrita en el apartado 3.3.3.1. de esta memoria, teniendo sólo que destacar el carácter más detrítico hacia el Sur, siendo cada vez más frecuentes los lentejones y lechos arenosos y areniscosos, pasando progresivamente a la «facies Rueda» mediante un cambio lateral de facies. En la parte centro, a la altura de las localidades de Abezames, Tiedra y Casasola de Arión, es notorio su carácter menos detrítico con la presencia de mayor cantidad de carbonatos dispersos y el contenido porcentual menor de arenas dispersas en la masa arcillosa que forma la mayor parte de este grupo litológico (fotografía 34).



Fot. 34. Detalle de los materiales de la facies Tierra de Campos junto al pueblo de Vezdemarban con manchas dispersas de carbonatos en su masa arcillo-arenosa.

**Estructura.**—Ha quedado descrita en el apartado 3.3.3.1.

**Geotecnia.**—Ha sido ya descrita en el apartado 3.3.3.1., teniendo sólo que hacerse notar que han sido observados taludes artificiales medios de 80°, algo inestables (fotografía 35).

#### 3.4.3.2. Serie calcárea arcillosa (serie blanca) (321 e)

Representada en el cuadrante 370-1 así como en el extremo noreste del 370-4 y en el borde norte del 370-2, formando las «cuestas» que enlazan el replano superior con las zonas alomadas que forman la superficie inferior.



Fot. 35. Taludes artificiales en la «serie roja», facies Tierra de Campos (321 c), al norte del pueblo de Vezdemarban.

**Litología.**—Distribución irregular de margas y calizas margosas y cristalinas con intercalaciones de arcillas. En las margas, que presentan tonos grises y blanquecinos, se ha encontrado un bajo porcentaje de sulfatos dispersos. Las arcillas de tonos rojizos y verdosos se localizan fundamentalmente hacia la base de la serie, apreciándose un incremento en el porcentaje de carbonatos hacia el techo hasta llegar a constituirse los niveles calizos cristalinos prácticamente sin contenido arcilloso que se sitúan al techo de todo el paquete (fotografía 36). La formación con una



Fot. 36. La serie blanca en la carretera de Casasola de Arión a Pedrosa del Rey. Se observan hacia la base los niveles más arcillosos alternando con otros margosos y hacia el techo el predominio de éstos últimos y de los niveles calco-margosos.

potencia aproximada de 20 a 30 m. ha sido atribuida por analogías litológicas con formaciones mejor datadas al Vindoboniense alto y base del Pontiense.

**Estructura.**—Conjunto con estratificación bastante manifiesta subhorizontal con pequeños resaltes producidos por las capas duras, únicamente afectado por una tectónica de suaves basculamientos y pequeñas fracturas de muy escasa importancia.

**Geotecnia.**—Formación semipermeable por la alternancia de paquetes calizos y margosos, bastante impermeables estos últimos, igual que los niveles arcillosos de la base. Buen drenaje superficial por escorrentía debido a la pendiente topográfica bastante acusada. Conjunto ripable, muy erosionable y abarrancable, con taludes naturales altos de 30° a 40° con peligro potencial de deslizamientos y desprendimientos.

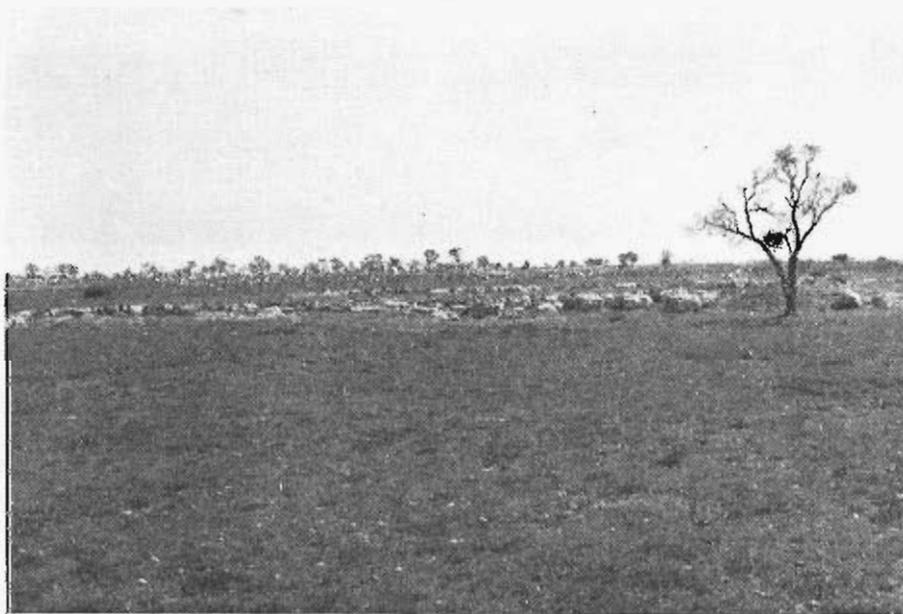
Los análisis realizados en los niveles margosos han denunciado la presencia de sulfatos dispersos en cantidades relativamente bajas, pero que localmente podrían originar problemas de agresividad por una mayor concentración de la que ha podido ser detectada. Capacidad portante media a alta a excepción de los niveles arcillosos inferiores algo plásticos, con capacidad portante muy inferior a la del resto del grupo.

#### 3.4.3.3. Caliza del Páramo (321 f)

Solamente se encuentra representada en unos pequeños afloramientos al norte del cuadrante 370-1.

**Litología.**—Calizas grises y blancas microcristalinas y pseudolitográficas con numerosas oquedades de disolución. Hacia la base se presentan algunos niveles de calizas algo margosas, blanquecinas y ligeramente deleznable (fotografía 37). La potencia puede ser estimada en unos 8-10 m. Han sido atribuidas al Pontiense.

**Estructura.**—Conjunto bien estratificado en disposición horizontal, afectado solamente por una tectónica de ondulaciones de amplio radio.



Fot. 37. Afloramientos de la caliza del páramo al norte del pueblo de Tiedra.

**Geotecnia.**—Formación que presenta buena permeabilidad debido al diaclasado y a la incipiente carstificación existente. Solamente podrían presentarse algunos problemas de drenaje superficial en las zonas planas por la presencia de un eluvial poco potente de arcilla de decalcificación impermeable.

Difícilmente ripable, con capacidad portante alta y problemas de desprendimientos por descalce en el escarpe. No han sido observados taludes naturales aunque es permisible suponer que dada la consistencia de la formación estos serían en general estables, salvo los problemas de descalce ya mencionados.

#### 3.4.3.4. Terrazas de gravas (T 1)

Solamente están representadas en el borde noroeste del cuadrante 341-3 y el noroeste del 370-4.

Su litología, estructura y geotecnia han sido descritas en el apartado 3.1.3.4. de esta memoria.

#### 3.4.3.5. Terrazas parcialmente cementadas (T 2)

Muy escasamente representadas en esta zona, solamente quedan rezaños en las proximidades del pueblo de Casasola de Arión, en el río Bajoz.

**Litología.**—Consiste en una masa de gravas cuarcíticas bien graduadas con matriz limo-arcillosa y lentejones de arenas silíceas de grano medio a grueso. Existen niveles parcialmente cementados por carbonatos que resaltan en los pequeños desmontes visibles en el terreno. Potencia aproximada de 1 a 5 m.

**Estructura.**—Conjunto en disposición horizontal con estratificación entrecruzada en los lentejones arenosos.

**Geotecnia.**—Formación semipermeable, ripable y erosionable salvo en los tramos cementados, que pueden producir desprendimientos de bloques por descalce. Capacidad portante de media a alta.

#### 3.4.3.6. Aluviales limo-arcillosos (A 1)

Corresponden a los depósitos actuales del río Bajoz y los pequeños arroyos afluentes del mismo, así como a los depósitos de los arroyos existentes en los cuadrantes 341-3 y 370-4.

Su litología, estructura y geotecnia han quedado descritas en el apartado 3.1.3.6.

#### 3.4.4. Resumen de los problemas geotécnicos que presenta la zona

La zona está constituida fundamentalmente por la facies Tierra de Campos, sobre la que se sitúan los niveles calcáreos de la Serie blanca coronando la serie los paquetes calizos del páramo.

Los materiales arcillo-arenosos de la facies Tierra de Campos, pueden presentar problemas de encharcamiento en las zonas planas y problemas de abarrancamientos en los escarpes y taludes artificiales que fuera preciso realizar.

La serie blanca presenta problemas de agresividad debido a las margas yesíferas de la formación. También puede presentar problemas de inestabilidad con desprendimientos y deslizamientos así como de erosionabilidad con la formación de cárcavas que puede progresar con gran rapidez.

La caliza del páramo pudiera presentar algunos problemas de excavación atenuados en esta zona por su poca potencia. También pudiera dar origen a desprendimientos por descalce en los escarpes.



La capacidad portante de la serie arcillo-arenosa inferior es media.

La serie blanca tiene una capacidad portante de media a alta a excepción de sus niveles arcillosos inferiores en los que oscilaría de media a baja.

La serie caliza superior tiene capacidad portante alta.

La topografía de la zona aconsejaría evitar los trazados geométricos que cortaran las elevaciones aisladas en que aparece la serie blanca, para evitar la necesidad de construcción de obras de fábrica y desmontes, ya que se verían dificultados por la agresividad de los sulfatos y la falta de estabilidad de los materiales que componen el escarpe.

### 3.5. ZONA 5: VALLE DEL RIO DUERO

Comprende la zona el borde sur del cuadrante 370-2 y los cuadrantes 398-1 y 399-4 completos.

#### 3.5.1. Geomorfología y Tectónica

La morfología de esta zona está casi exclusivamente condicionada por el río Duero, que deja amplios depósitos de terraza a distintas alturas y discurre actualmente por un amplio valle en artesa con cauce divagante.

Se encuentra un replano alto, aproximadamente a la cota de 700 m., constituido por un nivel antiguo de terraza con mayor desarrollo en la margen derecha del río Duero en la parte occidental de la zona, mientras que hacia el Este dicho nivel alto se encuentra simétricamente desarrollado en ambas márgenes.

El segundo nivel de terraza vuelve a repetir el esquema anterior con una mayor extensión en la margen derecha en el borde occidental y casi exclusivamente desarrollado en la margen izquierda en el resto de la zona.

Por último los niveles de terraza más modernos (existen varios separados por escarpes de muy escasa altitud) se encuentran simétricamente situados en ambas márgenes del río Duero.

La llanura aluvial del río Duero es de gran amplitud apreciándose en ella brazos de crecida, meandros abandonados y depósitos aluviales gruesos transportados en etapas de avenida.

En el borde suroccidental del cuadrante 398-1, se encuentra una superficie de erosión tendida, que corresponde a un glacis de edad comprendida entre el Plioceno y Cuaternario muy antiguo, tapizado por depósitos de canturreal con gran cantidad de arena, llegando a veces a predominar esta última.

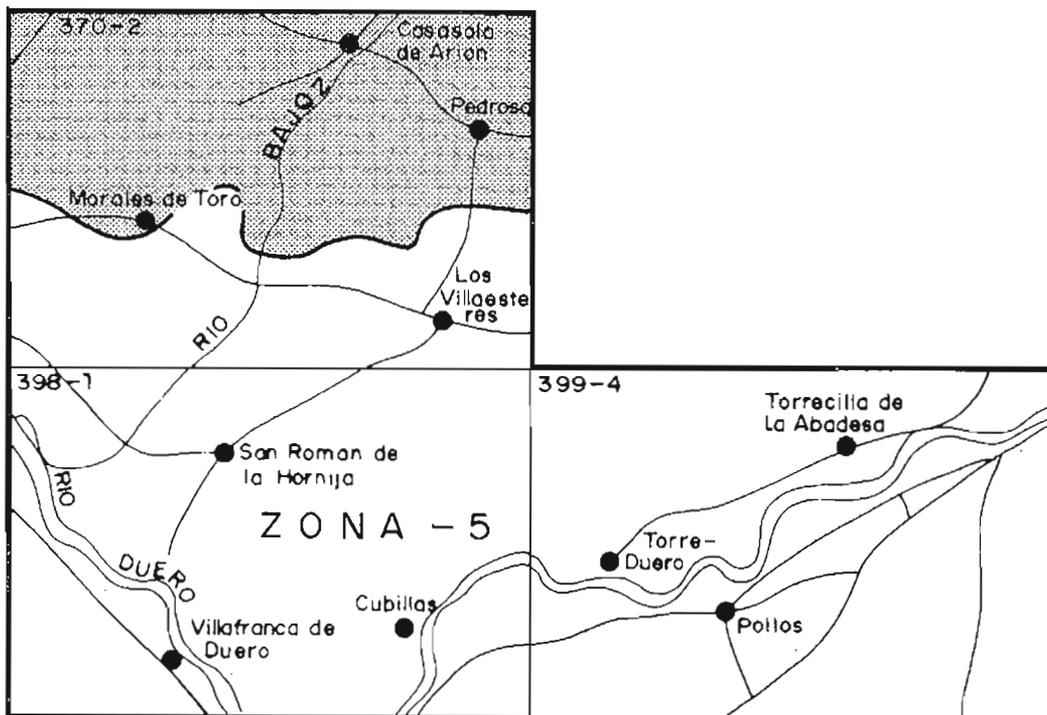
Esta peculiar morfología está ligada a una tectónica de fondo de fracturación como ya ha sido expuesto repetidas veces.

La desigual repartición de los niveles de terraza nos indican movimientos en la horizontal del cauce del río, producidos por basculamiento de bloques. Una fractura muy importante con dirección NNO.-SSE. es la responsable de la traslación del cauce del Este hacia el Oeste, en el tramo más occidental del río Duero, durante los periodos más antiguos, así como del salto estratigráfico en los materiales de ambas orillas, correspondientes a un Mioceno basal en la margen izquierda y a un Mioceno medio-superior (Vindoboniense) aflorante en la margen derecha. Parece ser que el movimiento se ha estabilizado en la actualidad, dado el desarrollo sensiblemente uniforme en ambas márgenes de las terrazas más modernas.

