

XI CURSILLO
CIMENTACIONES URBANAS
CALIDAD Y MODERNA TECNOLOGÍA

TEMA I
EXIGENCIAS Y CONTROLES
DE UNA CIMENTACIÓN URBANA

POR

Fernando Muzás Labad
Dr. Ingeniero de Caminos Canales y Puertos

Barcelona Junio de 1974

1. INTRODUCCIÓN

En esta primera sesión del cursillo dedicada a analizar las exigencias y controles de una cimentación urbana, trataremos de efectuar un planteamiento general de los problemas de mayor interés, sin entrar en detalles, que podrán ser tratados con mayor extensión en sesiones posteriores.

Para empezar, y dada la finalidad de este cursillo, creemos interesante reproducir algunas frases del "Libro Verde sobre la calidad de la construcción en España", elaborado por la Asociación Española para el control de la Calidad -a través de su Comité de Construcción- y que ha sido presentado al Ministerio de la Vivienda para su consideración.

"Sería gravemente pernicioso no aceptar -se afirma en este documento- que nuestra situación en el tema de la calidad está por debajo del nivel correcto. Y por ello supone un sobrecoste más o menos encubierto en nuestras construcciones, en forma de costes iniciales excesivos y, más frecuentemente, en forma de altos costes de sustitución, reparación y mantenimiento que el país no puede ni debe permitirse". El "Libro Verde" puntualiza que "en el fondo de la mayoría de los problemas de baja calidad está la ignorancia o el desmedido afán de lucro. En el primer caso -añade- los sistemas de actuación adecuados han de ser la divulgación y la formación profesional, sin la cual nunca tendremos calidad".

Este comentario, tomado de la revista "Economía Mundial", número 1727, denuncia una situación grave de la que no pueden excluirse las obras de cimentación urbana, y cuya problemática conviene analizar.

Entendemos que este análisis no debe limitarse a contemplar la situación actual, sino que es preciso dirigir la mirada hacia el futuro.

Como consecuencia del crecimiento demográfico y económico, el problema de la construcción de viviendas y de servicios públicos se agudizará, planteando la necesidad de tener que aprovechar al máximo las posibilidades del suelo urbano. Y ello aunque no lleguen a cumplirse las previsiones del trabajo realizado por el M.I.-T. para el llamado Club de Roma.

En España se prevé que, en los próximos 20 ó 25 años, habrá que duplicar la existencia actual de viviendas, hospitales, escuelas y demás centros sociales y se generalizarán las galerías subterráneas de servicios urbanos. Deberá implantarse la normalización y desarrollarse la prefabricación y la construcción industrializada, en la que ya estamos retrasados con respecto a otros países.

A este hecho habrá que añadir la aparición de nuevos conceptos sobre la vivienda y el "hábitat" que respondan a las demandas sociales sobre el bienestar y la calidad de la vida. Como ejemplo de inquietud, al respecto, podemos señalar que en

Francia, ya en 1.969 comenzó a prepararse el llamado "Plan Construcción+programa prioritario e interministerial en todos los aspectos de la vivienda" con los siguientes objetivos principales:

1) Lograr un "hábitat+mejor adaptado, en el presente y para el porvenir, a las exigencias profundas de nuestra sociedad.

2) Reducir el coste global de ese "hábitat", cualquiera que sea la definición de dicho coste.

El gran esfuerzo económico a realizar y la rapidez de actuación requerida, exigirá, más que en el momento presente, una racional utilización de todo tipo de recursos y un equilibrio entre la calidad y el coste de las obras. Conviene señalar que este concepto de coste tendrá un sentido más amplio que el actual, pues ya empieza a ser obligado considerar en él nuevos parámetros como la durabilidad y los costes sociales o de incidencia en el medio ambiente.

Es evidente que, ante este panorama, las cimentaciones urbanas cobrarán especial importancia, no sólo por su repercusión económica y las características de los problemas geotécnicos a resolver, sino también porque la tecnología deberá evolucionar y adaptarse a los nuevos conceptos y métodos constructivos.

Estimamos que, de cara al futuro, es preciso establecer unas bases de actuación, aunque nada más sea en líneas generales, que traten toda la problemática de la cimentación urbana, no sólo en los aspectos técnicos y económicos; sino también en los contractuales y legales y de cuyo comentario nos ocuparemos a continuación.

