

Problemática de las calizas del Cretácico Superior en las cimentaciones de Oviedo

Problematic of Upper Cretaceous limestones in the foundations of Oviedo city

M. Gutiérrez Claverol ⁽¹⁾, L. Pando ⁽¹⁾ y B. González ⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Geología. Universidad de Oviedo. C/ Jesús Arias de Velasco s/n, 33005 Oviedo, España. E-mail: claverol@geol.uniovi.es

⁽²⁾ Dpto. de Explotación y Prospección de Minas. Universidad de Oviedo. C/ Independencia 13, 33004 Oviedo, España. E-mail: mbeagf@uniovi.es

ABSTRACT

In rocky substratum of Oviedo (N Spain) there is an important carbonate formation of Upper Cretaceous age. This level has interest into applied geology on having supposed a surface of preferential foundation for city buildings and, in fact, mechanical laboratory tests show that its geotechnical behavior is very good. Nevertheless some punctual deficiencies like karstification processes appear at these limestones, involving a certain risk of zonal failure in structures foundations.

Key words: limestone, Cretaceous, karstification, foundations, Oviedo

Geogaceta, 36 (2004), 99-102
ISSN:0213683X

Introducción

La ciudad de Oviedo está construida mayoritariamente sobre materiales del Terciario (Eoceno superior-Oligoceno) y del Cretácico Superior (Fig. 1). Estos últimos están constituidos por unas calizas pertenecientes a la Formación Oviedo (Olima, 1994; Gutiérrez Claverol y Torres, 1995; García-Ramos y Gutiérrez Claverol, 1995; González Fernández, 2001; González Fernández *et al.*, 2004).

Una buena parte de las construcciones del casco antiguo de Oviedo están cimentadas sobre las calizas objeto de este trabajo que, en un principio, representan un sustrato apto y con buen comportamiento geotécnico. Las características del subsuelo se complican al profundizar para construir plantas subterráneas y como consecuencia de la expansión urbana a zonas periféricas, donde estas rocas carbonatadas constituyen –junto con los depósitos del Terciario– un nivel habitual de cimentación. El hecho de realizar excavaciones hace que surja una problemática geotécnica peculiar, relacionada tanto con las calizas como con la unidad litoestratigráfica infrayacente.

En efecto, aunque la resistencia geomecánica de la Formación Oviedo es elevada –su ámbito aflorante ha sido calificado como “área de condiciones favorables de cimentación”–, se desta-

can aquí un conjunto de aspectos que inciden negativamente en las obras urbanas y que deben ser abordados al proyectar una cimentación.

Características geológicas de la Formación Oviedo

Se trata de calizas de color beige claro o amarillento (por oxidación) y con aspecto brechoide que se van enriqueciendo en fracción arenosa hacia el techo (llegando a alcanzar un contenido en cuarzo del 15-20%) hasta pasar a areniscas con cemento carbonatado.

En la parte inferior de la formación se distinguen (González Fernández *et al.*, 2004) microfácies predominantemente de *grainstone* bioclásticas, que evolucionan hacia calizas nodulosas y masivas, *wackestone* a *packstone* bioclásticas algo cuarzosas (con abundantes rudistas) y, por último, calizas *packstone* a *grainstone*, fundamentalmente de algas. Son frecuentes las estratificaciones cruzadas.

Estos niveles carbonatados presentan un abundante contenido faunístico (Gutiérrez Claverol y Torres Alonso, 1990). La rica fauna de rudistas que contienen, en lugares cercanos a Oviedo, indica una edad Coniaciense, pero la asociación de *Vidalina hispanica*, *Dicyclina schlumbergeri* y *Globotruncanina*, que se encuentra en la propia ciudad, confirma que se alcanza también el Santoniense.

Las calizas de esta unidad poseen una buena continuidad lateral, sólo truncada por una etapa erosiva previa a la sedimentación del Terciario, que da lugar a un paleorrelieve condicionando la potencia de la serie, que llega incluso a desaparecer puntualmente. Las características diagenéticas de exposición subaérea observadas –singularmente la existencia de colonias de *Microcodium* (Gutiérrez Claverol, 1985)– son reveladoras de procesos de calichificación que afectarían tanto a estas calizas cretácicas como al tramo basal del Terciario

Con las circunstancias precedentes, no debe de extrañar el brusco cambio de potencia de las calizas de la Fm. Oviedo. En el propio casco urbano sólo se cortan, en los casos más favorables, unos 14 m; hacia el norte de la población, un sondeo emplazado en Ciudad Naranco atravesó el Terciario y 24 m de la Fm. Oviedo, mientras que hacia el este, otro sondeo ubicado en el entorno del Espíritu Santo llegó a perforar 36 m de esta unidad (los 11 m basales son fundamentalmente de calizas y el resto de calizas arenosas y areniscas calcáreas).

