

Estudio geológico-geotécnico en el delta del Llobregat: Beneficios de una buena interpretación geológica del subsuelo

Resumen: El estudio geológico-geotécnico que se presenta es un ejemplo sencillo que pone claramente de manifiesto la relación directa entre una buena caracterización, interpretación y modelización del terreno y la racionalización de la estructura de cimentación. La comprensión geológica del subsuelo, en el contexto del delta del río Llobregat, permitió definir unas unidades geotécnicas coherentes y, en consecuencia, disminuir el grado de incertidumbre en las propuestas de cimentación, minimizando ensayos y costes y aumentando la seguridad de la estructura. La solución de cimentación logró reducir en un 40% la longitud de los pilotes respecto a un estudio previo.

Palabras clave: estudio geológico-geotécnico, delta del Llobregat, unidades geotécnicas

INTRODUCCIÓN

Presentamos un ejemplo de estudio geotécnico para la construcción de un puente de unos 150m de longitud en la llanura del delta del Llobregat (véase figura 1).

A modo de antecedente, existía un estudio geotécnico del sector que diferenciaba tres unidades geotécnicas:

- Unidad de rellenos
- Unidades constituidas por finos de unos 6m de espesor
- Unidad constituida por arenas, hasta 40-60m de profundidad

En este estudio se recomendaba realizar una solución de cimentación mediante pilotes flotantes de unos 15m de longitud empotrados en la unidad de arenas.

En el nuevo estudio se planteó una campaña de campo únicamente con dos sondeos a testigo continuo que permitieran observar el subsuelo, la toma de muestras y la práctica de ensayos *in situ* y de laboratorio.

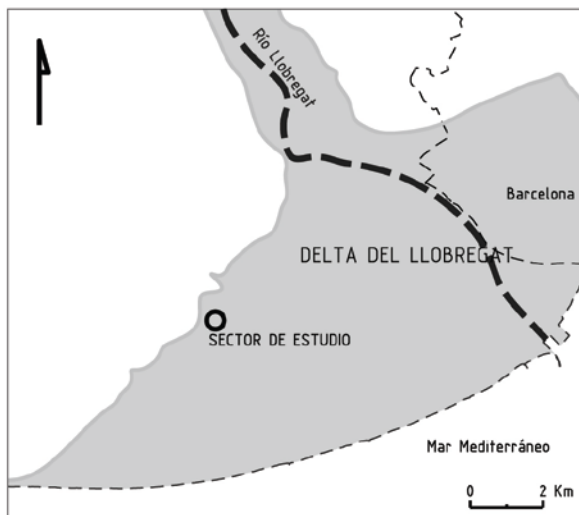


Figura 1 Situación del sector de estudio

Contexto geológico

El Llobregat nace en los Pirineos y desemboca en el Mar Mediterráneo, al sur de Barcelona, formando un delta de

unos 100 km² de superficie. El delta se desarrolla discordante sobre el paleorelieve del basamento constituido por materiales desde el Neógeno al paleozoico.

El delta del Llobregat es un complejo deltaico formado por materiales de edad pleistocena a holocena, en el cual se definen cuatro ciclos. Los tres inferiores se atribuyen al Pleistoceno y forman la base del delta actual, perteneciente al último período de transgresión marina holocena que empezó a desarrollarse alrededor de 18.000 años BP. El delta holoceno presenta, a grandes rasgos, cuatro asociaciones de facies distintas, que son asimilables a un modelo de delta convencional. Esta secuencia deltaica, de base a muro, consiste en una unidad de limos y arcillas de facies de prodelta, una unidad de limos y arenas finas de facies de frente deltaico distal (*shoreface*), una unidad de arenas medias y gruesas con gravas de frente deltaico proximal (*foreshore*) y finalmente una unidad heterogénea predominantemente fina de llanura deltaica.

Desde un punto de vista hidrogeológico, existe un acuífero superficial formado por los materiales de la zona proximal y somera del delta reciente y un acuífero profundo formado por materiales más antiguos. Ambos acuíferos están separados por un acuitardo formado por las facies de prodelta que tiende a desaparecer en sentido opuesto a la línea de costa, hacia el sector de estudio.

MODELO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

En la planificación de la campaña de campo se pretendía posicionar en el subsuelo las distintas facies deltaicas, poniendo especial atención a las facies de prodelta por resultar las más comprometidas desde un punto de vista de la deformabilidad del terreno.

En los sondeos realizados se detectaron las siguientes unidades, establecidas en base a una interpretación tanto geológica como geotécnica del subsuelo (véase figura 2):

- Unidad R. Materiales de relleno heterogéneos.
- Unidades A. Constituida por limos y arenas finas con limos. El techo de la unidad es una superficie horizontal situada a una cota de +3.5m. Se interpreta

la unidad como los sedimentos depositados en un ambiente de llanura deltaica holocena.