2. CONDICIONES DE UNA CIMENTACIÓN URBANA

Recordaremos que, en su sentido más amplio, se entiende por cimentación la parte de una obra que soporta la estructura y las acciones que actúan sobre ella, incluyendo no sólo los elementos que transmiten las cargas al suelo, sino también el terreno influenciado por ellas.

Cualquier cimentación, además de la resistencia precisa de los elementos estructurales que la constituyen, debe reunir las tres condiciones generales siguientes:

1) Estar convenientemente situada, en planta y alzado, respecto a cualquier influencia que pueda afectar a su comportamiento.

2) Ser estable, es decir, contar con un coeficiente de seguridad adecuado respecto al hundimiento o rotura del terreno.

3) No permitir ningún movimiento (asientos totales y diferenciales, basculamientos o desplazamientos horizontales) que pueda producir daños en la estructura, disminuir sus características funcionales o impedir su utilización.

La primera de ellas se refiere a factores que no pueden evaluarse analíticamente y que requieren un juicio ingenieril. Citaremos:

- a) Profundidad de la helada.
- b) Profundidad de la zona del subsuelo afectada por cambios de volumen
- e) Proximidad de otras estructuras.
- d) Erosión y socavación del terreno provocada por corrientes, ríos o acción de las olas.
- e) Profundidad y condiciones del nivel freático.
- f). Defectos subterráneos como fallas, cavernas, minas, etc.
- g) Condiciones geológicas y topográficas de la zona.

Nos limitaremos a enunciar estos factores sin entrar en las recomendaciones prácticas sobre la disposición más conveniente que, en cada caso; deben adoptar las cimentaciones, ya que pueden consultarse en cualquier tratado sobre la materia.

La segunda condición es bastante concreta y existen diversas teorías para determinar el coeficiente de seguridad respecto al hundimiento del terreno, o mejor, respecto a la carga portante, definida como aquélla para la que los asientos empiezan a ser grandes o erráticos, o difíciles de predecir (rotura parcial). Conviene señalar que la comprobación hay que hacerla, no sólo para cada uno de los elementos que constituyen la cimentación, sino también para el conjunto, sin olvidar la modificación que la obra puede introducir en las condiciones naturales de estabilidad de la zona.

En cuanto a la tercera condición, parece muy sencillo exigir que los movimientos de la cimentación no sean excesivos, pero se tropieza con la dificultad de evaluar la magnitud que deben tener. En ocasiones, todavía se oye decir que la cimentación de un edificio no deberá experimentar ningún asiento pero, para ello, sería preciso edificar sobre la roca firme de Vitrubio-, es decir, sobre un terreno indeformable. Importa conocer los movimientos de la cimentación que puede tolerar una estructura y que dependen de numerosos factores. De un lado, el tipo, tamaño,

situación y uso de la estructura, y, de otro, el tipo, forma, velocidad y causas del movimiento o asiento. Por ahora, únicamente disponemos de recomendaciones empíricas, tomadas de la experiencia, en cuanto a los asientos totales o diferenciales y giros que pueden tolerar las estructuras, según sus características. Tal es el caso de la tabla de Sowers (1.962) o los valores de Bjerrum (1.963), análogos a los recogidos en alguna norma extranjera.

Normalmente es el asiento diferencial, o distorsión angular entre dos puntos, el que tiene más importancia para la estructura, pero, en la práctica, el valor admisible se refiere al asiento total, debido a que el diferencial es mucho más difícil de calcular y a que, generalmente, existen relaciones empíricas entre los asientos totales y los diferenciales más probables, según la clase de terreno y el tipo de cimentación. Entre estas relaciones cabe citar las de Terzaghi, perfeccionadas por otros autores (Bjerrum 1.963), a partir de las cuales propuso como asiento admisible el valor de una pulgada para la cimentación sobre zapatas en arenas, válido para edificios con luces normales (8 a 10 m.) pero que, sin embargo, hemos visto utilizar indiscriminadamente.