Estructuralmente las calizas se disponen subhorizontales o levemente buzantes, salvo en las inmediaciones de los accidentes tectónicos. Desde un punto de vista hidrogeológico pueden ser consideradas como un nivel permeable, siendo los mecanismos de circulación de tipo kárstico y/o fisural.

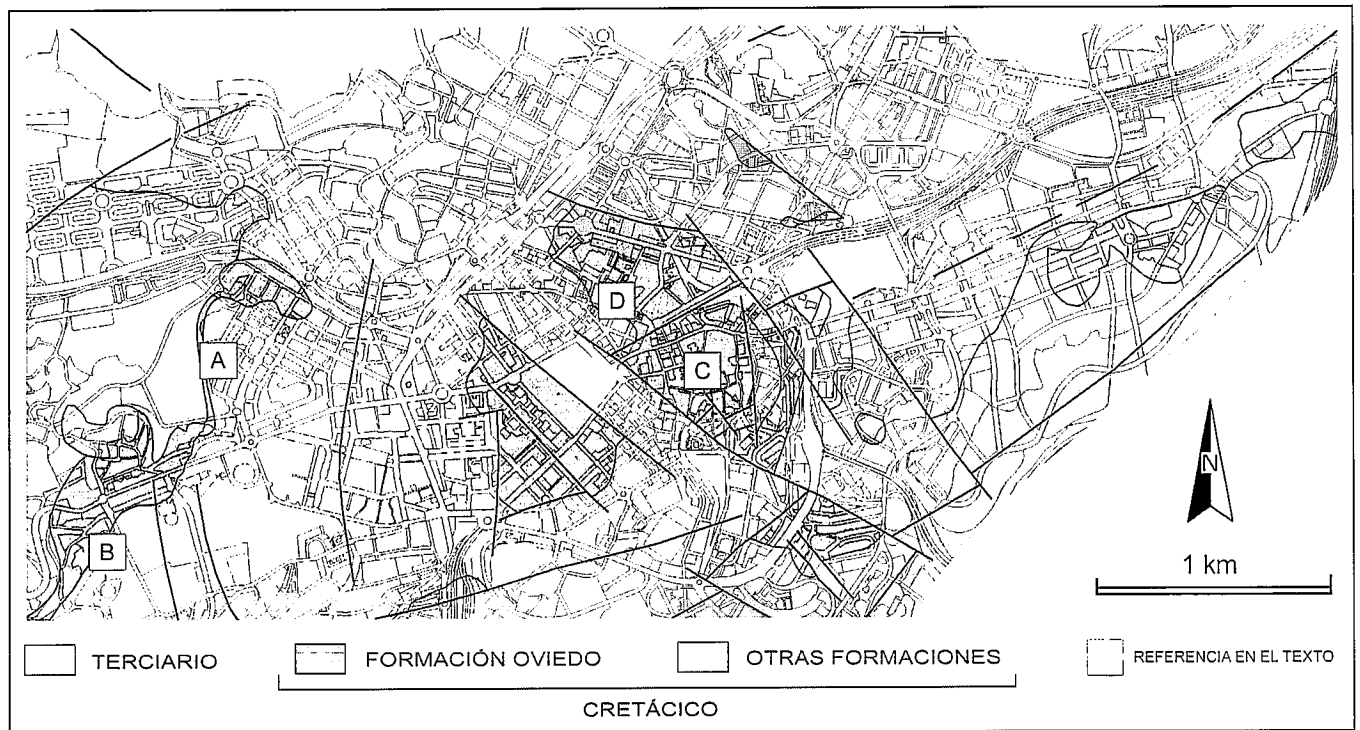


Fig. 1.- Esquema geológico mostrando los afloramientos de la Fm. Oviedo y las zonas referenciadas en el texto

Fig. 1.- Geological scheme showing Oviedo Fm. Outcrops and zones indexed in the text

Caracterización geotécnica y problemática inherente a las calizas

Dada su petrografía, y atendiendo a los ensayos de laboratorio efectuados, la *intact rock* muestra un excelente comportamiento geomecánico. Los ensayos de resistencia a compresión simple proporcionan valores medios elevados ($q_u = 330,3 \text{ kp/cm}^2$) –con una desviación estándar del orden de 147,5–, producto de las variaciones composicionales que presenta la unidad litológica y de la fracturación asociada al macizo. Esta aptitud petrofísica conlleva una muy buena capacidad portante, constituyendo un firme competente y apropiado, en ausencia de otros condicionantes, ante cualquier tipología de cimentación.