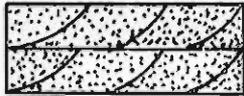
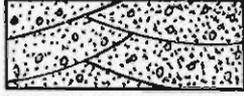
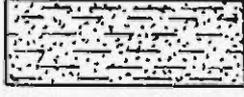
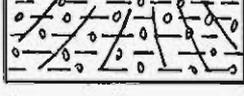
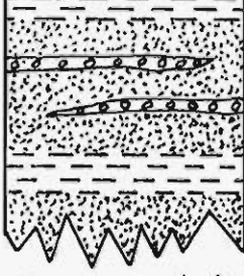
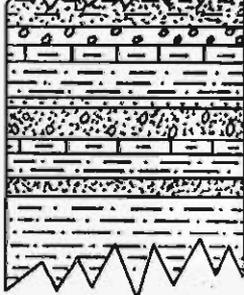
En el resto de la zona, hacia el Este, la fracturación predominante es la NE.-SO. desplazada localmente por otro juego en dirección E.-O. lo que condiciona un trazado discontinuo del cauce del río. El basculamiento de bloques explica asimismo en esta parte de la zona la desigual distribución de los niveles de terrazas en ambas márgenes, producida por un basculamiento más atenuado del bloque norte con respecto al sur, lo que origina

la emigración del cauce hacia el Norte en los períodos más antiguos y la estabilización actual del movimiento. Los ríos Bajoz y Hornija así como el Trabancos están también condicionados por fracturas de dirección NE.-SO., presentándose las dos laderas del cauce con distinta pendiente lo que denuncia un desplazamiento de sus cauces, ya que no puede ser atribuido a causas litológicas por conservarse en las series gran uniformidad frente a la erosión.

### ESQUEMA DE SITUACION DE LA ZONA 5



### 3.5.2. Columna estratigráfica

| EDAD                    | COLUMNA LITOLOGICA  | MAPAS Y FOTOPLANOS | DESCRIPCION  |
|-------------------------|---|--------------------|--|
| CUATERNARIO             |    | E                  | Arenas eólicas mal graduadas, cuarzosas, bien redondeadas.   |
| CUATERNARIO             |    | A1                 | Aluviales limo-arcillosos con frecuentes lentejones y niveles de gravas y arenas.  |
| CUATERNARIO             |    | A2                 | Aluviales de gravas y arenas cuarzosas bien graduadas.   |
| CUATERNARIO             |    | A3                 | Aluvial arcillo-limoso algo plástico con arenas dispersas y contenido significativo de materia orgánica.                   |
| CUATERNARIO             |    | T1                 | Terrazas de gravas cuarcíticas bien graduadas con matriz limo-arcillosa y lentejones de arenas de grano medio.             |
| CUATERNARIO             |   | T2                 | Terrazas de gravas cuarcíticas con matriz limo-arcillosa y lentejones de arenas. Parcialmente cementadas por carbonatos.   |
| CUATERNARIO             |  | D                  | Conos de deyección limo-arcillosos con algunos cantos cuarcíticos dispersos.   |
| PLIO-CUATERNARIO        |  | 350b               | Depósitos de glaciares de arenas, de granos de cuarzo con gran cantidad de cantos cuarcíticos heterométricos.              |
| MIOCENO (VINDOBONIENSE) |  | 321b               | Arenas con intercalaciones de arcillas, margas y niveles de conglomerados.   |
| MIOCENO INFERIOR        |  | 321a               | Distribución irregular de arcillas arenosas y areniscas con intercalaciones de lechos de conglomerados y niveles margosos. |



### 3.5.3. Grupos geotécnicos

En la presente zona afloran los grupos geotécnicos que son descritos a continuación:

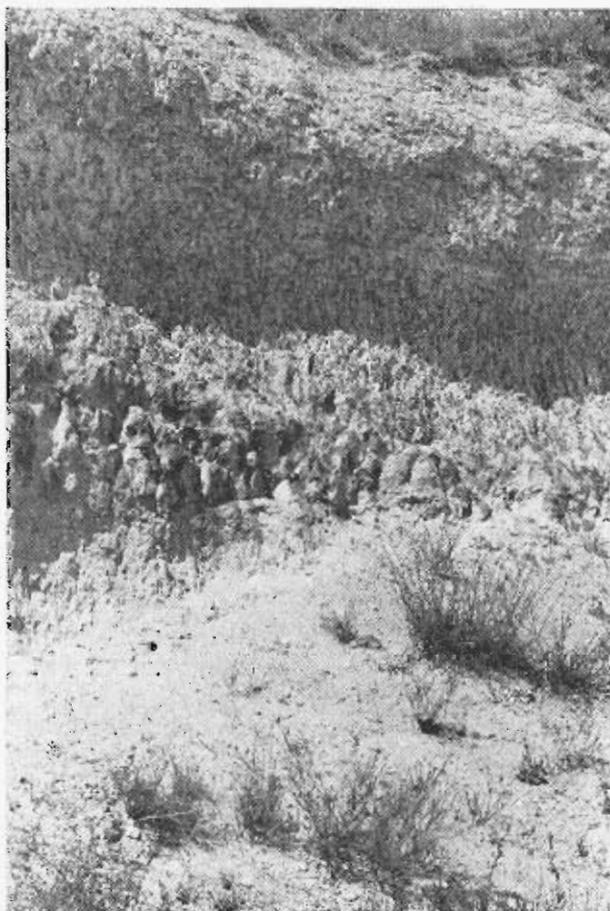
#### 3.5.3.1. Formación detrítica de Villafranca de Duero (321 a)

Representada en el borde suroccidental del cuadrante 398-1.

**Litología.**—Distribución irregular de arcillas arenosas y areniscas, con intercalaciones de lechos de conglomerados y niveles margosos. Las arcillas arenosas, que forman el mayor porcentaje de la formación, son de color pardo rojizo con manchas irregulares amarillentas y verdosas (fotografía 38).

Los niveles areniscosos de grano medio a grueso de naturaleza silicea con matriz arcillosa y cemento calcáreo, tienen tonalidad general pardo rojiza y dan ligeros resaltes por erosión diferencial. Los conglomerados son de cantos silíceos y presentan escasa matriz arcillosa y cemento calcáreo. Los niveles margosos son muy discontinuos, pudiendo a veces ser confundidos con impregnaciones de carbonatos de masa fundamental, estando en otros puntos bien individualizados dando en general tonos blanquecinos.

La potencia total de la formación no ha podido ser establecida por no ser visible su base pero puede ser estimada en más de 40 m. En cuanto a su edad es claramente más antigua que el resto de los materiales mio-



Fot. 38. Formación de Villafranca de Duero (321 a) (Carretera de Toro a Castañón P. K. 14).

cenos de la zona y ha sido atribuida al pre-Tortonense por diversos autores, por lo que se ha creído conveniente incluirla en el Mioceno inferior.

**Estructura.**—Conjunto con estratificación mucho más manifiesta que en el resto de los materiales miocenos circundantes, criterio que ha servido entre otros para la diferenciación de este grupo. Disposición subhorizontal, levemente basculada hacia el Este a escala regional y difícilmente apreciable en los afloramientos de la zona.

**Geotecnia.**—Formación semipermeable con algunos problemas de drenaje en las capas más arcillosas. Ripable incluso en los tramos conglomeráticos y calcáreos, dado el pequeño espesor de los mismos, aunque pudiera presentar algunos problemas locales. Erosionable y abarrancable en las zonas arcillosas pudiendo producirse desprendimientos por descalce de las capas duras. Taludes artificiales observados medios de 60° algo inestables (fotografía 39).



Fot. 39. Taludes artificiales en la facies Villafranca de Duero (321 a), al suroeste del pueblo del mismo nombre.

### 3.5.3.2. Areniscas con intercalaciones de conglomerados, arcillas y margas (Facies Rueda) (321 b)

Grupo representado en toda la zona salvo en el borde suroccidental del cuadrante 398-1 y que corresponde a un cambio lateral de facies del grupo 321 c (Facies Tierra de Campos) por un mayor contenido en materiales detríticos y una disminución progresiva del contenido arcilloso general de su masa.

**Litología.**—Areniscas silíceas de tonos rojizos, de grano medio a grueso, con matriz arcillosa y cemento calcáreo, en paquetes que lateralmente pueden pasar a arenas de la misma naturaleza pero sin cemento y con matriz mucho menos abundante. A su vez alternan con arcillas arenosas rojizas y verdosas. En el conjunto se intercalan niveles de conglomerados de cantos silíceos, en general de pequeño tamaño, con matriz arcillo-arenosa y cemento calcáreo no muy abundante, pasando sin solución de continuidad a simples hiladas de cantos empastados en una matriz areno-arcillosa.

Esporádicamente aparecen intercalaciones de lechos margosos blanquecinos, así como carbonatos dispuestos en vetas en la masa general de la formación (fotografía 40).



Fot. 40. La serie roja (facies Rueda) en las proximidades de Toro (2 Km. al oeste del cuadrante 370-2). En primer término los niveles de terraza del río Duero.

**Estructura.**—Conjunto en disposición horizontal, con estratificación manifiesta en los niveles competentes y masivos los niveles arcillosos y arenosos. Cambios laterales de facies frecuentes, a veces muy bruscos, entre las distintas litologías que forman parte del mismo.

Existe una red de fracturación muy enmascarada y resoldada que no afecta a la resistencia mecánica de la formación ni a su permeabilidad. La potencia total no puede ser establecida por no ser la base visible, pero debe sobrepasar los 100 m.

**Geotecnia.**—Posibilidad de abarrancamientos en las zonas de pendiente, así como desprendimientos por descalce de sus tramos más compactos. Problemas de drenaje en las zonas planas por el contenido arcilloso global del grupo. Formación ripable, capacidad portante de media a alta. Taludes naturales altos de 60° inestables (fotografía 41).

#### 3.5.3.3. Depósitos de glaci de Villafranca de Duero (350 b).

Están representados en el borde suroeste del cuadrante 398-1, como retazos de una superficie de glaci inclinada hacia el Noreste y parcialmente erosionada por la red fluvial actual.

**Litología.**—Están constituidos por materiales arenosos de grano medio a grueso, que engloban una cantidad variable de cantos cuarcíticos bien graduados y escasa matriz limo-arcillosa, con vestigios de carbonatos dispersos en forma de vetas y exudaciones hacia la superficie por capilaridad en épocas de sequía.

Estos depósitos dado su carácter erosivo sobre las series inferiores y su disposición y altura con respecto a la red fluvial actual, pueden ser dados como Plioceno final o Cuaternario muy antiguo.



Fot. 41. Taludes naturales en la facies Rueda labrados por el río Duero, al sur del pueblo de Torre Duero.

**Estructura.**—Estos materiales están dispuestos en forma de manto, en lento descenso hacia zonas bajas, por lo que la disposición de su masa es caótica, entremezclándose todos sus componentes. La potencia es variable, dependiendo del grado de erosión sufrido, pudiéndose estimar la máxima en la zona de estudio en más de 8 m., alcanzando, sin embargo, en zonas próximas potencias mucho mayores.

**Geotecnia.**—El grupo presenta buen drenaje en su totalidad, siendo en general erosionable y abarrancable, pudiendo presentar problemas de aterramiento, dada su movilidad. No han sido observados taludes naturales de altura apreciable. Taludes artificiales bajos de 45° inestables. Capacidad portante media, alta.

#### 3.5.3.4. Terrazas de gravas (T 1)

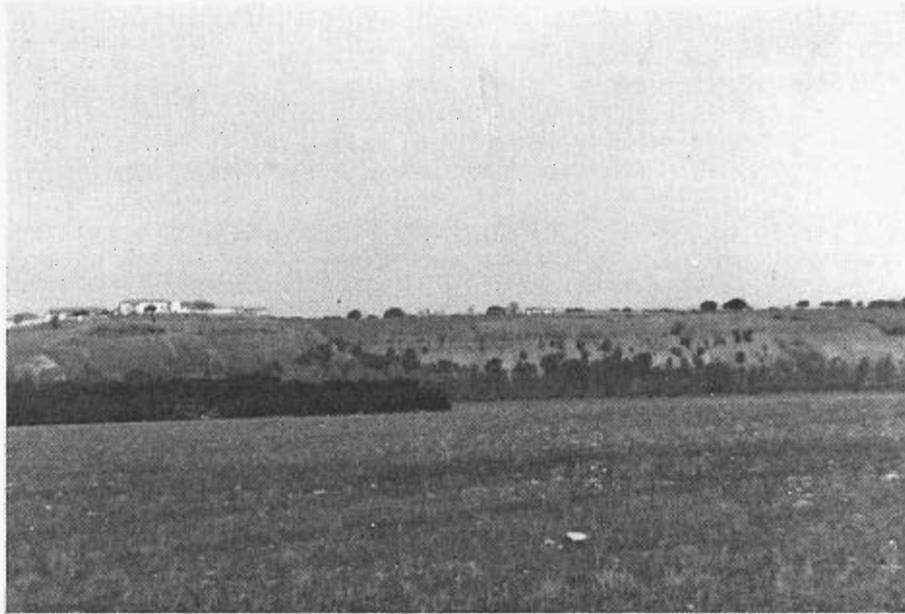
Son las que presentan mayor extensión en toda la zona, correspondiendo a los niveles más altos y a los depósitos más modernos del río Duero (fotografía 42), con un suelo sobre ellas de escasa potencia, muy arenoso y tapizado de cantos heterométricos.

Su litología, estructura y geotecnia, han sido descritas en el apartado 3.1.3.4. de esta memoria.