Hasta aquí se han expuesto las condiciones que debe reunir una cimentación en general. La edificación en zonas urbanas plantea frecuentemente problemas especiales debido a la proximidad de otras estructuras. La repercusión o los efectos que en ellas puedan tener los trabajos de la nueva obra, tanto en cuanto a estabilidad como a los asientos, adquieren importancia fundamental. Muchas veces hay que recurrir a tipos especiales de cimentación o de tratamiento del terreno. En otras, la necesidad de construir varios sótanos, en áreas congestionadas, requiere efectuar excavaciones profundas, y los problemas de estabilidad de taludes pasan a un primer plano. Si, además, hay que efectuar operaciones de achique, no hay que olvidar los efectos que produce la modificación de las condiciones del nivel freático.

La acción sobre el terreno de la nueva obra, y fundamentalmente las operaciones requeridas para construirla, provocarán inevitablemente movimientos en el terreno (incluso a veces a relativa distancia) que han de ser compatibles con las estructuras cercanas. La dificultad indicada anteriormente de evaluar los movimientos tolerables para una estructura se hace ahora todavía mayor al desconocer la situación en que se encuentran los edificios ya construidos. En casos excepcionales pueden efectuarse estudios recurriendo a los modernos métodos de cálculo por elementos finitos, pero en general, dadas las dificultades de acceso o de utilización, sólo es posible aplicar el buen juicio ingenieril de las recomendaciones prácticas y de las que es una buena recopilación el trabajo de D'Appolonia presentado al V Congreso Panamericano de Mecánica del Suelo y Cimentaciones.

3.- ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL TERRENO

Cualquier proyecto de cimentación debe basarse en un buen conocimiento del terreno y de la zona en que se va a construir. Partiendo de una recopilación de la información existente, habrá que ejecutar los oportunos trabajos de reconocimiento, de campo y de laboratorio, para poder elaborar el adecuado estudio geotécnico del terreno.

Este estudio ha de determinar no sólo las condiciones geológicas e hidrogeológicas de la zona, con los perfiles estratigráficos y las propiedades físico-mecánicas del terreno, sino también todos los parámetros necesarios para el proyecto y cálculo de una cimentación, previendo además las posibles variaciones que introducirá la obra en las condiciones del terreno.

No vamos a entrar aquí en detalles sobre recomendaciones en cuanto a extensión, profundidad y volumen de los trabajos de reconocimiento, que pueden consultarse en las diversas normas extranjeras, pero sí conviene decir que la calidad de los estudios geotécnicos requiere una adecuada programación y control de los sondeos, pruebas de penetración, toma de muestras y ensayos de laboratorio o de campo. Esta labor únicamente puede ser llevada a cabo por el especialista encargado del estudio. En ocasiones, los trabajos habrá que desarrollarlos en varias fases, pues toda investigación de lo desconocido hay que hacerla por aproximaciones sucesivas.

Para poder precisar el alcance y contenido que ha de tener el estudio, los problemas a analizar deben quedar bien definidos desde el primer momento en función de las condiciones locales de la zona, el tipo y características de la obra y el proceso constructivo previsto en principio.

Aparece así, como una necesidad, la colaboración estrecha entre proyectistas de estructura y de cimentación con los especialistas encargados del reconocimiento y del estudio geotécnico del terreno.

A este respecto, no deben olvidarse las limitaciones de la Geotecnia, es decir, de nuestro conocimiento sobre el comportamiento de los suelos. La Naturaleza, en la que hay que construir las obras, es heterogénea y muchas veces errática, por lo que las teorías de cálculo disponibles requieren una simplificación y el establecimiento de modelos matemáticos que reflejen el comportamiento de aquélla. Los valores con que habitualmente definimos las características de deformabilidad o de resistencia de un suelo -es decir, su comportamiento reológico- son exclusivamente unos parámetros básicos para construir un modelo al que poder aplicar las teorías.

Por todo ello, si falta la colaboración indicada, puede ocurrir que

reconocimientos y estudios geotécnicos correctamente ejecutados, resulten técnicamente inadecuados o insuficientes, por falta de definición de los problemas que había que analizar o de los parámetros requeridos en, la teoría a aplicar en el proyecto. Cuando esto sucede, queda falseada la utilidad de estos estudios, siempre rentables si están debidamente concebidos.