Los principales problemas, de índole o implicación geotécnica, asociados a cimentaciones que presenta este nivel carbonatado son los siguientes:

Karstificación

Se ha localizado dentro de la Fm. Oviedo una fenomenología kárstica de cierta entidad (véase el ejemplo de la Fig. 2) en los barrios de La Ería (A en Fig. 1) y El Cristo (B en Fig. 1).

A efectos de cimentaciones, su problemática tiene carácter puntual y está relacionada primordialmente con las mencionadas zonas. Cuando progresa la disolución se pueden llegar a desarrollar

conducciones subterráneas de cierta entidad, favorecidas por superficies de falla y diaclasas de macizo, posibilitando fracasos zonales por subsidencias o colapsos, así como la creación de acumulaciones de agua en el caso de grandes excavaciones.

Uno de los aparatos kársticos más destacables, caracterizado singularmente en el entorno de El Cristo, son las dolinas. Presentan una neta disposición embudiforme y notables acumulaciones de rellenos a base de arcillas y antrópicos; las arcillas, procedentes de la alteración de las margas terciarias suprayacentes, poseen una plasticidad y deformabilidad altas y, ocasionalmente, están acompañadas de bloques de caliza heterométricos. En este área se han llegado a definir dolinas de gran desarrollo en profundidad (Fig. 3) que atraviesan la sucesión carbonatada y se adentran en las arenas subyacentes; sin duda, la disolución progresa en el contacto entre las formaciones, optimizada por el aporte de agua de éstas. El conjunto plantea carencias geotécnicas que obligan, en su caso, a la necesidad de emplear cimentaciones especiales.

A menor escala, se observan ocasionalmente pequeñas oquedades de tamaño decimétrico que pueden ser resueltas con facilidad mediante inyecciones de mortero.

Arenización

Un hecho geotécnico muy importante es que estos niveles carbonatados –espe-

cialmente, las areniscas calcáreas– presentan, de modo puntual, zonas arenizadas a modo de bolsas irregulares, producto de procesos de meteorización aérea superficial. Ante la sollicitación tensional de cargas de cimentación, los materiales terrígenos residuales (arenas y arcillas parduscas) producto de la descalcificación *in situ* de las calizas, dan lugar a procesos de compresibilidad y consolidación respectivamente, provocando un riesgo potencial de asentamientos diferenciales. Se deben realizar, por ello, labores de saneamiento del subsuelo, con eventual sustitución de las arenas y/o arcillas por material seleccionado o mortero.

Circulación de aguas subterráneas

En el casco viejo de Oviedo (C en Fig. 1) existen pozos artesianos emplazados sobre las calizas de la Fm. Oviedo –con aguas mineralizadas cálcicas–, destacando por su antigüedad los del claustro del Monasterio de San Pelayo, Museo Arqueológico y Palacio Arzobispal. Durante la Guerra Civil española se tuvieron que habilitar en Oviedo diversos pozos antiguos, que estaban abandonados y cegados (llegaron a estar en servicio 63 fuentes y pozos), a fin de paliar la gravísima carencia hídrica que sufrió la población.

Actualmente, en la propia ciudad se detectan surgencias naturales en algunos



Fig. 2.- Talud en La Ería donde se observan evidencias kársticas en el contacto entre las dos formaciones (A en Fig. 1)

Fig. 2.- Bank in La Ería where karstification evidences are observed in the contact among both formations (A at Fig. 1)

sótanos cuyo quimismo no parece relacionar este agua con la red de abastecimiento general. También se observan estos drenajes en La Ería (inmediaciones del "Nuevo Tartiere"), donde el agua mana periódicamente de las calizas cretácicas (Fig. 4). Este agua subterránea implica inundaciones de sótanos y el necesario bombeo de la misma.