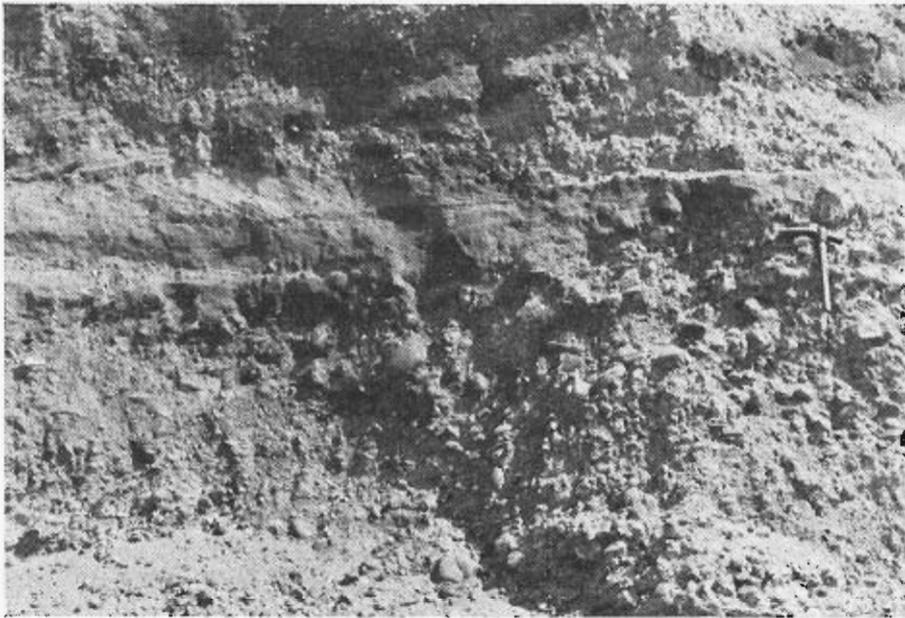
#### 3.5.3.5. Terrazas parcialmente cementadas (T 2)

Corresponden al nivel medio de terrazas del río Duero y ha sido hecha su distinción atendiendo a la existencia en su masa de niveles ligeramente cementados por carbonatos, lo que da al grupo una mayor coherencia de conjunto, aunque sigue siendo fácilmente ripable y la desagregación de sus componentes no presenta en general gran dificultad (fotografías 43 y 16).

La litología, estructura y geotecnia han sido descritas en el apartado 3.4.3.5. de la memoria.



Fot. 42. Terraza inferior, de gravas, en la margen izquierda del río Duero a la altura del pueblo de Torre-Duero.



Fot. 43. El nivel de terraza T2, al sur del pueblo de San Román de Hornija

#### 3.5.3.6. Aluviales limo-arcillosos (A 1)

Representados en toda la zona forman los principales depósitos de la red fluvial actual.

Su litología, estructura y geotecnia han quedado descritas en el apartado 3.1.3.6.

### 3.5.3.7. Aluviales granulares (A 2)

Corresponden a los materiales transportados por el río Duero en épocas de crecida, estando constituidos casi exclusivamente por gravas y arenas sueltas, habiendo quedado descritas sus características litológicas, estructurales y geotécnicas en el apartado 3.1.3.5.

### 3.5.3.8. Aluviales con materia orgánica (A 3)

Solamente están representados en un meandro abandonado del río Duero al noreste del pueblo de Villafafila de Duero, en el cuadrante 398-1.

**Litología.**—Está formado por una masa arcillo-limosa algo plástica, con arenas dispersas en su masa y contenido significativo de materia orgánica.

**Estructura.**—Depósitos situados en el recodo de un meandro abandonado, por lo que alternan en él los materiales limo-arenosos depositados en épocas de crecida, en que las aguas invaden el antiguo cauce, con materiales arcillosos finos con materia orgánica en descomposición, depositados al estancarse las aguas. La potencia no ha podido ser establecida por carecer de cualquier tipo de corte o excavación.

**Geotecnia.**—Formación impermeable con drenaje muy deficiente que obligaría a un trazado en terraplén con posibilidad de encharcamientos importantes de pie de talud. Capacidad portante muy baja. El contenido en materia orgánica del grupo hace que las propiedades mecánicas sean muy deficientes, por lo que sería conveniente evitar el trazado sobre estos materiales (fotografía 44).



Fot. 44. Aspecto pantonoso del meandro abandonado al noroeste del pueblo de Villafranca de Duero. El camino que discurre sobre estos materiales, va en terraplén en el borde derecho de la fotografía.

### 3.5.3.9. Depósitos eólicos (E)

Afloran en el borde oriental del cuadrante 399-4 con extensión relativamente reducida. No obstante no puede ser descartado que amplias extensiones de suelos eluviales poco potentes, (como los que recubren la mayor parte de la terraza alta (T1) entre las localidades de Torrecilla de la Abadesa y San Román de Hornija), tengan cierta influencia eólica en su formación.

**Litología.**—Arenas cuarzosas sueltas, de grano fino muy uniforme, bien redondeado, de color blanco amarillento con algún canto cuarcítico, con facetitas producidas por la abrasión, disperso en la masa general (fotografía 45).



Fot. 45. Aspecto de las arenas eólicas en las proximidades de Tordesillas, en el borde oriental del cuadrante 399-4.

**Estructura.**—Acumulaciones de arenas movilizadas por el viento con ligera influencia fluvial, de potencia muy variable pudiendo alcanzar los 8 m. en algunos puntos. Móviles en potencia, han sido fijadas en gran parte mediante la plantación de pinos y matorral.

**Geotecnia.**—Formación permeable, de capacidad portante media, con problemas de aterramiento debido a la movilidad potencial de las arenas. Taludes naturales y artificiales observados bajos de 15° inestables (fotografía 46).



Fot. 46. Taludes parcialmente fijados por la vegetación en la carretera de Pollos a Tordesillas.

#### 3.5.3.10. Conos de deyección (D)

Muy escasamente representados en la margen izquierda del río Duero en el cuadrante 398-1 y en el río Hornija al sur del cuadrante 370-2. Su litología, estructura y geotecnia han sido descritos en el apartado 3.3.3.5. de esta memoria.

#### 3.5.4. Resumen de los problemas geotécnicos que presenta la zona

La zona está caracterizada por el amplio desarrollo de los depósitos cuaternarios, (terrazas y aluviales principalmente) situados sobre materiales miocenos detríticos de la formación de Villafranca de Duero y de la facies Rueda.

Estas dos últimas no presentan problemas geotécnicos de importancia salvo los ya mencionados de drenaje en las zonas planas, dado el contenido arcilloso de las mismas, y los problemas de estabilidad de taludes por abarrancamientos y desprendimientos por descalce de las capas más competentes.

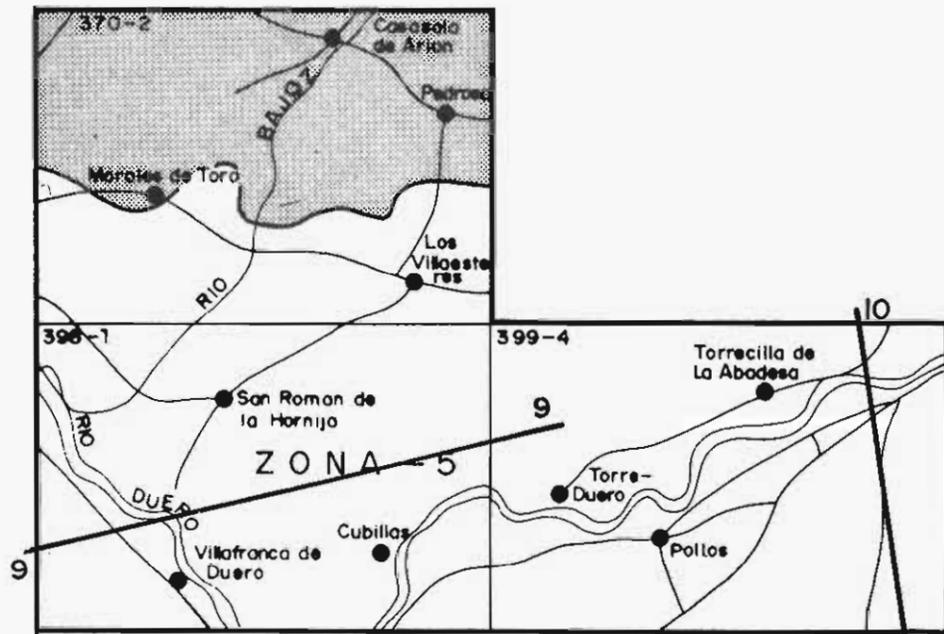
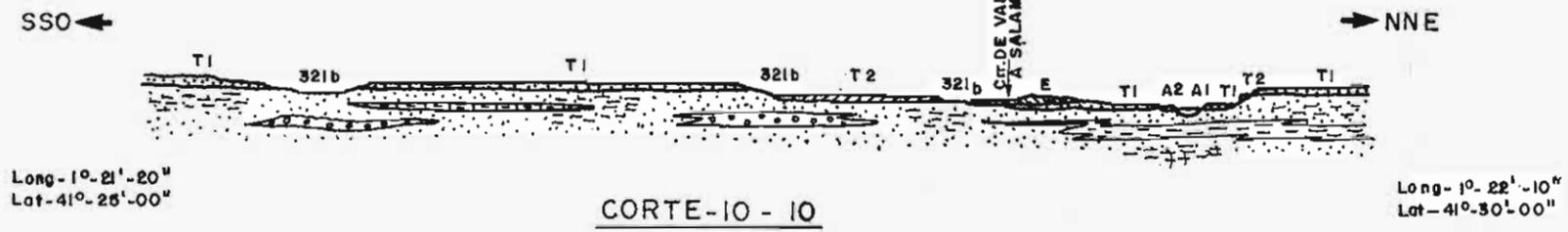
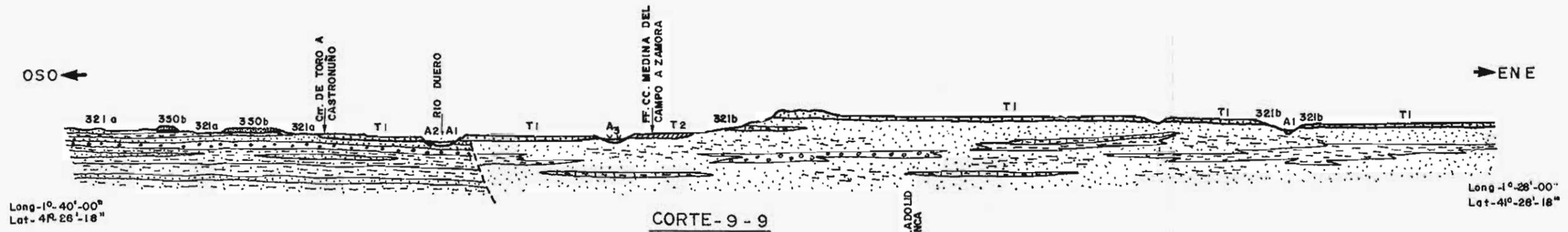
Los depósitos de glaciares pliocuaternarios de Villafranca de Duero presentan también problemas de erosionabilidad y abarrancamiento y dada su movilidad pudieran producir aterramientos importantes.

Las terrazas no presentan ningún problema geotécnico acusado y los aluviales limo-arcillosos (A 1) tampoco, salvo los producidos por la existencia de un nivel freático alto y su erosionabilidad.

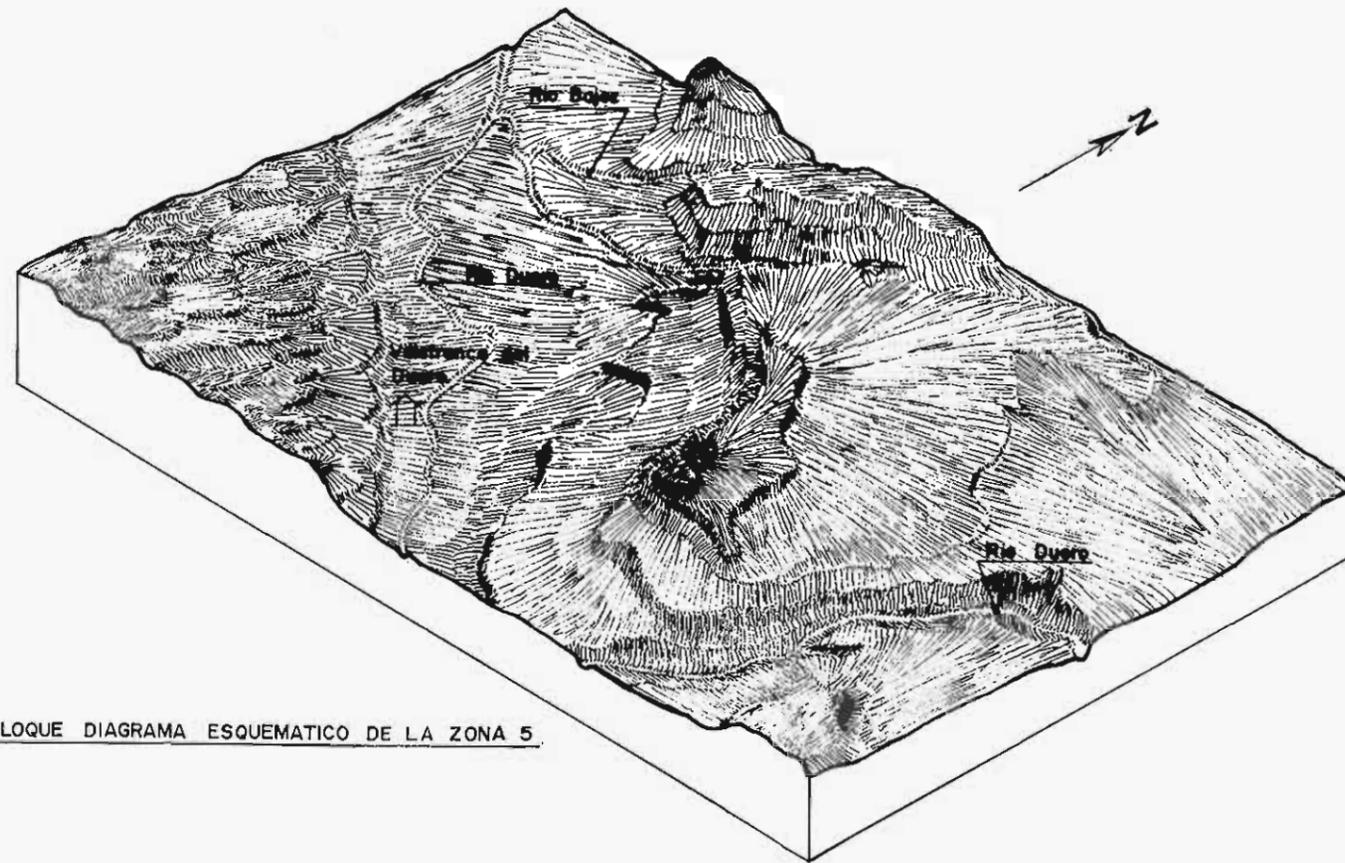
Los aluviales granulares (A 2) pueden presentar problemas de descalce de las obras de fábrica al ser removilizados por la corriente de agua en épocas de crecida.

