

Región Industrial



Nº 20
MARZO 2002

Revista del Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de la Región de Murcia

Biomasa,
la energía de la tierra

El estudio geotécnico para naves industriales

Jesús H. Alcañiz Martínez

Desde hace ya mucho tiempo y cada vez con mayor incidencia, se están realizando Estudios Geotécnicos, para conocer las características del terreno, como paso previo a la redacción del proyecto de naves industriales.

Especialmente se han incrementado en nuestra Región, por las singulares características del suelo, por los últimos acontecimientos (nivel freático, patologías en naves, industriales, etc.), por la publicación de la "Guía de Planificación Estudios Geotécnicos en la Región de Murcia" y por el cada vez mayor interés de los Ingenieros

Técnicos, como proyectistas, en conocer la estratigrafía y la resistencia real del terreno, para el cálculo de las cimentaciones de sus naves industriales.

Ya en el Real Decreto 462/1971 del 11 de Marzo (B.O.E. 24.03.71) se exigía que en la documentación del proyecto constara expresamente:

- "Una exposición detallada de las características del terreno y de la hipótesis en que se basa el cálculo de las cimentaciones de los edificios"

- "A estos efectos, el técnico encargado de la redacción del proyecto podrá exigir previamente, cuando lo considere necesario, un estudio del suelo y del subsuelo, que formulado por técnico competente deberá ser aportado por el propietario o promotor."

Con la publicación de las NTE: Normas Tecnológicas de la Edificación, concretamente la NTE-CEG: Cimentaciones y Estudios Geotécnicos, de 1975 se inició una nueva etapa, al clarificar los criterios de realización de los Estudios Geotécnicos en nuestro país, destacando:



Vista general del equipo de sondeos durante la realización de los trabajos de perforación y toma de muestra del terreno donde se emplazará la futura Nave Industrial.

- Definición de la Campaña Geotécnica, en función de la superficie de la parcela o solar y del tipo de construcción a ejecutar.
- Relación con el tipo de suelo.
- Definición del número de ensayos a realizar.
- Interpretación de los resultados.
- Redacción del Informe Técnico.

En base a todo ello y por iniciativa del conocido I.N.C.E. del antiguo M.O.P.U., aparecieron las Recomendaciones Técnico Administrativas (R.T.A.) donde se especifica claramente:

- Conceptos generales sobre los Estudios Geotécnicos.
- Modelo de Pliego de Condiciones.
- Modelo de ofertas.
- Relación de ensayos.

En sus anejos y para completar toda esa información, se incluye también una copia de la citada NTE-CEG y de las Normas UNE (Una Norma Española), donde

en la Serie 7000 primero y en la 103 después, se especifica con gran detalle y precisión, la relación de ensayos de laboratorio a realizar y su metodología, que nos permitimos recordar, siempre deben ser realizados por un Laboratorio Oficialmente Acreditado (según Real Decreto 1230/89).

Por otra parte, con la publicación de la INSTRUCCIÓN EHE a través del Real Decreto 2661/1998: "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)" publicado como es preceptivo en el B.O.E., nos encontramos con el Artículo 4º Documentos del Proyecto, que nos está obligando a encargar "Un Estudio Geotécnico de los terrenos sobre los que la obra se va a ejecutar, salvo cuando resulte incompatible con la naturaleza de la obra".

Con la aplicación y puesta en marcha de esta normativa, de obligado cumplimiento para obras de hormigón, incluyendo las naves industriales, por su cimentación, se ha dado un importante avance en la realización de los Estudios Geotécnicos, tanto en edificación residencial como en la construcción de naves industriales, lo que sin duda se va a traducir en unos mayores niveles de seguridad para nuestras edificaciones.

Todavía más reciente es la publicación de la L.O.E. (Ley 38/1999 de 5 de Noviembre de Ordenación de la Edificación), que entró en vigor efectivo el día cinco del pasado mes de Mayo de 2000, donde en su Artículo 12: El director de obra, en el punto "b" se le obliga a "Verificar la adecuación de la cimentación proyectada a las características geotécnicas del terreno"

Y por último en cuanto a los aspectos normativos, la reciente publicación en el B.O.R.M. de fecha 3 de Noviembre de 2001 de la Orden 11094: "Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos de la Región de Murcia".