En el proyecto de ampliación de mencionado Museo Arqueológico se realizaron dos sondeos en estas calizas cretácicas (tramo superficial bastante arenizado) y en ambos se produjo pérdida del agua de inyección, justificada por las "coqueras" (oquedades kársticas) observadas en los testigos de sondeo; previo vaciado de los mismos, se estabilizaron los niveles piezométricos a -0,8 y -1,7 m respecto a la cota de emboquillado.

Dentro del claustro de este museo —próximo a los sondeos aludidos— se encuentra un pozo de suministro ($\varnothing = 2,2$ m) excavado en estas mismas calizas (cuyo nivel freático se sitúa a medio metro del enlosado del claustro) que fue vaciado para comprobar su recuperación. La elevación del nivel de agua se mantuvo con bastante regularidad (10 cm/día), sólo alterado por los períodos de pluviosidad.

Fracturación

Localmente, la serie carbonatada presenta un notable grado de fracturación, con la consiguiente merma en la calidad de macizo al disminuir su resistencia y aumentar la deformabilidad; estas fractu-

ras (fallas y diaclasas) son más abundantes en los tramos con estratificación fina. Por tanto, debe realizarse un seguimiento pormenorizado del índice RQD en los sondeos de reconocimiento.

Por otro lado, el seccionamiento de las fallas que, a modo de escalones, afectan al subsuelo de la ciudad constituye un punto crítico a considerar, aportando una variada problemática puntual (zonas de trituración, cambios de litologías, probable presencia de agua, etc.). Se aprecian dos familias principales de fallas: una NE-SO (debida a la removilización de estructuras variscas del zócalo) y otra NO-

SE a NNO-SSE, que parece afectar a la anterior.

Problemática inducida por los materiales infrayacentes

Además de los problemas geotécnicos intrínsecos de las calizas, ha de hacerse mención a las implicaciones que conlleva la presencia de un importante nivel detrítico infrayacente (Fm. La Argañosa). En ocasiones, el porcentaje en componente terrígeno experimenta un aumento destacable hacia muro de la Fm. Oviedo, circunstancia que preludia la cercanía de la Fm. La Argañosa, unidad arenoso-arcillosa más deficiente a efectos de cimentación. Entre los aspectos geotécnicos problemáticos más destacables, cabe citar:

Aguas subterráneas

Hidrogeológicamente, este nivel siliciclástico constituye el conocido como "acuífero superior del Cretácico ak," (Gutiérrez Claverol, 1983). Esta circunstancia es especialmente importante en la zona topográficamente más baja de la ciudad, donde el nivel freático se encuentra próximo a la superficie. La presencia de agua, sumada a la escasa capacidad portante de las arenas y arcillas (0,5-3 kp/cm²), supone un inconveniente si se dimensiona mal una cimentación y el apoyo se realiza sobre esta unidad litológica.

Existe un precedente a este respecto en la construcción de un aparcamiento subterráneo en la plaza de Longoria Carbajal (D en Fig. 1). Debido a una errónea interpretación de los sondeos de re-

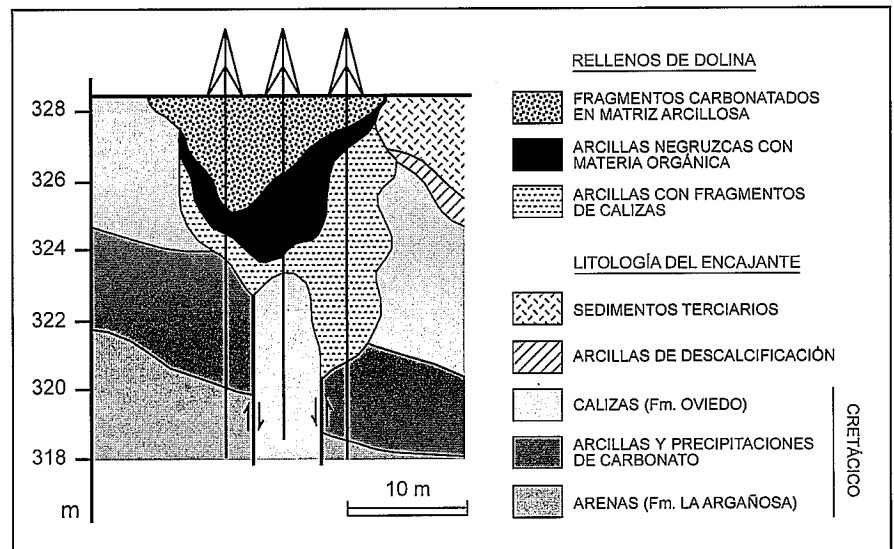


Fig. 3.- Ejemplo de dolina localizada en la zona de El Cristo (B en Fig. 1)