El principal problema lo presentan los aluviales con materia orgánica (A 3) dado su comportamiento mecánico muy deficiente con posibilidad de grandes asentamientos y todo ello unido a la posibilidad de encharcamientos importantes en épocas de crecida del río Duero.

Los depósitos eólicos (E) no presentan gran problema en la zona, dada su reducida extensión con espesor apreciable, pudiendo sin embargo producir aterramientos de no fijar convenientemente las arenas por medio de la vegetación apropiada.



ESQUEMA DE SITUACION DE CORTES DE LA ZONA 5



BLOQUE DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA ZONA 5.

# 4

## CONCLUSIONES GEOTECNICAS

### 4.1. PROBLEMAS GEOTECNICOS IMPORTANTES

Los problemas geotécnicos del tramo se pueden resumir en los siguientes puntos:

- 4.1.1. Problemas de excavación y perforación
- 4.1.2. Problemas de drenaje y permeabilidad
- 4.1.3. Problemas de agresividad
- 4.1.4. Problemas de estabilidad y abarrancamiento.
- 4.1.5. Problemas de extensión localizada

#### 4.1.1. Problemas de excavación y perforación

Se pueden presentar sobre todo en los niveles cuarcíticos del grupo 120, que debido a su elevada dureza, necesitaría de explosivos para su excavación, siendo asimismo muy difícil su perforación para la colocación de los barrenos. No obstante dada la reducida extensión de los afloramientos (sólo es relativamente importante en el cuadrante 308-4) estos materiales pueden ser evitados en el diseño del trazado.

Con mucha menor importancia también pueden presentar problemas de excavación las calizas cristalinas del grupo 321 f (calizas del páramo) sobre todo unos kilómetros al noreste del cuadrante 370-1 (fuera de la zona de estudio) donde estos materiales tienen ya una potencia apreciable. En el tramo estudiado, por ser la potencia relativamente pequeña, las dificultades serían mucho menores.

#### 4.1.2. Problemas de drenaje y permeabilidad

Los problemas geotécnicos más acusados que presenta el tramo son los debidos al drenaje y permeabilidad en los materiales que lo constituyen. Las causas pueden ser atribuidas al alto contenido arcilloso de las formaciones terciarias y cuaternarias, (que forman prácticamente la totalidad de la superficie estudiada), y a la topografía, con muy escasas pendientes e incluso formación de cuencas endorreicas, con los consiguientes problemas de falta de escorrentía de las aguas de lluvia.

Los grupos geotécnicos que presentan mayores problemas y que conviene evitar en el trazado, son los depósitos lagunares (L) representados en los cuadrantes 308-2 y 340-1 así como el aluvial A 3 con contenido en materia orgánica del cuadrante 398-1 y los aluviales limo-arcillosos (A 1) representados en toda la zona estudiada.

También pueden presentar problemas en las zonas planas los grupos geotécnicos 321 b (Facies Rueda), 321 c (Facies Tierra de Campos) y 321 d (Facies Villafafila) dado el contenido arcilloso global de estas formaciones, con drenaje interno deficiente y con dificultad para dar pendiente a las obras necesarias para facilitar la evacuación de las aguas.

El resto de los grupos geotécnicos del tramo pueden presentar ligeros problemas en zonas muy localizadas, debidos a los suelos eluviales, muy poco potentes, que en general soportan, haciendo excepción de los grupos 350 a, 350 b, A 2 y E, cuya naturaleza de gravas y arenas les confiere una gran permeabilidad.

#### **4.1.3. Problemas de agresividad**

Pueden presentarse localmente en los niveles margosos con yesos dispersos del grupo 321 e (Serie blanca), aunque por lo general el porcentaje de sulfatos es muy bajo y queda dentro de los límites tolerables. También pudieran presentar muy ligeros problemas de agresividad los pequeños conchales salinos del suelo lagunar (L) aunque su porcentaje general es francamente tolerable.

#### **4.1.4. Problemas de estabilidad y abarrancamiento**

Solamente se presentan problemas de estabilidad en los puntos con mayores desniveles topográficos en los que pueden darse problemas de descalce del grupo 321 f (caliza del páramo) y 321 e (serie blanca en sus niveles calcáreos superiores); también se observan pequeños descalces en los niveles más compactos de conglomerados del grupo 350 a (depósitos pliocuaternarios de San Esteban del Molar) y en las terrazas parcialmente cementadas (T 2).

Los segundos problemas por el contrario deben ser tenidos en cuenta en todo el tramo, dada la escasa competencia frente a la erosión de la mayoría de los grupos geotécnicos presentes, por lo que el régimen de lluvias estacionales, característico de esta región, provoca en los taludes y escarpes abarrancamientos de cierta consideración.

Es de destacar también la erosionabilidad y movilidad de los aluviales granulares (A 2) en épocas de crecida y la fuerte erosión lateral producida por el río Duero, en los codos de sus meandros, sobre la Facies Rueda (321 b).

#### **4.1.5. Problemas de extensión localizada**

Los pequeños afloramientos arenosos de clara influencia eólica (E) en el borde noreste del cuadrante 399-4, pueden dar origen a aterramientos, por lo que sería necesario fijarlos en algunas zonas muy locales.

El aluvial con contenido en materia orgánica (A 3) ya citado, también presenta graves problemas dada su baja capacidad portante, pero por su pequeña extensión puede ser fácilmente evitable.

### **4.2. PROBLEMAS DE TOPOGRAFIA**

En general la topografía de la zona no presenta problemas de consideración. Únicamente los relieves escalonados de la zona 3 (relieves de terraza de Belver de los Montes) y el paso del río Duero pudieran presentar dificultades de trazado, siendo también preferible evitar el paso por las

zonas de «cuestas» labradas en la serie blanca entre Pedrosa del Rey, Tiedra y Abezames.

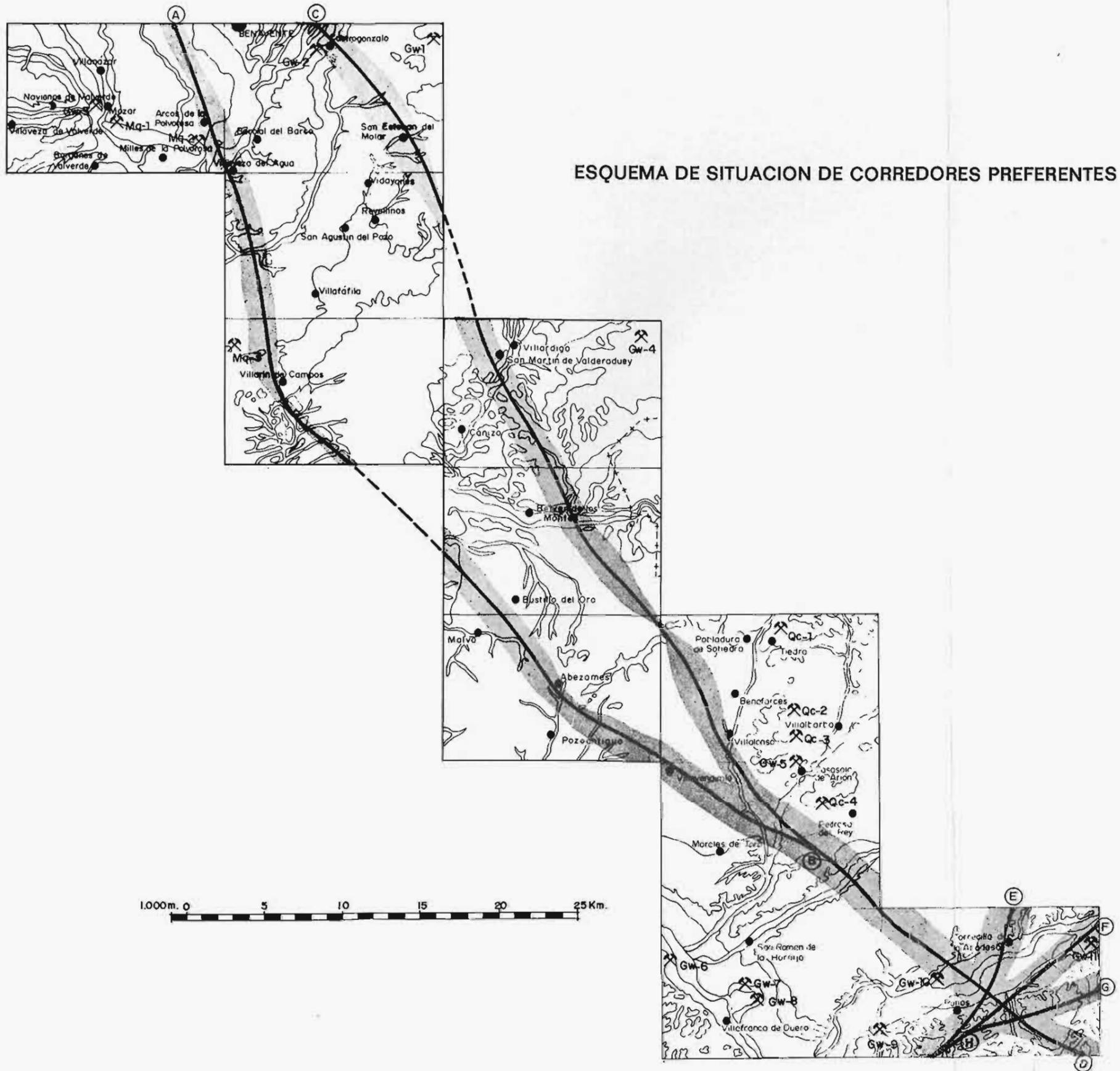
#### 4.3. CORREDORES PREFERENTES

Se adjunta un esquema general del tramo con base en los esquemas geotécnicos de cada una de las zonas. Se han dibujado en él unas bandas en las que se conjugan los criterios geotécnicos y topográficos generales.

Los distintos trazados son valorados sucintamente en el cuadro siguiente.

### CUADRO COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES TRAZADOS GEOMETRICOS

| TRAMO | VENTAJAS   | INCONVENIENTES  |
|-------|--|---|
| AB    | Canteras de cuarcitas próximas. Topografía suave. Terreno bueno.                 | Paso a través de la zona lagunar endorreica de Villafila. Falta de pendiente para los drenajes. Posible existencia de cuarcitas próximas a la superficie.   |
| CB    | Se evita la cuenca endorreica de Villafila y el paso por el páramo.              | Relieve de terrazas de Belver de los Montes, de topografía algo accidentada. Paso próximo a los materiales margosos con yesos dispersos de la serie blanca. |
| BD    | Graveras abundantes. Terreno bueno.  | Escarpe del valle del río Duero y paso del mismo.   |
| EH    | Similares a la anterior.   | Similares a la anterior.  |
| FH    | Terreno bueno. Graveras abundantes. Se evita el paso del río Duero y el escarpe. | Ligeros problemas de paso sobre las arenas eólicas.   |
| GH    | Similares a la anterior  | Sin graves inconvenientes.  |



# 5

## ESTUDIO DE YACIMIENTOS

Al final de este apartado se incluye un croquis con la situación de los distintos yacimientos.

### 5.1. CANTERAS

Dentro del tramo hay una carencia casi total de materiales canterables, por lo que han sido utilizados incluso los niveles de calizas margosas del grupo 321 e (Serie blanca) a pesar de que en general no son aptos para carreteras.

Los materiales más idóneos son los niveles cuarcíticos del grupo 120 que podrían ser utilizados incluso para capa de rodadura.

Las calizas cristalinas del grupo 321 f tienen muy escasa potencia en la zona, por lo que no hay en ellas canteras importantes. No obstante pudieran suministrar materiales para base y macadam no siendo utilizables para capa de rodadura.

Los yacimientos enumerados por cuadrantes son:

Cuadrante 308-4. En este cuadrante se encuentran los mayores afloramientos de los niveles cuarcíticos del grupo 120, existiendo dos pequeñas explotaciones Mq 1 y Mq 2 para uso local.

Cuadrante 340-1. Existe una pequeña explotación de cuarcitas Mq 3 en su borde noroccidental.

En el resto de los cuadrantes no existen explotaciones aptas para carreteras. Solamente hay algunas pequeñas explotaciones, hoy abandonadas, en los niveles calizos del grupo 321 e antes citado. Por cuadrantes corresponden a:

Cuadrantes 370-1. Hay tres explotaciones Qc 1, Qc 2 y Qc 3 utilizadas para la construcción local.