Conviene decir que la colaboración del especialista en Geotecnia debe empezar ya con el Técnico urbanista, mucho antes del planteamiento concreto del proyecto de un determinado edificio. Podemos citar un caso en el que los reconocimientos del terreno permitieron descubrir a tiempo que las zonas verdes de una urbanización se disponían en áreas de fácil cimentación, mientras que las de mayor dificultad se reservaban para edificios de muchas plantas con enormes cargas concentradas en escasos y robustos pilares.

No vamos a ocultar que en nuestro país, salvo afortunadas excepciones, hay mucho que hacer en este campo. Se utilizan mal las técnicas de reconocimiento por falta de colaboración, no se da la debida importancia a los estudios geotécnicos y las cifras que se invierten en ellos son bastante inferiores a las habituales en otros países.

4. PROYECTO DE LA CIMENTACION

Una vez que se conocen las características del terreno y se han determinado las cargas que transmitirá la estructura, hay que proceder a elegir el tipo de cimentación más adecuado. Para que la elección sea acertada, es preciso que el proyectista conozca las diversas técnicas, sus posibilidades y campos de aplicación, sin olvidar las ventajas de su combinación con los métodos de tratamiento del terreno.

Estimamos que ésta es una condición sin la cual difícilmente podrá efectuarse una comparación técnico-económica de las soluciones posibles. Y decimos comparación técnico-económica, pues no debe ser el factor económico -entendido en sentido estricto- el que decida exclusivamente la elección, sino que conviene tener en cuenta las ventajas e inconvenientes que, desde el punto de vista técnico, tienen las posibles soluciones o los métodos constructivos. Como ejemplo, aparentemente simple, citaremos el de los pilotajes: existe una gran variedad de tipos de pilotes en el mercado, pero cada uno de ellos tiene sus ventajas e inconvenientes, en función de las características del terreno y de los problemas a resolver.

La definición de las cargas que han de actuar sobre la cimentación, para llegar

a soluciones realmente económicas y seguras, es preciso efectuarla con mayor detalle del que ahora es habitual. No basta con dar las cargas máximas y mínimas con sus diversas componentes, sino que hay que conocer las combinaciones más desfavorables y el desglose entre cargas permanentes, sobrecargas normales y sobrecargas extraordinarias. Otro punto importante, que a veces se olvida, es que estas cargas se deben dar sin mayorar, no sólo por su incidencia en la determinación de asientos, sino porque el concepto de coeficiente de seguridad que se utiliza en el cálculo de estructuras es distinto del que se aplica en Mecánica del Suelo. Tampoco deben olvidarse las posibles acciones sobre la cimentación de circunstancias locales debidas al entorno en el que se construye la obra (sobrecargas exteriores, acciones sísmicas, empujes horizontales, rozamiento negativo, modificación del nivel freático, etc.).

En el proyecto de la cimentación habrá que tener en cuenta no sólo las exigencias de la propia obra (disposición en planta y alzado, condiciones de estabilidad y asientos), sino también cómo se va a construir, circunstancia que a veces se olvida. En ocasiones, además, convendrá reconsiderar el proyecto de la estructura.

No queremos dejar de citar algunos defectos a veces observados. En edificios que requieren la construcción de juntas, si dicha junta no se materializa en la cimentación hay ocasiones en que puede tener efectos perjudiciales para la estructura. También parece olvidado el papel beneficioso que pueden tener las juntas para igualar asientos o proyectar diversos sistemas de cimentación dentro de un mismo edificio.

Capítulo especial, tratándose de cimentaciones urbanas, es la consideración, de los efectos de su construcción sobre las estructuras cercanas. Generalmente, es la consideración más importante en el momento de seleccionar el tipo de cimentación y el método de construcción más adecuados. Las consecuencias de no prever la multitud de problemas que pueden presentarse, suelen ser demandas judiciales y retrasos en la construcción o costosos daños que podrían haberse evitado con un mejor proyecto y plan de construcción.

Los trabajos que normalmente pueden producir daños en los edificios colindantes son la excavación, el drenaje o modificación de las condiciones del agua freática y las operaciones que transmiten vibraciones.

Las causas de los daños suelen ser:

- 1) Descalce de cimentaciones superficiales.
- 2) Movimientos horizontales y verticales del terreno como consecuencia de

una excavación.