Fig. 3.- Example of sinkhole located at El Cristo area (B at Fig. 1)



Fig. 4.- Drenaje de las calizas de la Fm. Oviedo en La Ería (A en Fig. 1)

Fig. 4.- Drainage of Oviedo Limestones Fm. at La Ería area (A at Fig. 1)

conocimiento, al proceder al vaciado de la parcela se cortaron, por debajo de las calizas cretácicas, arenas de la Fm. La Argañosa saturadas en agua. Fue necesario solucionar el problema de drenaje generado y redimensionar la estructura de cimentación, diseñada en un primer momento para apoyarse sobre la Fm. Oviedo, que fue resuelta finalmente mediante una losa.

Galerías mineras

Otra circunstancia añadida a lo ya expuesto es la presencia, en las zonas de La Ería y de El Cristo, de galerías de explotación minera subterránea en las arenas de la Fm. La Argañosa. Su distribución caótica se desconoce en deta-

lle, de forma que inducen un riesgo de subsidencia para los apoyos de las estructuras dado que estas galerías llegan a alcanzar un gálibo de hasta 4 m.

De lo antedicho se concluye que resulta fundamental localizar con precisión el contacto entre ambas formaciones, y determinar así cuál es el macizo de protección de calizas sobre el techo del nivel detrítico, relacionándolo con la zona de influencia del bulbo de presiones originado por los apoyos de fundación.

Conclusiones

Si bien a grandes rasgos no se puede considerar a la Fm. Oviedo como problemática en el campo de las cimenta-

ciones, las complicaciones que plantea –aún siendo puntuales– pueden llegar a alcanzar cierta envergadura. Las cavidades kársticas y dolinas existentes en varias zonas de la ciudad, en especial en el barrio de El Cristo (B en Fig. 1), revelan un desarrollo de procesos de disolución con una magnitud nada desdeñable, cuya previsión y caracterización en estudios geotécnicos resulta obligada. La adecuada determinación, en detalle, de la geometría subterránea de las evidencias kársticas se antoja fundamental ante el diseño de una cimentación dentro de las áreas de riesgo apuntadas. Las otras deficiencias comentadas de la Fm. Oviedo, de menor importancia si cabe, son más habituales, no obstante por su menor entidad las medidas correctoras a adoptar en obra son más sencillas (saneamiento, sustitución, pequeñas inyecciones de mortero,...).

Por otro lado, la experiencia demuestra que, al afrontar la realización de cualquier cimentación sobre las calizas de la Fm. Oviedo, deben dimensionarse convenientemente los límites estratigráficos de las mismas, precisando el de las arenas de la Fm. La Argañosa. Este tramo litológico debe ser evitado a efectos geotécnicos ante la casuística de inconvenientes constructivos a que da lugar.

Referencias

- García-Ramos, J.C. y Gutiérrez Claverol, M. (1995): En *Geología de Asturias* (C. Aramburu y F. Bastida, eds.). Ed. Trea, 81-94, Gijón.
- González Fernández, B. (2001): *Tesis Doctoral* (inédita). Univ. Oviedo.
- González Fernández, B., Menéndez Casares, E., Gutiérrez Claverol, M. y García-Ramos, J.C. (2004): *Trabajos de Geología, Univ. Oviedo*, 24 (in litt.)
- Gutiérrez Claverol, M. (1983): *Bol. Cienc. Nat. (IDEA)*, 32: 183-187, Oviedo.
- Gutiérrez Claverol, M. (1985): *Bol. Cienc. Nat. (IDEA)*, 35: 119-128, Oviedo.
- Gutiérrez Claverol, M. y Torres Alonso, M. (1990): *Geogaceta*, 7: 40-42, Madrid.
- Gutiérrez Claverol, M. y Torres Alonso, M. (1995): Ed. Paraíso, 276 pp., Oviedo.
- Olima, O. (1994): *Trabajo de Investigación* (inédito). Univ. Oviedo.