

De acuerdo con algunas observaciones las costras de "calcrete" pueden desarrollarse en superficies de débil pendiente hacia el final de su período de formación. Este concepto es muy importante para la explicación geomorfológica de la región de Zaragoza.

El glacis tiene que desarrollarse en un clima árido o semiárido. Por ejemplo en un período glacial o interstadial. Cuando el clima cambia, como ocurre en la transición de glacial a interglacial, hay más lluvia, especialmente en las estaciones húmedas. Esta agua disuelve la caliza disponible y la transporta dentro del suelo de los glacis, las terrazas y las plataformas calcáreas. En este caso, el agua y el  $\text{CO}_3\text{Ca}$  se acumula. De esta forma, el glacis recibe un carbonato cálcico enriquecido en el suelo suprayacente y se hace más resistente a la erosión en los períodos interglaciales (pluviales). En los lugares donde no se ha formado "calcrete" (o en pequeña proporción) la erosión ataca las formas del relieve, dando lugar a veces a una inversión del mismo, lo que ocurre en las plataformas con control estructural y los glacis; entre los glacis de erosión y las terrazas fluviales, y a veces entre las mismas terrazas.

### 3. ANÁLISIS GEOTÉCNICO.

#### 3.1. Descripción de los factores con incidencia geotécnica.

##### 3.1.1. Características físicas, geográficas y morfológicas.

Entre las características más relevantes se encuentran el relieve, la estructura y régimen de la red hidrográfica y la climatología y meteorología, cada una de las cuales se analiza convenientemente en esta memoria.

##### 3.1.2. Sismicidad.

El riesgo sísmico es históricamente poco importante en todo el municipio zaragozano, ya que las catástrofes dentro de la ciudad no parecen haber sido tan grandes como en su entorno regional.

Según la Norma sismorresistente el riesgo sísmico en Zaragoza es de grado bajo, por lo que no es necesario tenerlo en cuenta.

##### 3.1.3. Zonificación.

En los apartados anteriores se han definido diferentes unidades geomorfológicas y las características de los depósitos superficiales asociados. Por otra parte, en la memoria del Mapa Geotécnico y de Riesgos Geológicos de Zaragoza (IGME, 1.987) existe una zonación geotécnica cuyos criterios se emplean aquí. Dicho mapa sólo cubre una parte del área de estudio pero resulta fácil extrapolarlo al resto a partir de las unidades geomorfológicas o a través de las memorias y los planos de los Mapas Geológicos de España (ITGE, 1.995 a y b, 1.998 a, b y c) que cubren el territorio municipal.

El Mapa Geotécnico divide el territorio del mismo modo que los Mapas Geológicos, en tres Áreas, y éstas a su vez en zonas. Las áreas se definen del siguiente modo:

#### ÁREA I.

Corresponde al conjunto de depósitos terciarios. Su composición predominante es yesífera, apareciendo materiales más arcillosos en la base y carbonatados a techo.

#### ÁREA II.

Se incluyen en este área los distintos niveles de glacis generados durante el Cuaternario, constituidos por gravillas angulosas calcáreas y yesíferas con limos arenosos y arcillosos como matriz, que localmente pueden encontrarse con cementación importante

#### ÁREA III.

Abarca los depósitos de terraza que han ido generando el Ebro y sus afluentes a lo largo de su evolución histórica, así como vales, áreas endorreicas, conos de deyección, coluviones, derrames, etc.

En las Figuras I.1.4 y 5 se reproducen, empleando la misma nomenclatura, las Tablas resumen del Mapa Geotécnico y de Riesgos Naturales.

### 4. TIPOS DE SUELO.

Sobre las formas de relieve existentes de distinta litología, se han desarrollado diferentes tipos de suelos, condicionados a su vez por el clima y la vegetación y fauna existentes. El denominador común de estos suelos es su escaso grado de evolución y su relativa pobreza, aunque el grado de fertilidad puede ser variable. Esquemáticamente pueden señalarse cuatro grupos de suelos (FRUTOS, 1984):

- Los aluviales o de ribera, sobre las terrazas más bajas de los ríos, muy jóvenes desde el punto de vista edáfico y de escaso interés a no ser que coincidan con sectores puestos en cultivo desde antiguo, en cuyo caso presentan una evolución antrópica y tienen un grado de fertilidad bueno, aunque variado a causa de la compleja mineralización derivada del abonado y la diversidad de cultivos y del distinto grado de salinidad.
- Los pardo-calizos, que a su vez se han elaborado sobre el cuaternario detrítico más antiguo o sobre rocas consolidadas (calizas pontienses), teniendo en ambos casos características un poco distintas. En las terrazas y glacis de los niveles altos, generalmente tiene un escaso desarrollo (A/C), y son suelos pobres en materia orgánica, nitrógeno y fósforo, y bastante salinos, pero su grado de fertilidad es aceptable, sobre todo en los suelos sobre terrazas, pudiendo adaptarse cereales y leguminosas y todos los cultivos arbustivos y arbóreos (vid, olivo, almendro y otros frutales). En amplias áreas es marcado su carácter antrópico.  
  