Con todo esto, teniendo claro el estado de la cuestión, sus aspectos normativos y teniendo clara la necesidad de la realización del Estudio Geotécnico, nos falta tener claros los criterios para su ejecución: Número de sondeos, profundidad, ensayos, interpretación. Es en este punto donde la citada "Guía de Planificación" nos da las pautas necesarias para la definición de la Campaña Geotécnica.

Supervisión e interpretación

A continuación, vamos a enunciar unas líneas generales de actuación para facilitar al Ingeniero Técnico el encargo, supervisión e interpretación del Estudio Geotécnico.



Detalle de la tubería (para entubación) introducida en el suelo objeto de estudio. Por su interior se introduce la batería que nos va a permitir la toma de muestras.

La planificación de una campaña de investigación geotécnica debe comprender los siguientes aspectos:

- Definición de los datos necesarios para la redacción del Proyecto
- Definición de las técnicas de reconocimiento a emplear
- Número de puntos de prospección y su situación
- La profundidad a alcanzar en la investigación
- El muestreo y los ensayos "in situ" a realizar.
- El cumplimiento, con todo ello, de la normativa en vigor.

Como es fácil intuir, resulta prácticamente imposible establecer normas fijas para la planificación de estas campañas, ya que siempre intervendrán, en mayor o menor medida, aspectos que introducen cierto grado de indeterminación, por su difícil, cuando no imposible, cuantificación "a priori".

Esto hace que una correcta planificación de una campaña de investigación geotécnica tenga que ser necesariamente flexible, para poder adaptarse a la realidad del suelo investigado y sacar el máximo ren-



Detalle del proceso de ensayo de Muestra Inalterada del terreno, realizada por Laboratorio Acreditado.

dimiento técnico de la inversión que supone su realización.

No obstante si que hay algunos aspectos fundamentales que conviene respetar, a la hora de establecer la campaña de investigación:

- El número de puntos de reconocimiento será de uno por cada 500 m², con un mínimo de dos, para poder definir un plano de sección (localización superficie piezométrica, estrato resistente, etc.). En parcelas muy grandes (caso general en Naves Industriales) o en terrenos homogéneos conocidos, se puede reducir este criterio.

- La distribución de los puntos de reconocimiento en la parcela dependerá de condicionantes propios del terreno y de la obra a construir, con una separación que no debe ser superior a 60 m, ni inferior a 20 m. Estos valores representan las distancias en las que se pueden esperar variaciones significativas en la naturaleza o propiedades del terreno.

- La densidad de puntos de reconocimiento debe ser mayor en las zonas donde se sepa o se sospeche de la existencia de algún problema geotécnico o en las zonas donde mayores sean las cargas a transmitir al terreno, pudiéndose reducir en caso de existencia de datos previos.

- La profundidad final de los reconocimientos se debe fijar en base a las dimensiones de los elementos de cimentación y de las cargas a transmitir, en base a las características del terreno y al esquema esperado del bulbo de presiones.

- El muestreo y los ensayos "in situ" a realizar en el interior del sondeo debe ser, como mínimo, de una prueba en cada estrato atravesado y no más espaciadas de 2,5 m en el caso de estratos de mayor potencia (espesor). En el caso de suelos expansivos se deben tomar muestras, a partir de 0,5 m de profundidad, cada metro de avance y hasta unos 5 m por debajo del plano de apoyo previsible de la cimentación.

- Los ensayos de laboratorio a realizar serán imprescindiblemente: contenido de humedad, densidad, granulometría, plasticidad, compresión simple, hinchamiento (expansividad), resistencia al corte (cohesión y ángulo de rozamiento interno), edómetro (cálculo de asentos) y contenido de sulfatos (posibles ataques al hormigón).

Caso práctico

Independientemente de los planteamientos normativos expuestos, vamos a desarrollar un caso práctico habitual para Naves Industriales.

Se trata de una parcela de diez mil metros cuadrados de un polígono industrial cualquiera en el extrarradio de nuestra ciudad, donde el Ingeniero proyecta una nave de siete mil metros cuadrados de ocupación en planta, con una zona de oficinas de seiscientos metros cuadrados, distribuidos en dos plantas y el resto dedicada a nave industrial propiamente dicho. La estructura de la oficina será de hormigón armado, de luces convencionales no superiores a los seis metros, con junta de dilatación que la separará de la nave de estructura metálica porticada, con luces máximas de veinte metros.