Cuadrante 370-2. Existe un grupo de pequeñas catas Qc 4 también usando el material en la construcción local.

Se adjunta al final de este apartado un cuadro resumen de yacimientos rocosos.

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

### **5.2. GRAVERAS Y ARENEROS**

En el tramo son muy numerosas las explotaciones de gravas y arenas dada la cantidad de estos materiales en las distintas litologías presentes:

Cuadrante 308-1. Existe explotación en los niveles de gravas y arenas del grupo 350 a (GW 1) y otra en el aluvial (A 1) del río (GW 2).

Cuadrante 308-4. Hay una explotación en el aluvial granular (A 2) del río Tera (GW 3) al oeste del pueblo de Mózar.

Cuadrante 341-4. Ha sido explotada la terraza de bolos (T 3) cerca de la carretera Nacional VI (GW 4).

Cuadrante 370-2. Existen unas pequeñas catas (GW 5) en el nivel de terraza (T 2) junto al pueblo de Casasola de Arión para uso local.

Cuadrante 398-1. Se están explotando en las graveras (GW 6) a (GW 9) el nivel medio de terraza (T 2) del río Duero.

Cuadrante 399-4. Han sido explotados los niveles alto y bajo de las terrazas del río Duero (T 1) en las graveras (GW 10) y (GW 11).

En general y en caso de necesidad podrían ser explotados como graveras (total o parcialmente) los grupos 350 a, 350 b, T 1, T 2, T 3, A 1, A 2 y E, siendo las más favorables el aluvial granular A 2 y los niveles de terraza T 1 y T 2 y para áridos finos los depósitos eólicos E del borde suroriental del tramo.

### **5.3. PRESTAMOS**

Debe ser descartado como material para préstamos el grupo calcáreo con sulfatos dispersos 321 e, siendo sin embargo recomendable el estudio de los grupos 321 b (Facies Rueda) y 321 c (Facies Tierra de Campos) por ser susceptibles de ser utilizados. También, pero con menor calidad, pudiera aprovecharse el grupo 321 d (Facies Villafafila).

### **5.4. YACIMIENTOS QUE SE DEBERAN ESTUDIAR CON DETALLE**

#### **5.4.1. Trazado Oeste**

En la parte norte de este trazado deben considerarse los yacimientos de cuarcitas del grupo 120 (Mq-1 a 3) con objeto de obtener materiales para la capa de rodadura, debiendo abrirse nuevos frentes de canteras dada la escasa importancia de las existentes actualmente. Sería recomendable estudiar los afloramientos existentes hacia el Oeste, fuera del tramo, de mayor extensión que los presentes en el mismo.

En la parte sur sería necesaria la explotación de graveras para capa de rodadura mediante machaqueo, dada la ausencia de material canterable.

#### **5.4.2. Trazado Este**

A lo largo de este trazado solamente serían aprovechables para capa de rodadura los depósitos de gravas, por lo que sería recomendable su estudio.

También como materiales para base sería recomendable el estudio de los niveles de calizas del grupo 321 f, sobre todo unos pocos Kms. al este del tramo, donde su potencia algo superior permitiría abrir nuevos frentes de cantera de mejor aprovechamiento.

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

| YACIMIENTOS ROCOSOS |          |        |              |   |               |                 |                                 |            |                          |          |  |   |
|---------------------|----------|--------|--------------|---|---------------|-----------------|---------------------------------|------------|--------------------------|----------|--|---|
| IDENTIFICACION      |          |        | MATERIAL     |   |               | LOCALIZACION    |                                 |            | EXPLOTACION              |          |  | OBSERVACIONES   |
| Denominación        | Encuadre |        | Tipo de roca | Composición y textura                         | Edad          | Hoja (1:50.000) | Coordenadas                     | Recub. (m) | Volum. (m <sup>3</sup> ) | C. Aprv. |  |   |
|                     | Lit.     | Geotc. |              |   |               |                 |                                 |            |                          |          |  |   |
| Mg-1                | 120      | 120    | Cuarcita     | Cuarcitas grises y rojizas, macrocristalinas. | Ordovícico    | 308-4           | Lg 2° 5' 30"<br>Lt 41° 56' 35"  | 0,30       | 10000                    |          |  | C.º al sur de Mózar. Fuerte plegamiento y fracturación, vetas abundantes de cuarzo.                                       |
| Mg-2                | 120      | 120    | Cuarcita     | Cuarcitas grises y rojizas, macrocristalinas. | Ordovícico    | 308-4           | Lg 2° 2' 10"<br>Lt 41° 55' 45"  | 0,30       | 5000                     |          |  | C.º al NE de Miles de la Polvorosa. Plegadas y fracturadas con vetas de cuarzo y algunas pizarras intercaladas.           |
| Mg-3                | 120      | 120    | Cuarcita     | Cuarcitas grises y rojizas, macrocristalinas. | Ordovícico    | 340-1           | Lg 1° 59' 50"<br>Lt 41° 49' 0"  | 0,30       | 1000                     |          |  | Crrt. a La Tabla-Villafafila. PK 25,8. Cuarzitas masivas en afloramientos de pequeña extensión.                           |
| Qc-1                | 321 e    | 321 e  | Caliza       | Calizas algo margosas blancuecinas.           | Vindoboniense | 370-1           | Lg 1° 34' 25"<br>Lt 41° 39' 30" | 0,20       | 1000                     |          |  | Al N de Tiedra. Estructura horizontal. Aprovechamiento en construcción local.   |
| Qc-2                | 321 e    | 321 e  | Caliza       | Calizas algo margosas blancuecinas.           | Vindoboniense | 370-1           | Lg 1° 34' 45"<br>Lt 41° 36' 0"  | 0,20       | 10000                    |          |  | C.º Benaforcer a Casasola. Estructura horizontal. Aprovechamiento en construcción local.                                  |
| Qc-3                | 321 e    | 321 e  | Caliza       | Calizas algo margosas blancuecinas.           | Vindoboniense | 370-1           | Lg 1° 34' 15"<br>Lt 41° 35' 20" | 0,20       | 10000                    |          |  | C.º Benaforcer a Casasola. Estructura horizontal. Aprovechamiento en construcción local.                                  |
| Qc-4                | 321 e    | 321 e  | Caliza       | Calizas algo margosas blancuecinas.           | Vindoboniense | 370-2           | Lg 1° 32' 40"<br>Lt 41° 33' 30" | 0,20       | 20000                    |          |  | C.º de las Canteras al NO de Pedrosa del Rey. Estructura horizontal. Varias catas. Aprovechamiento local en construcción. |

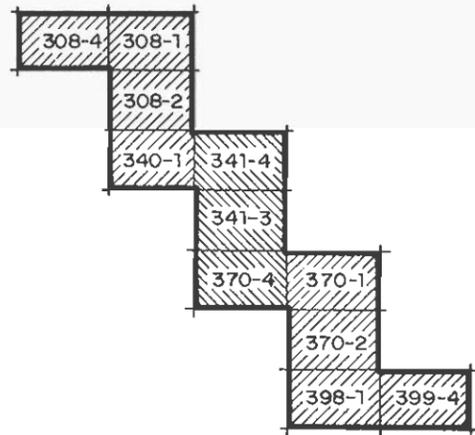
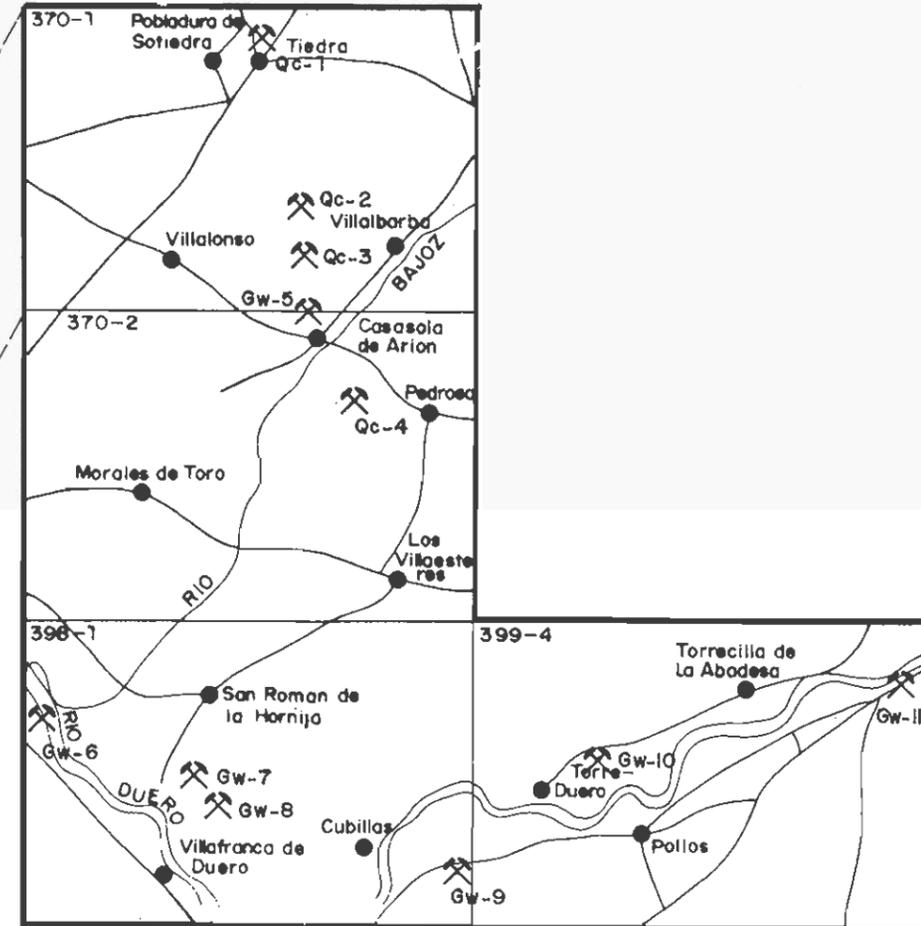
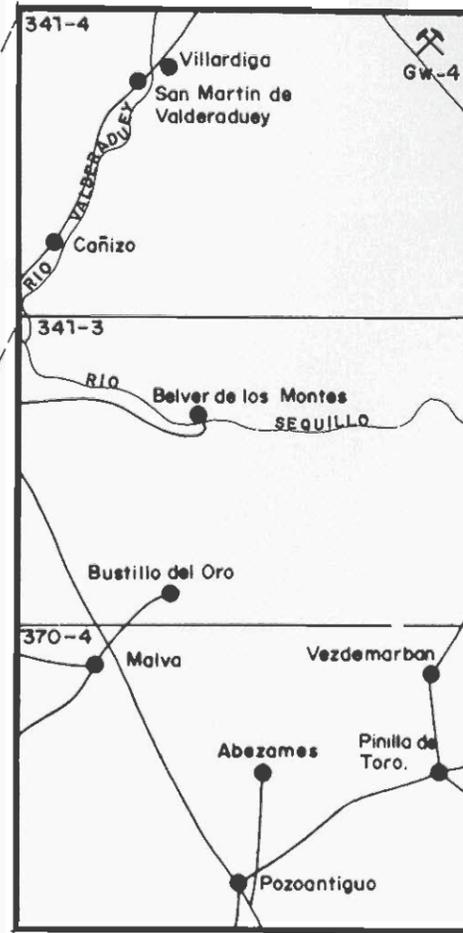
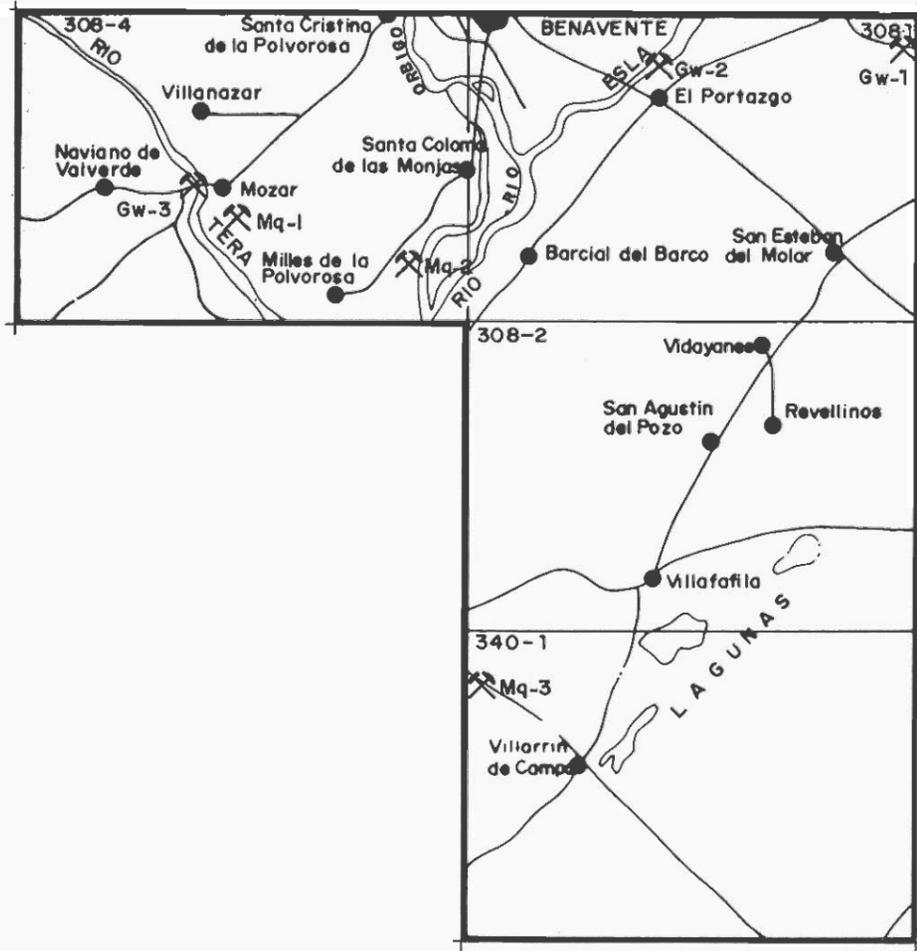
**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