En su formación sobre calizas, muy localizados espacialmente, el desarrollo edáfico es escaso, presentándose con frecuencia con un carácter intermedio entre los pardo-calizos y las rendsinas. Son bastante húmicos y carbonatados y si la topografía es llana son aceptables para cereal o cultivos arbustivos y arbóreos.
- Los serosem sobre margas se instalan en las depresiones limo-margosas y el fondo de las vales con fertilidad potencialmente buena para los cereales, aunque precisan de gran cantidad de agua y son deficientes en materia orgánica y fósforo. Si las sales y yeso son más abundantes el grado de fertilidad desciende y el suelo se acerca al tipo gris-desértico, siendo mayor el peligro de salinización en su puesta en riego.
- Finalmente las xerorendsinas yesosas (tipo Peralta) son las formaciones edáficas más extendidas en esta comarca, coincidiendo con el dominio de los yesos. Son suelos poco fértiles, muy condicionados por la roca madre y por lo tanto salinos, muy pobres en materia orgánica, cubiertos por una rala vegetación esteparia, y muy erosionables. En el mismo grupo pueden estar los suelos halinos de los saladares, menos importantes en esta comarca que en otras vecinas, como Monegros, pero reflejados en la toponimia local como Barranco salado.

En suma, los grandes problemas de estos suelos son su fácil salinización y erosionabilidad, tanto mayor cuando el grado de cobertura vegetal es escaso y las precipitaciones poco abundantes pero, en ocasiones, de gran intensidad.

## 5. EL SUELO Y LOS USOS. APTITUD DEL SUELO.

Los suelos más aptos para la construcción de edificaciones e infraestructuras son las terrazas altas y los glacis. El nivel de terraza donde se asienta la mayor parte de la ciudad está elevado entre 3 y 5 m en relación al primitivo asentamiento romano. El desarrollo urbanístico de la Ciudad en este Siglo se inició por las terrazas altas: El Ensanche, Delicias, San José, Torrero. Más recientemente se han urbanizado las terrazas bajas: Las Fuentes, la Almozara y el ACTUR. La menor continuidad y los desniveles de la terraza superior se reflejan en la morfología urbana (Avda. San José, Torrero...).

Fuera de la huerta, las unidades más adecuadas para desarrollos urbanos son los glacis. La superficie más importante es la situada entre el Canal Imperial y las laderas de La Muela (dentro de la cual queda el Aeropuerto). El Cuarto Cinturón sigue aproximadamente el límite de los montes de yesos, dejando en su interior terrenos de glacis y una amplia depresión, al sur de la urbanización Montecanal, que recoge aguas de las laderas de Valdespartera y Santa Bárbara. La tercera zona significativa de glacis está en la margen derecha del Gállego, a lo largo de la Academia y S. Juan de Mozarrifar.

Las zonas de montes yesíferos y "vales" ocupa todo el territorio al Sur del Cuarto Cinturón, desde la carretera de Madrid a la de Castellón, así como la mayor parte del Monte de Villamayor. Son los suelos intrínsecamente menos adecuados para destinos urbanos, tanto por la topografía como por el comportamiento de los yesos en presencia de agua, lo que exigiría adoptar precauciones especiales para evitar fugas de las infraestructuras hidráulicas. A ello se unen los inconvenientes de su localización respecto a las actuales áreas urbanas.

En esta línea se han llevado a cabo varios estudios que analizan principalmente el riesgo de hundimientos kársticos del terreno, y en el que se realizan recomendaciones sobre la mayor o menor aptitud de dichos terrenos como soporte de edificaciones e infraestructuras:

Estudio de Riesgos de Hundimientos Kársticos en el Corredor de la Carretera de Logroño. Departamento de Geología. Universidad de Zaragoza. Octubre de 1.998.

Estudio de Riesgos Naturales en los terrenos de la Orla Sudoeste de suelo urbanizable. Departamento de Geología. Universidad de Zaragoza. Junio de 1.998.

## 6. APROVECHAMIENTOS EXTRACTIVOS.

La actividad minera del municipio es escasa, quedando limitada casi exclusivamente a la extracción de áridos.

Las principales explotaciones corresponden a explotaciones de gravas pertenecientes a las terrazas que el Ebro ha ido depositando durante el Cuaternario, y en menor medida a los glacis desarrollados sobre las terrazas. También existen algunas extracciones de yeso y arena.

El total de actividades extractivas se desarrolla en canteras a cielo abierto que frecuentemente aprovechan escarpes naturales para el desarrollo de las frentes de explotación.

Tradicionalmente, las explotaciones se realizaban con escasa mecanización desarrollándose frentes de escasos metros de altura y permitiendo un posterior aprovechamiento de la superficie afectada para actividades agrícolas. Hoy en día, se ha desechado esta práctica en favor de explotaciones con mayores frentes, obteniéndose un mayor rendimiento por unidad de superficie. En algunos casos, la excesiva profundización en los niveles de terraza impide las labores extractivas en épocas de crecida de los ríos al quedar inundadas las partes inferiores de las canteras.

Es de destacar la explotación ocasional de terrazas y glacis para áridos en las cercanías del núcleo urbano de Zaragoza.

La obtención de gravas suele presentar un carácter intermitente condicionado por la demanda producida en cada momento. Los centros de consumo son próximos, realizándose el transporte por carretera directamente desde el punto de producción.

En los cuadros adjuntos se hace una relación de las explotaciones más relevantes según dos fuentes de información.