Vamos ahora a definir una Campaña Geotécnica tipo que consideramos puede ser adecuada en base a los datos de que disponemos:

Trabajos de Campo

√ Traslado, montaje, desmontaje y retirada de la maquinaria de sondeos

√ 3 Uds. de emplazamiento en boca de sondeo (uno en zona de oficinas y otros dos en resto de nave).

√ 25 m.l. de Perforación de terreno (3 S.M. a 8 m)

√ 6 Uds. de Ensayo de Penetración Standard (S.P.T.)

√ 6 Uds. de Toma de Muestra Inalterada en sondeo. (M.I.)

√ 6 Uds. de emplazamiento de equipo Penetrómetro Dinámico

√ 6 Uds. de realización de Penetraciones Dinámicas (P.D.)

Ensayos de Laboratorio

√ 6 Uds. ensayos de identificación de muestra, incluyendo:

- Apertura y descripción de muestra s/ASTM D-2.488/84

- Preparación de muestra s/ UNE 7.327/75

- Humedad natural s/UNE 103.300/93

- Densidad aparente s/UNE 103.301/94

- Límites de Atterberg s/UNE 103.103/94 y 103.104/93

- Análisis granulométrico s/UNE 7.376/75

√ 6 Uds. de Ensayo a Compresión simple en suelo s/UNE 103.400/93

√ 1 Uds. de Ensayo Edométrico (determinación de asientos)

√ 3 Uds. de Determinación Cuantitativa de Sulfatos Solubles (Posibles ataques al hormigón)

Redacción del Informe Geotécnico

La campaña acabará con la redacción del correspondiente INFORME GEOTÉCNICO que contendrá la relación de los trabajos realizados, resultados obtenidos, corte geológico, documentación fotográfica, resultados de los ensayos y las conclusiones a que todo ello nos conduce, con expresión de la tensión admisible, asientos previsibles y recomendaciones del tipo de cimentación más adecuada, para facilitar la toma de decisiones al técnico autor del proyecto.

No obstante dependiendo del tipo de terreno (expansivo, rellenos consolidados, terreno de labor, etc) se aumentará o disminuirá la campaña diseñada, en función de los datos de que dispongamos.

Una vez que tenemos claro lo anteriormente expues-



Imagen de una caja de muestras de sondeos donde se observa el material extraído. Véanse las muestras del terreno y su aspecto, así como la muestra inalterada (M.I.), en su tubo tomamuestras de P.V.C., herméticamente cerrado, para su transporte al laboratorio.

to, también debemos tener claro que el encargo del Estudio Geotécnico lo debemos hacer a una Empresa de nuestra confianza (no es imprescindible que sea Laboratorio Acreditado), donde sus técnicos intervinientes dispongan de la suficiente experiencia en mecánica de suelos y que al menos disponga de un titulado superior con suficientes atribuciones (en materia de suelos y estructuras) para la firma del Informe Técnico, que deberá ir siempre visado por el Colegio Profesional correspondiente, como garantía de calidad del trabajo y para la cobertura con la Compañía de Seguros del técnico autor del Estudio Geotécnico.

No obstante y para finalizar, recomendar la lectura de la recién publicada y ya citada "Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos en la Región de Murcia" que con toda seguridad nos va a aclarar las posibles dudas que se nos planteen.

Notas

- En una próxima edición de nuestra revista publicaremos un artículo concreto, dedicado en exclusiva a la "Interpretación de Informes Geotécnicos para Naves Industriales", para el Ingeniero Técnico Industrial, como autor del Proyecto de Obra.

- En el Colegio, se encuentra a vuestra disposición la citada "Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos de la Región de Murcia".

*Jesús H. Alcañiz Martínez es Arquitecto Técnico - Jefe de Área de Edificación de "ESFERA CONSULTORES" (Organización de Control) - Profesor de la Universidad Católica de Murcia (UCAM) - Especialista de Materiales del COAAT de Murcia. E-mail: esfcon@arrakis.es