| IDENTIFICACION |          |        |                             | MATERIAL   |                  | LOCALIZACION    |                                 |            |                          | EXPLOTACION |  |  | OBSERVACIONES   |
|----------------|----------|--------|-----------------------------|--|------------------|-----------------|---------------------------------|------------|--------------------------|-------------|--|--|---|
| Denominación   | Encuadre |        | Tipo de roca                | Composición y textura  | Edad             | Hoja (1:50,000) | Coordenadas                     | Recub. (m) | Volum. (m <sup>3</sup> ) | C. Aprv.    |  |  |   |
|                | Lit.     | Geotc. |                             |  |                  |                 |                                 |            |                          |             |  |  |   |
| GW-1           | 350      | 350    | Gravas cuarcíticas y arenas | Gravas cuarcíticas graduadas y arenas cuarzosas de grano medio a grueso.   | Plio-cuaternario | 308-1           | Lg 1° 50' 10"<br>Lt 41° 59' 30" | 0,30       | 20000                    |             |  |  | Al S. Carrt. Castrogonzalo a Palencia PK 8,7. Estructura horizontal con estratificación entrecruzada. |
| GW-2           | A1       | A1     | Gravas cuarcíticas y arenas | Lentejones y niveles de gravas y arenas intercaladas en masa limo-arcillosa.   | Cuaternario      | 308-1           | Lg 1° 56' 30"<br>Lt 41° 59' 10" | 0,20       | ilimitado                |             |  |  | Carretera Nacional VI PK 259,1. Aluvial.  |
| GW-3           | A2       | A2     | Gravas cuarcíticas y arenas | Aluvial de gravas y arenas sueltas con escasa matriz limo-arcillosa.   | Cuaternario      | 308-4           | Lg 2° 6' 0"<br>Lt 41° 57' 20"   | 0,20       | ilimitado                |             |  |  | Crrt. de Mózar a Navianos de Valverde PK 8,7. Aluvial de crecida.                                     |
| GW-4           | T3       | T3     | Gravas cuarcíticas          | Gravas bien graduadas con bolos todo ello empastado en matriz limo-arcillosa.  | Cuaternario      | 341-4           | Lg 1° 41' 10"<br>Lt 41° 49' 45" | 0,20       | 10000                    |             |  |  | Carretera Nacional VI PK 231,600. Terraza, horizontal.  |
| GW-5           | T2       | T2     | Gravas cuarcíticas y arenas | Gravas bien graduadas y lentejones de arenas todo ello empastado con matriz escasa limo-arcillosa, cementación parcial por carbonatos. | Cuaternario      | 370-2           | Lg 1° 33' 10"<br>Lt 41° 34' 50" | 0,30       | 5000                     |             |  |  | Al N de Casasola de Arión. Uso local. Terraza.  |
| GW-6           | T2       | T2     | Gravas cuarcíticas y arenas | Gravas bien graduadas y lentejones de arenas todo ello empastado con matriz escasa limo-arcillosa, cementación parcial por carbonatos. | Cuaternario      | 398-1           | Lg 1° 39' 40"<br>Lt 41° 28' 5"  | 0,20       | 10000                    |             |  |  | Crrt. de Toro a Castronuño. PK 22. Horizontal. Terraza.   |
| GW-7           | T2       | T2     | Gravas cuarcíticas y arenas | Gravas bien graduadas y lentejones de arenas todo ello empastado con matriz escasa limo-arcillosa, cementación parcial por carbonatos. | Cuaternario      | 398-1           | Lg 1° 35' 50"<br>Lt 41° 27' 30" | 0,20       | 50000                    |             |  |  | C.º al S. de S. Román de la Hor. mija al Prado de la Requijada. Horizontal. Terraza.                  |



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

### ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS



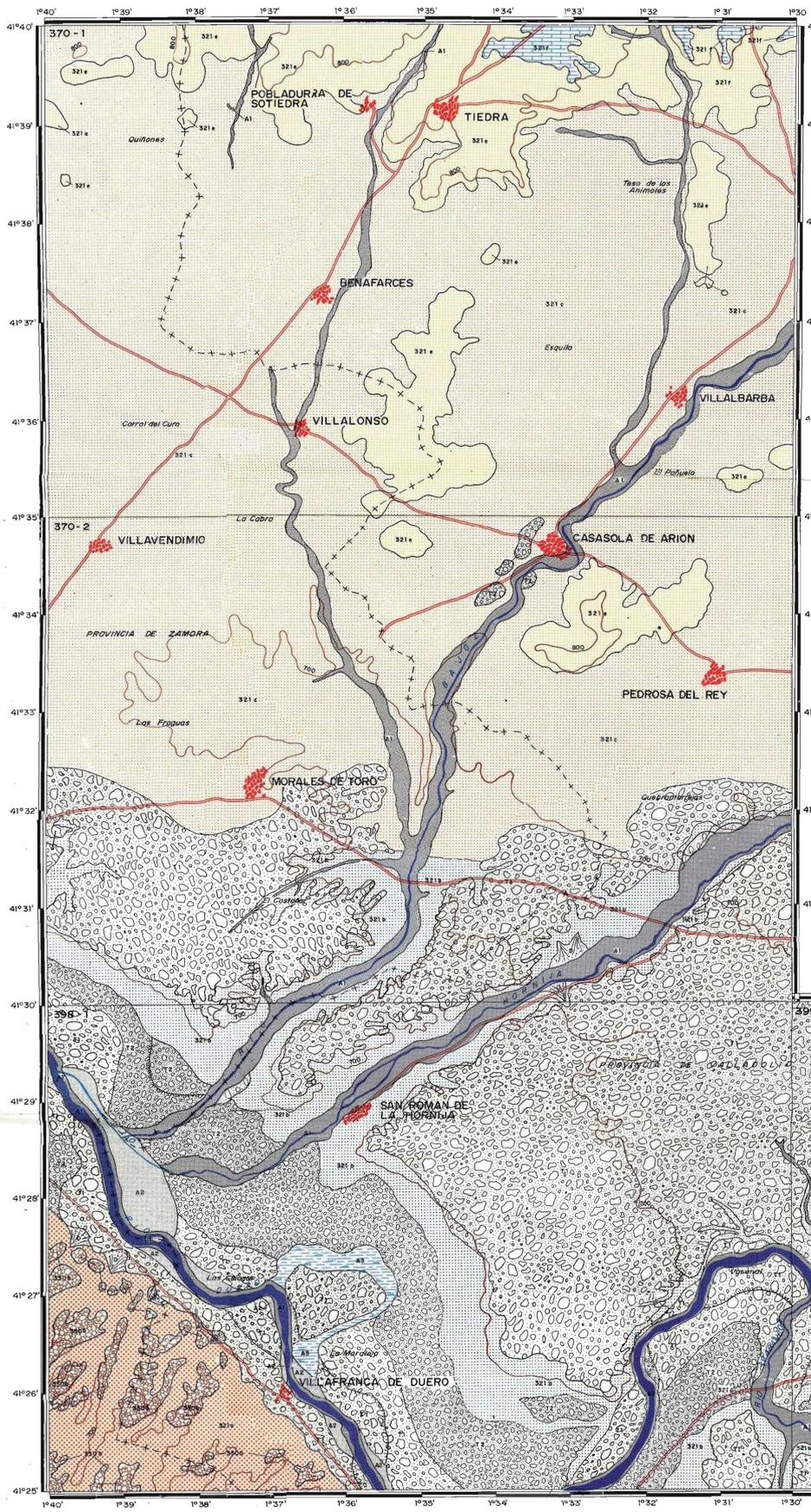
# 6

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Han sido consultadas para la realización del presente trabajo las publicaciones que se relacionan a continuación:

- CRUSAFONT, M. (1954)  
«Síntesis del Mioceno de la Meseta». Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Tomo extraordinario.
- CRUSAFONT, M y TRUYOLS, J (1958)  
El Mioceno de las cuencas de Castilla y de la Cordillera Ibérica. I Reunión del Comité del Neógeno Mediterráneo. Viena.
- CRUSAFONT, M (1960)  
Mioceno de las cuencas de Castilla. Not. y Com. del I. G. M. E. IV. Trimestre n.º 60.
- HERNANDEZ PACHECO, F (1952)  
Los grandes argayos de las cuevas del Mioceno de Castilla la Vieja, su influencia en la formación del relieve y época del mismo. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. T-1 n.º 1.
- JIMENEZ, E (1970)  
Estratigrafía y paleontología del borde suroccidental de la cuenca del Duero. Tesis Doctoral. Salamanca.
- LEGUEY (1970)  
Estudio de las terrazas y sedimentos de los ríos de la cuenca del Esla. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. T-68.
- MABESOONE, J. M (1961)  
La sedimentación terciaria y cuaternaria de una parte de la cuenca del Duero. Est. Geol. C.S.I.C. Inst. Lucas Mallada. Vol. XVII n.º 2.
- MAPA AGRONOMICO NACIONAL (1968)  
Valladolid. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- MAPA AGRONOMICO NACIONAL (1967)  
Zamora. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- PLANS, P (1970)  
La Tierra de Campos (Inst. de Geografía Aplicada C.S.I.C.).
- ROYO GOMEZ, J (1926)  
Tectónica del Terciario continental Ibérico. Cong. Geol. Inst. C. R. 14 ss. Madrid fasc. 1.
- SOLE SABARIS, L (1958)  
Observaciones sobre la edad de la penillanura fundamental de la Meseta española en el sector de Zamora. Breviora Geológica Astúrica. Universidad de Oviedo. C. S. I. C. año II n.º 1-2.

# MAPA LITOLOGICO ESTRUCTURAL



## FORMACIONES CALCAREAS

321 f  
Calas grises y blancas con niveles rojos, microcristalinas y pseudotíficas, que presentan localmente una carbonatización incipiente, bien estratificadas en capas de 0,5 m. de espesor medio, dureza elevada y alta compacidad. Conjunto en disposición horizontal, afectado por una tectónica de ondulaciones de amplio radio. Permeabilidad alta, drenaje superficial deficiente debido al eluvial que soporta, ripable, posibles desprendimientos por descalce de la formación subyacente, taludes naturales estables B 85° (Mioceno, Postiense P. a: 0,5 a 5 m.).

321 e  
Distribución irregular de margas y calizas margosas e cristalinas con intercalaciones de arcillas; las margas (con un bajo porcentaje de sulfatos dispersos) son blancas y grises, bien estratificadas en lechos y capas; las arcillas (localizadas en la base de la serie), son grises y verdes. Conjunto en disposición horizontal afectado por una tectónica de ondulaciones de amplio radio. Formación semipermeable que da lugar a un nivel de fuentes en la base de la serie, buen drenaje superficial por escorrentía, fácilmente ripable muy erosionable, frecuentes deslizamientos, taludes naturales estables A 25° (Mioceno, Vindobonense P. a: 20 a 25 m.).

## FORMACIONES DETRITICAS

321 c  
Arcillas arenosas pardo-rojizas, masivas en general con estratificación difusa en algunos puntos con frecuentes intercalaciones de lentejones de areniscas silíceas y calcáreas pardo-amarillentas de grano medio, débilmente cementadas por carbonatos (que pasan lateralmente a arenas) y lechos margosos sin continuidad lateral de color verde amarillento. Conjunto en disposición horizontal. Permeabilidad media; drenaje superficial deficiente que origina encharcamientos importantes, formación ripable, muy abarrancable y erosionable, ocasionalmente se producen deslizamientos en el techo de la serie; taludes naturales estables B 60° (Mioceno, Vindobonense P. a: más de 100 m.).

321 b  
Areniscas con intercalaciones de arcillas, margas y niveles de conglomerados; las areniscas son silíceas, de grano medio a grueso, con matriz arcillosa y cemento calcáreo; las arcillas son rojizas y verdosas; las margas son blanquecinas y se encuentran en vetas de potencia máxima 20 cm.; los conglomerados son de cantos cuarcíticos pequeños con matriz arcillo-arenosa y cemento calcáreo. Conjunto en disposición horizontal. Formación permeable en conjunto, con problemas locales debidos a los niveles arcillosos, muy erosionable, abarrancable, taludes naturales inestables A 70° (Mioceno, Vindobonense P. a: viable 50 m.).

321 a  
Distribución irregular de arcillas arenosas y areniscas con intercalaciones de lechos de conglomerados y niveles margosos; las arcillas arenosas son de color pardo rojizo, amarillento y verdoso; las areniscas son silíceas con matriz arcillosa y cemento calcáreo de color pardo rojizo y se presentan en lechos de 30 a 40 cm.; los conglomerados son de cantos silíceos, matriz arcillo-arenosa y cemento calcáreo; las margas son de color blanquecino. Disposición subhorizontal ligeramente basculada hacia el E. Formación semipermeable con algunos problemas de drenaje en las capas arcillosas, erosionable en los niveles arcillosos y margosos, ripable, taludes artificiales subverticales medios algo inestables (Mioceno inferior P. a: mayor de 40 m.). Depósitos de glacia formados por arenas cuarzosas de grano medio a grueso, sueltas, que engloban gran cantidad de cantos cuarcíticos heterométricos; existe un bajo porcentaje de matriz limo arcillosa y vestigios de carbonatos dispersos. Buen drenaje, erosionable (Plio-Cuaternario P. a: 1 a 5 m.).