3) Reducción de la capacidad portante del terreno por elevación del nivel freático o aumento temporal de las presiones intersticiales (hinca de pilotes en suelos arcillosos).

4) Incremento de los asientos por rebajamiento del nivel freático que aumenta las presiones efectivas en el terreno, o por transmisión de vibraciones en suelos granulares, que provocan su compactación.

5) Erosión interna del terreno por arrastre de finos.

6) Transmisión de cargas a cimentaciones profundas.

7) Asiento del nuevo edificio que puede arrastrar verticalmente al edificio colindante.

Según la naturaleza de las estructuras adyacentes y el coste de los daños y los riesgos previsibles, cabe adoptar diversas posturas desde el apuntalamiento, intentar comprar las propiedades o dejar que los daños ocurran y luego repararlos; pero, en la mayoría de los casos es mejor modificar el proyecto o el método constructivo para evitar los daños.

De cualquier manera, para hacer una evaluación racional de las alternativas disponibles, el especialista debe conocer los movimientos que toleran las estructuras adyacentes, la magnitud y distribución de los movimientos asociados con las diversas operaciones de construcción y las medidas que se pueden tomar para reducir o impedir tales movimientos.

La determinación de los posibles daños tropieza con dos dificultades que ya hemos señalado anteriormente. Por un lado, la limitación de nuestros conocimientos, que no siempre permiten cifrar la magnitud de los movimientos del terreno, y, por otro, la dificultad de establecer la situación real de las construcciones vecinas y los movimientos adicionales que pueden soportar.

A pesar de ello, y basándose en criterios deducidos de la experiencia, podrá llegarse a elegir el tipo de cimentación y el método constructivo que implique el menor riesgo de daños o de coste global.

El proyecto no puede considerarse completo si no se han estudiado adecuadamente unos cuadros de precios y pliegos de condiciones que permitan la correcta ejecución y valoración de la obra, con posibilidad de reacción ante cualquier imprevisto.

Ahora bien, el papel del proyectista de la cimentación no deberla terminar aquí. Convendría que efectuara una serie de pronósticos sobre el comportamiento de la obra e introdujera dentro del presupuesto las partidas oportunas para realizar ensayos de los que trataremos más adelante. Asimismo, convendría que fijara algunos criterios relativos a los movimientos tolerables por las propiedades adyacentes a los que posteriormente el contratista tendría que adaptar su programa de trabajo.

5. CONTRATACIÓN DE LA OBRA DE CIMENTACIÓN

Hasta aquí, la fase de proyecto no ha hecho otra cosa que sentar las bases para obtener una calidad adecuada en equilibrio can el factor económico y los riesgos.

Es preciso que esa calidad se consiga durante la construcción, encargando la ejecución a especialistas competentes, responsables y solventes, vinculados con la Propiedad por unas condiciones contractuales justas. Es decir, no basta que la obra se ejecute con arreglo a las normas del arte (que nunca podrán garantizar todos los riesgos), sino que debe haber una distribución equitativa de responsabilidades entre Propiedad, Dirección de Obra y Contratista.

Creemos que este momento de la contratación es un punto clave que está pidiendo una revisión meditada de la sistemática habitual en el país.

Digamos, en primer lugar, que rara vez se contrata disponiendo de un proyecto de cimentación previo a la petición de ofertas. Conviene recordar que la figura del Proyectista es, en principio, independiente de la de Dirección de Obra y que únicamente debe entenderse como "verdadero proyecto+el conjunto de documentos que definen una obra y permiten ejecutarla bajo la dirección de una persona distinta a la que redactó el proyecto.

En segundo lugar, y siguiendo el principio ético de que nadie puede actuar de juez y parte, un contratista no debería ser al mismo tiempo proyectista de la cimantación. Para poder admitir este hecho, sería necesario que previamente, existiera un proyecto base que los contratistas deberían valorar y al que podrían introducir modificaciones basadas en unas especificaciones técnicas comunes. Creemos es la única manera de conseguir que las ofertas resulten técnicamente homogéneas.

Es evidente, para nosotros, que la adjudicación de una obra de cimentación exige, con mayor razón que en otro tipo de obras, el concurso de un Técnico y que no debería quedar exclusivamente en manos de la Propiedad la decisión de la misma. Hay que pensar que las alternativas presentadas en las ofertas no son simples opciones económicas, sino que muchas veces implican variantes técnicas con aspectos o repercusiones que, únicamente puede enjuiciar un especialista.