- Unidad B. Arenas gruesas y gravas limpias de finos. El techo se sitúa a una cota de +0 y -1m, suavemente inclinado hacia la línea de costa. Los ensayos *in situ* han determinado que geotécnicamente son asimilables a un suelo granular de compacidad media a densa, SC-CP según USCS. Se interpreta la unidad como las facies de playa y frente deltaico proximal del delta holoceno del Llobregat.
- Unidad C. Arenas finas de color gris con fragmentos de fósiles marinos (bivalvos y equinodermos). La cota del techo de la unidad está entre los -5 y -8m, mientras que la base no se ha alcanzado en los sondeos practicados. Geotécnicamente la unidad es asimilable a un suelo granular de compacidad media a

densa, SM según USCS. Se correlacionan estos materiales con las facies de frente deltaico distal del delta holoceno del Llobregat.

Cabe destacar que no se detectó el paquete de arcillas deformables características de un ambiente de prodelta, si bien se conoce que por el contexto geológico la unidad C representa su equivalente proximal.

Desde un punto de vista geomecánico, la diferencia más importante entre las unidades B y C radica en la proporción de finos. Así, mientras que la unidad B contiene menos del 10 % de finos, la unidad C supera el 25%.

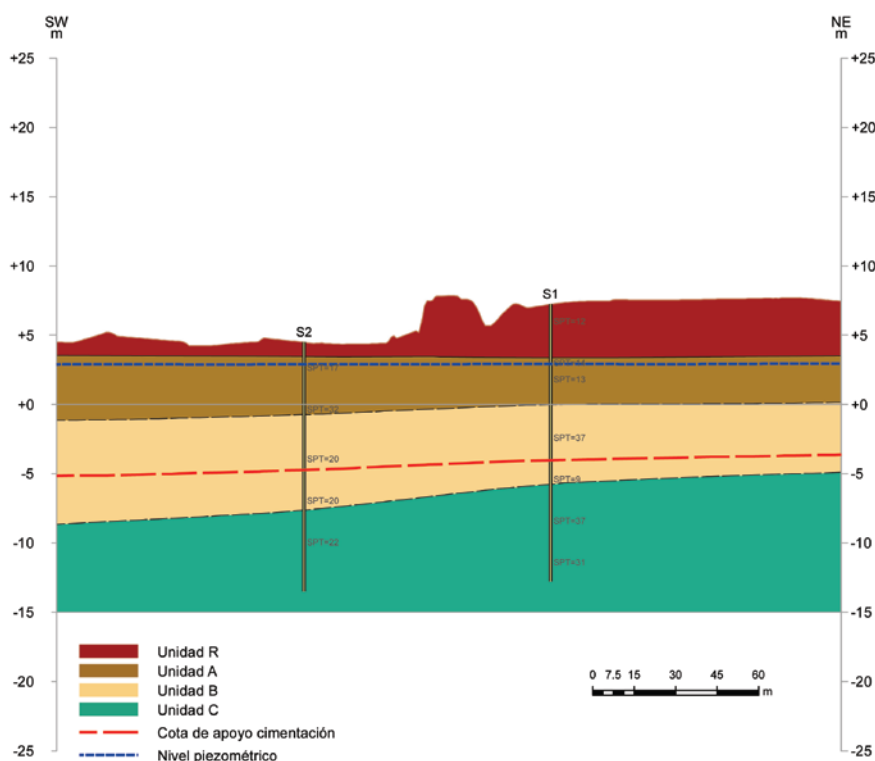


Figura 2 Perfil geológico general del área de estudio, que ilustra el modelo geológico propuesto.

De cara al diseño de la cimentación, existían, pues, varios condicionantes: las unidades R y A no presentaban una resistencia suficiente para soportar las cargas previstas en proyecto. Otro factor fue que la resistencia por punta de la unidad C, por su contenido en finos, era mucho menor que para la unidad B. Por todo esto, se planteó una cimentación de tipo profundo con pilotes empotrados en la unidad B.

CONCLUSIONES

El modelo geológico propuesto es coherente con la interpretación de los resultados obtenidos en campo y el contexto geológico general del delta del Llobregat.

El inconveniente de la solución de cimentación propuesta radica en el espesor limitado de la unidad de apoyo, que es del orden del mínimo necesario para garantizar la seguridad frente al hundimiento de los elementos de cimentación. Sin embargo, gracias al modelo geológico establecido se disminuyó en gran medida el grado de incertidumbre respecto a los materiales, y se puede casi garantizar la continuidad lateral de la unidad, así como una uniformidad en su espesor en el ámbito de la zona estudiada.

La solución de cimentación propuesta permitió acortar la longitud de los pilotes un 40%, garantizando en todo momento la seguridad de la estructura, con el consiguiente ahorro.