## FORMACIONES CUATERNARIAS

### TERRAZAS

Terrazas de gravas cuarcíticas bien graduadas con matriz limo-arcillosa, con lentejones ocasionales de arenas de grano medio a grueso con estratificación entrecruzada, parcialmente cementada por carbonatos. Ripable, semipermeable (Cuaternario P. a: 0,5 a 3 m.).

Terrazas de gravas cuarcíticas bien graduadas con matriz limo-arcillosa que ocasionalmente pueden presentar lentejones de arenas de grano medio con estratificación entrecruzada típica. Conjunto de disposición horizontal. Formación permeable con problemas de drenaje superficial debido al eluvial que soporta (Cuaternario P. a: 3 m.).

### ALUVIALES

A 1  
Aluviales limo-arcillosos de colores grises y rojizas, con frecuentes lentejones y niveles de gravas y arenas, con estratificación entrecruzada. Drenaje deficiente, erosionable, capacidad portante media (Cuaternario P. a: más de 3 m.).

A 2  
Aluviales de gravas y arenas cuarzosas, en general bien graduadas, sueltas. Muy buen drenaje, erosionable, capacidad portante media (Cuaternario P. a: 1 a 4 m.).

A 3  
Aluvial arcillo-limoso algo plástico con abundantes arenas dispersas en su masa y contenido significativo de materia orgánica. Drenaje muy deficiente, capacidad portante baja (Cuaternario P. a: no visible).

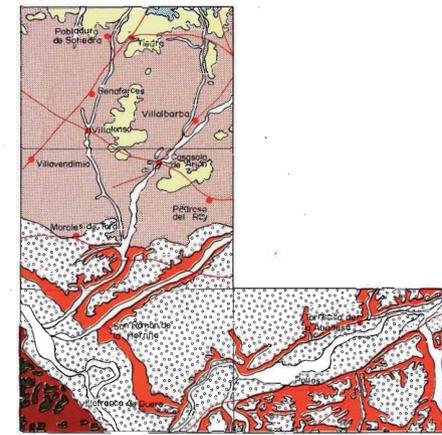
### CONOS DE DEYECCION

Conos de deyección limo-arcillosos con cantos cuarcíticos dispersos en la masa y arenas cuarzosas bien redondeadas. Formación semipermeable y erosionable (Cuaternario P. a: 1 a 5 m.).

### EOLICOS

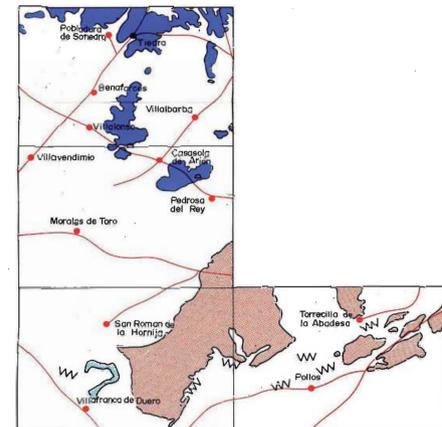
Depósito de arenas eólicas cuarzosas, bien redondeadas, mal graduadas, sueltas, flojas, móviles aunque fijadas localmente por la vegetación. Buen drenaje profundo (Cuaternario P. a: 1 a 6 m.).

## ESQUEMA GEOLOGICO



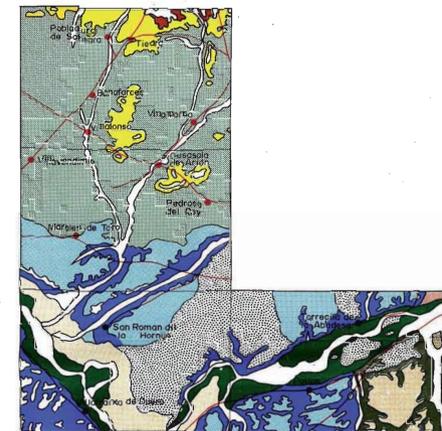
- MIOCENO**
  - Arcillas arenosas y areniscas con intercalaciones de conglomerados y lechos margosos (Mioceno inferior).
  - Arcillas arenosas con lentejones de areniscas y lechos margosos (Vindobonense).
  - Areniscas con intercalaciones de arcillas, margas y niveles de conglomerados (Vindobonense).
  - Margas y calizas margosas con intercalaciones de arcillas. Existe ligero porcentaje de sulfatos dispersos (Vindobonense).
  - Calizas grises y blancas microcristalinas (Postiense).
- PLIOCUATERNARIO**
  - Arenas cuarzosas sueltas con gran cantidad de cantos cuarcíticos.
- CUATERNARIO**
  - Arenas eólicas.
  - Terrazas.
  - Aluviales.

## ESQUEMA GEOTECNICO



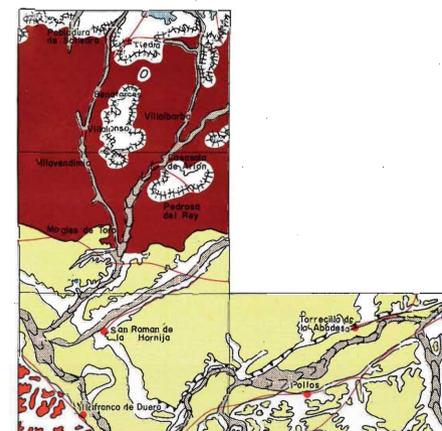
- Suelos no cohesivos, densidad muy floja, con problemas de inestabilidad y movilidad tipo duna.
- Terrenos ligeramente yesíferos con problemas de agresividad.
- Suelos cohesivos algo plásticos con contenido significativo de materia orgánica.
- Deslizamientos en potencia.
- Erosión local importante.

## ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR



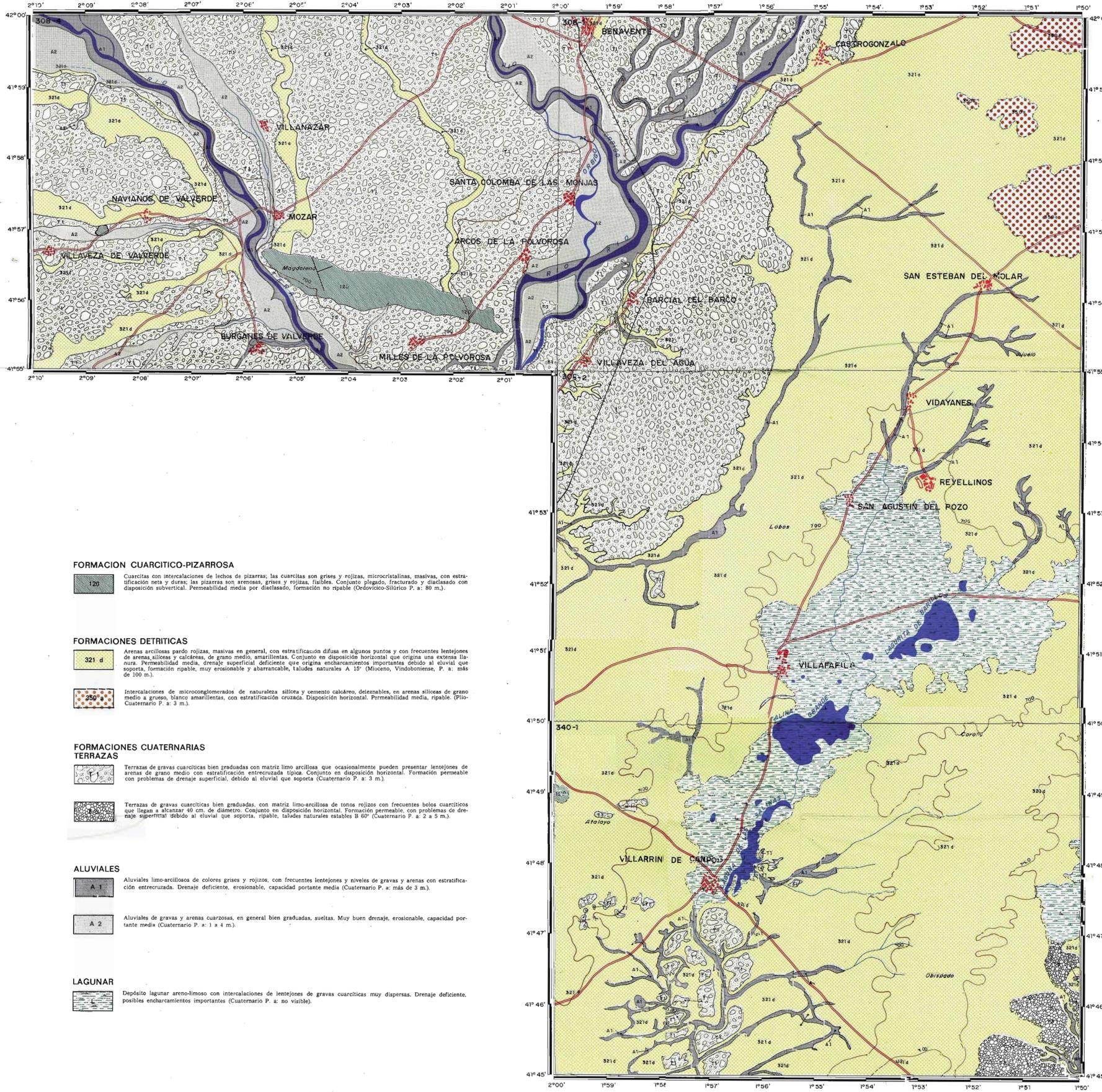
- SUELOS NO COHESIVOS**
  - Eluvial arenoso con gravas, procedente de la alteración de terrazas. Densidad floja, sin cementar, permeabilidad media.
  - Coluvial arenoso con cantos, procedente de la alteración de terrazas y parcial movilización de arenas tipo eólico. Densidad floja, sin cementar, permeabilidad alta.
  - Coluvial de gravas con matriz escasa de naturaleza limo-arcillosa. Densidad floja a media, permeabilidad media.
  - Arenas eólicas mal graduadas, algo transportadas en régimen fluvial, con algún canto disperso. Densidad floja, permeabilidad alta.
- SUELOS COHESIVOS**
  - Eluvial limo-arcilloso. Sin consolidar, plasticidad baja, resistencia media.
  - Eluvial limo-arcilloso con arenas y gravas dispersas en su masa. Plasticidad baja, resistencia media.
  - Coluvial limo-arcilloso con cantos de calizas margosas y a veces presencia de sulfatos dispersos (< 5%). Plasticidad alta, resistencia blanda.
  - Coluvial limo-arcilloso procedente del grupo 321 c. Sin consolidar, plasticidad baja, resistencia media.
  - Coluvial limo-arcilloso con arenas y gravas dispersas en su masa. Plasticidad baja, resistencia media.
  - Coluvial limo-arcilloso procedente de la alteración del grupo 321 b. Sin consolidar, plasticidad baja, resistencia media.
  - Coluvial limo-arcilloso con cantos calizos, procedentes del grupo 321 f. Plasticidad alta, resistencia blanda.

## ESQUEMA GEOMORFOLOGICO



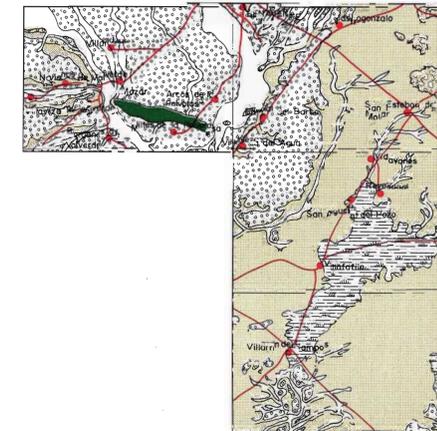
- Replanos con monera de terraza.
- Llanuras de fondo de valle.
- Páramo calizo.
- Glacia parcialmente erosionado.
- Llanura alomada.
- Laderas abarrancadas.
- Valles de fondo plano.
- Escarpe.

# MAPA LITOLOGICO ESTRUCTURAL



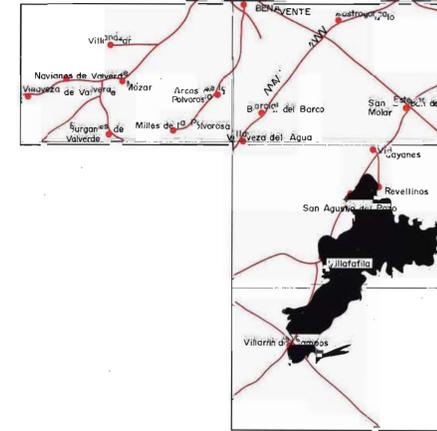
- FORMACION CUARZITICO-PIZARROSA**  
 Cuarcitas con intercalaciones de lechos de pizarras; las cuarcitas son grises y rojizas, microcristalinas, masivas, con estratificación metá y duras; las pizarras son arenosas, grises y rojizas, fisibles. Conjunto plegado, fracturado y diatlasado con disposición subvertical. Permeabilidad media por diatlasado, formación no ripable (Ordovícico-Silúrico P. a: 80 m.).
- FORMACIONES DETRITICAS**  
**321 d** Arenas arcillosas pardo rojizas, masivas en general, con estratificación difusa en algunos puntos y con frecuentes lentejones de arenas silíceas y calcáreas, de grano medio, amarillentas. Conjunto en disposición horizontal que origina una extensa llanura. Permeabilidad media, drenaje superficial deficiente que origina encharcamientos importantes debido al aluvial que soporta, formación ripable, muy erosionable y abarrocable, taludes naturales A 15° (Mioceno, Vindobonense, P. a: más de 100 m.).  
**250 a** Intercalaciones de microconglomerados de naturaleza silícea y cemento calcáreo, detritables, en arenas silíceas de grano medio a grueso, blanco amarillentas con estratificación cruzada. Disposición horizontal. Permeabilidad media, ripable. (Pliocuatrnario P. a: 3 m.).
- FORMACIONES CUATERNARIAS**  
**TERRAZAS**  
 Terrazas de gravas cuarcíticas bien graduadas con matriz limo arcillosa que ocasionalmente pueden presentar lentejones de arenas silíceas y calcáreas, de grano medio, con estratificación entrecruzada típica. Conjunto en disposición horizontal. Formación permeable con problemas de drenaje superficial, debido al aluvial que soporta (Cuaternario P. a: 3 m.).  
 Terrazas de gravas cuarcíticas bien graduadas, con matriz limo-arcillosa de tonos rojizos con frecuentes boles cuarcíticos que llegan a alcanzar 40 cm. de diámetro. Conjunto en disposición horizontal. Formación permeable, con problemas de drenaje superficial debido al aluvial que soporta, ripable, taludes naturales estables B 60° (Cuaternario P. a: 2 a 5 m.).
- ALUVIALES**  
**A 1** Aluviales limo-arcillosos de colores grises y rojizos, con frecuentes lentejones y niveles de gravas y arenas con estratificación entrecruzada. Drenaje deficiente, erosionable, capacidad portante media (Cuaternario P. a: más de 3 m.).  
**A 2** Aluviales de gravas y arenas cuarzosas, en general bien graduadas, sueltas. Muy buen drenaje, erosionable, capacidad portante media (Cuaternario P. a: 1 a 4 m.).
- LAGUNAR**  
 Depósito lagunar areno-limoso con intercalaciones de lentejones de gravas cuarcíticas muy dispersas. Drenaje deficiente, posibles encharcamientos importantes (Cuaternario P. a: no visible).