Posiblemente en este punto sería conveniente la actuación de los Colegios Profesionales para estudiar un esquema de procedimiento a seguir, que posteriormente quedara incorporado en la legislación.

6. EJECUCIÓN Y CONTROL DE LA CIMENTACIÓN

La calidad en la ejecución de una obra de cimentación bien proyectada, requiere, como primera condición, que esté bien contratada. Esto, que parece evidente, no siempre se da en la realidad, sobre todo cuando dominan los factores económicos.

A falta de normas oficiales que garanticen la calidad deseada, es preciso que en el proyecto hayan quedado establecidas las condiciones de ejecución.

En nuestra opinión, no basta -tratándose de cimentaciones- con establecer controles de calidad de ejecución de la obra, de acuerdo con la tecnología a utilizar. Conviene comprobar las hipótesis de proyecto mediante ensayos a escala natural, no sólo como garantía de funcionamiento de la cimentación, sino porque de esos ensayos se pueden derivar economías importantes para la obra. A este respecto, las normas soviéticas, por ejemplo, obligan a efectuar un cierto número de pruebas de carga de pilotes, en función del total de pilotes a construir, y las normas DIN establecen los ensayos de adecuación, para fijar en obra la longitud de los bulbos de anclaje.

Pero, además, hay que aspirar a controlar la influencia en las estructuras vecinas de las operaciones precisas para la ejecución de la obra y también el comportamiento de la cimentación, una vez terminado el edificio.

Creemos que este tipo de controles, además del interés que tiene, en el primer caso, para seguir la marcha de la obra y poder actuar a tiempo, por comparación con los pronósticos que se hayan podido establecer, es imprescindible para el progreso de la Geotecnia y poder llegar a soluciones de cimentación mejores desde los puntos de vista técnico y económico. Parecerá una aspiración algo exagerada, pero la

realidad es que temas aparentemente tan bien conocidos como el comportamiento de los pilotes, siguen ocupando las sesiones de los Congresos internacionales.

Queda todavía un problema de gran importancia -por sus implicaciones legales y económicas-, cual es el de los imprevistos. ¿Quién paga lo imprevisto, relativamente frecuente durante la construcción de cimentaciones urbanas? En ocasiones, se pretende que sea el contratista quien, por su experiencia, debía haber contado con los imprevistos. Cuando esta práctica es habitual, el resultado evidente es que las obras cuestan más, con perjuicio, no sólo para la Propiedad, sino también para la economía general del país. No parece correcto pensar que una empresa constructora, cuyo papel es prestar un servicio, gane más de lo justo o pierda por causas no imputables a su propia gestión.

La Geotecnia y la Medicina tienen un gran parecido por cuanto ambas tratan con la Naturaleza, física o humana y es un hecho bien patente que el médico, que trata de curar enfermedades, no puede evitar que haya enfermos ni que aparezcan complicaciones. A nadie se le ocurriría exigir responsabilidades por ello, siendo el enfermo el único que paga las consecuencias.

Con todo, dado que es imposible evitar todos los riesgos, seguirá habiendo daños y reclamaciones de las partes afectadas. A la trilogía -ya citada- que interviene en la contratación: Propiedad, Director de Obra y Constructor de Cimentaciones, se viene a añadir la presencia de las Compañías de Seguros, para la cobertura económica de los riesgos. Su intervención viene condicionada por la probabilidad de los sucesos y daños que se temen. Poro, no siempre puede definirse bien esa probabilidad, por lo que, al igual que en el caso de los imprevistos, las primas pueden resultar excesivas con perjuicio poro la economía general. Posiblemente, la falta de tecnicidad en esta materia de las Compañías de Seguros esté pidiendo la colaboración de especialistas geotécnicos para los cálculos actuariales.

7. NORMATIVA OFICIAL Y DISPOSICIONES LEGALES

Como consecuencia de cuánto hemos expuesto, creemos resulta evidente la necesidad de una normativa oficial, actualmente en fase avanzada de elaboración.