## ESQUEMA GEOLOGICO



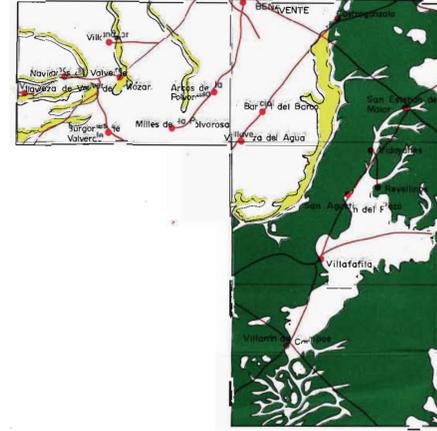
- PALEOZOICO**  
 Cuarcitas y pizarras (Ordovícico).
- MIOCENO**  
 Arenas arcillosas con lentejones de arenas silíceas y calcáreas (Vindobonense).
- PLIOCUATERNARIO**  
 Microconglomerados y arenas silíceas de grano medio a grueso.
- CUATERNARIO**  
 Terrazas.
- Aluviales.  
 Lagunar.

## ESQUEMA GEOTECNICO



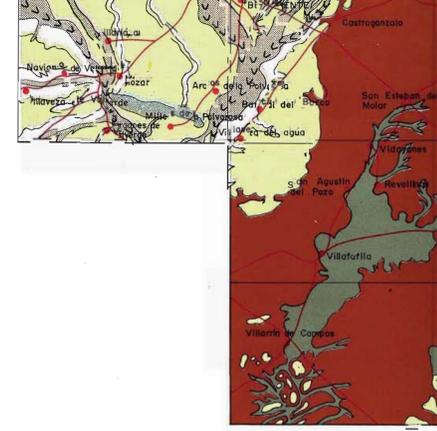
- ESQUEMA GEOTECNICO**  
 Zona lagunar endorreica.  
 Erosión local importante.

## ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR

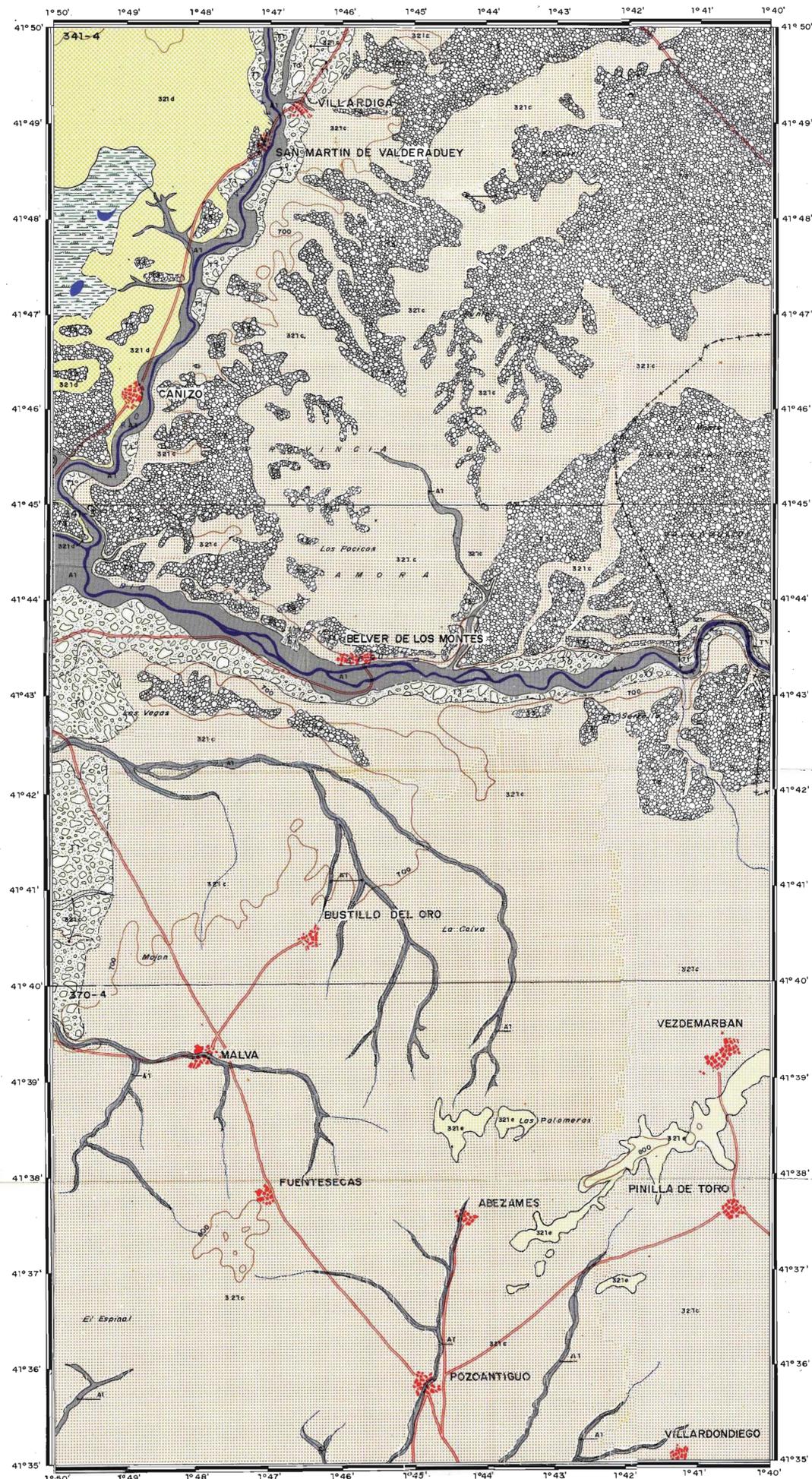


- SUELOS COHESIVOS**  
 Eluvial limo-arcilloso. Sin consolidar, plasticidad baja, resistencia media.  
 Coluvial limo-arcilloso con cantos. Sin consolidar, plasticidad alta, resistencia blanda.

## ESQUEMA GEOMORFOLOGICO



- Replanos con montera de terrazas.  
 Llanura de fondo de valle.  
 Zona endorreica.  
 Relieves alomados paleozoicos.  
 Llanura alomada.  
 Valles de fondo plano.  
 Escarpe.



## MAPA LITOLÓGICO ESTRUCTURAL

### FORMACIONES CALCAREAS

**321 e** Distribución irregular de margas y calizas margosas y cristalinas con intercalaciones de arcillas; las margas (con un bajo porcentaje de sulfatos dispersos) son blancas y grises, bien estratificadas en lechos y capas; las arcillas (localizadas en la base de la serie), son grises y verdes. Conjunto en disposición horizontal afectado por una tectónica de ondulaciones de amplio radio. Formación semipermeable que da lugar a un nivel de fuentes en la base de la serie, buen drenaje superficial por escorrentía, fácilmente ripable, muy erosionable, frecuentes deslizamientos, taludes naturales estables A 25° (Mioceno, Vindoboniense P. a: 20 a 25 m.).

### FORMACIONES DETRITICAS

**321 c** Arcillas arenosas pardo-rojizas, masivas en general con estratificación difusa en algunos puntos, con frecuentes intercalaciones de lentejones de areniscas silíceas y calcáreas pardo-amarillentas de grano medio, débilmente cementadas por carbonatos (que pasan lateralmente a arenas) y lechos margosos sin continuidad lateral de color verde amarillento. Conjunto de disposición horizontal. Permeabilidad media; drenaje superficial deficiente que origina encharcamientos importantes, formación ripable, muy abarrecible y erosionable, ocasionalmente se producen deslizamientos en el techo de la serie; taludes naturales estables B 60° (Mioceno, Vindoboniense P. a: más de 100 m.).

**321 d** Arenas arcillosas pardo rojizas, masivas en general con estratificación difusa en algunos puntos, con frecuentes lentejones de arenas silíceas y calcáreas, de grano medio, amarillentas. Conjunto en disposición horizontal que origina una extensa llanura. Permeabilidad media, drenaje superficial deficiente que origina encharcamientos importantes debido al eluvial que soporta, formación ripable, muy erosionable y abarrecible, taludes naturales B 60° (Mioceno, Vindoboniense P. a: más de 100 m.).

### FORMACIONES CUATERNARIAS TERRAZAS

Terrazas de gravas cuarcíticas bien graduadas, con matriz limo-arcillosa de tonos rojizos con frecuentes bolos cuarcíticos que llegan a alcanzar 40 cm. de diámetro. Conjunto en disposición horizontal. Formación permeable, con problemas de drenaje superficial debido al eluvial que soporta, ripable, taludes naturales estables B 60° (Cuaternario P. a: 2 a 3 m.).

Terrazas de gravas cuarcíticas bien graduadas con matriz limo arcillosa que ocasionalmente pueden presentar lentejones de arenas de grano medio con estratificación entrecruzada típica. Conjunto en disposición horizontal. Formación permeable con problemas de drenaje superficial, debido al eluvial que soporta. (Cuaternario P. a: 3m.).

### ALUVIALES

**A 1** Aluviales limo-arcillosos de colores grises y rojizos, con frecuentes lentejones y niveles de gravas y arenas con estratificación entrecruzada. Drenaje deficiente, capacidad portante media, erosionable. (Cuaternario P. a: más de 3 m.).

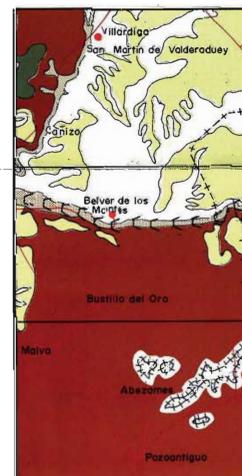
### CONOS DE DEYECCION

Conos de deyección limo arcillosos con algunos cantos cuarcíticos dispersos en la masa de la formación. Formación semipermeable con problemas de drenaje superficial, ripable, erosionable y abarrecible (Cuaternario P. a: 0,5 a 4 m.).

### LAGUNAR

Depósito lagunar arenolimoso con intercalaciones de lentejones y gravas cuarcíticas muy dispersas. Drenaje deficiente, posibles encharcamientos importantes (Cuaternario P. a: no visible).

## ESQUEMA GEOMORFOLÓGICO



Replanos con montera de terrazas.

Llanura de fondo de valle.

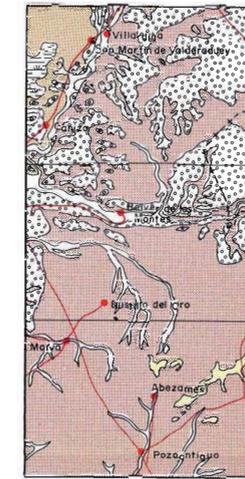
Zona endorréica.

Llanura alomada.

Valles de fondo plano.

Laderas abarrecadas.

## ESQUEMA GEOLOGICO



### MIOCENO

Arcillas arenosas con lentejones de areniscas y lechos margosos (Vindoboniense).

Arenas arcillosas con lentejones de arenas silíceas y calcáreas (Vindoboniense).

Margas y calizas margosas con intercalaciones de arcillas. Existe ligero porcentaje de sulfatos dispersos (Vindoboniense).

### CUATERNARIO

Terrazas.

Lagunar.

Aluviales.

## ESQUEMA GEOTECNICO

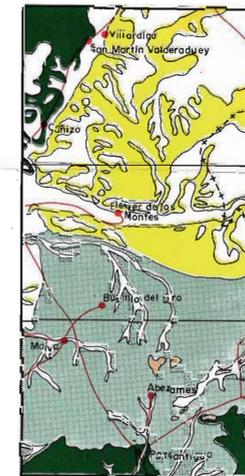


Terrenos ligeramente yesíferos con problemas de agresividad.

Zona lagunar endorréica.

Deslizamientos en potencia.

## ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR



### SUELOS COHESIVOS

Eluvial limo-arcilloso con cantos, procedente del grupo 321 e. Sin consolidar, plasticidad alta, resistencia blanda.

Eluvial limo-arcilloso. Sin consolidar, plasticidad baja, resistencia media.

Coluvial limo-arcilloso con cantos. Sin consolidar, plasticidad alta, resistencia blanda.

Coluvial limo-arcilloso procedente del grupo 321 c. Sin consolidar, plasticidad baja, resistencia media.