En relación con las obras de cimentación, la norma oficial más completa es la Instrucción de hormigón, que contempla el proyecto, ejecución y control de obras de este tipo. Hay que advertir que, en muchas ocasiones, no es de aplicación en su totalidad, ya que en las obras de cimentación se utilizan frecuentemente técnicas especiales de hormigonado. Indicaremos, no obstante, que en la última edición de la instrucción, y a propuesta nuestra, han quedado incorporadas algunas cláusulas que

dan entrada a estas técnicas especiales de hormigonado.

De momento, es todo lo que tenemos. Existe un decreto que obliga a efectuar estudios del subsuelo, pero será preciso desarrollar normas referentes al reconocimiento y estudio geotécnico del terreno, con recomendaciones sobre el volumen de los trabajos a realizar y definiendo el alcance y contenido de los estudios, en función de su tipo y finalidad.

Para el proyecto de las cimentaciones y tratamientos del terreno, las normas son todavía más necesarias. La calidad y seguridad de las obras, en las condiciones actuales del mercado, reclaman una definición sobre hipótesis y métodos de cálculo y forma de adoptar los coeficientes de seguridad.

La necesidad de tener que considerar los posibles daños en las edificaciones próximas, nos lleva a plantear la conveniencia de que la normativa contemplara el problema de forma más general, obligando a que en los proyectos de cimentación se tuviera en cuenta, de alguna manera, la influencia de obras futuras, adecuando el proyecto para resistir ciertas sollicitaciones que pudieran derivarse.

Una curiosa regulación, a este respecto, perteneciente al Código del Ayuntamiento de Nueva York, es la siguiente:

"Si la nueva excavación es de menos de tres metros, los propietarios de las casas adyacentes son responsables de los daños que puedan provocarse en sus edificios. Si la excavación es superior a tres metros, toda la responsabilidad de daños recae sobre la nueva obra".

Naturalmente, esta discutible cláusula es una excesiva simplificación del problema, que ha dado lugar a numerosas controversias ante los tribunales, pero creemos recoge una idea digna de tenerse en cuenta para los intereses generales del país.

Ahora bien, no puede esperarse que las normas vayan a resolverlo todo. Entendemos que la normativa tiene dos misiones. De un lado, defender los intereses de la sociedad estableciendo el contenido que deben tener los proyectos y los procedimientos y controles de ejecución de las obras. Por otro lado, dadas las limitaciones de nuestros conocimientos técnicos, servir de guía a los profesionales dando criterios para el proyecto y ejecución de las obras, delimitando en cierto modo la responsabilidad legal de los técnicos. Pero no podrán ser completamente seguras ni eliminar todos los riesgos, sin grave perjuicio económico para la sociedad a la que intentan tutelar.

La elaboración de unas normas que, en interés del país deben contemplar, además, los aspectos de explotación y mantenimiento, es una tarea difícil que no

puede improvisarse y que requiere una labor de años. Deben tener una concepción dinámica, para que puedan adaptarse con facilidad a la evolución y progreso de la técnica. Un recetario o un catálogo de modelos irían en contra de la racional administración de los recursos del país, pues no podría recoger soluciones económicas válidas en cualquier caso. Por ello, y la experiencia internacional así lo indica, las normas comienzan con un embrión de ideas generales, para ir las enriqueciendo y perfeccionando con la experiencia común.

Uno de los aspectos poco tratados en la normativa extranjera, e inédito en la nacional, es el de las pruebas y ensayos para comprobar las hipótesis de proyecto y, sobre todo, para controlar los efectos de la obra y el comportamiento de las cimentaciones. No hay duda de que con estos resultados y la información de los estudios geotécnicos, podría confeccionarse un gran banco de datos, de enorme interés para la economía del país. La idea, aunque no tan completa, creemos existe ya en alguna esfera oficial, pero sería preciso tratar de interesar a los Ayuntamientos de ciudades importantes, que podrían llegar a contar con Códigos locales de edificación al igual que en otras ciudades extranjeras.

La normativa mejorará, indudablemente, la calidad de la construcción, pero, ante la situación que se prevé para el futuro, es imprescindible que se complemente con una legislación adecuada que regule la problemática que hemos expuesto y ayude a la difícil tarea de distribuir, de manera justa, las responsabilidades.

8. CONCLUSIONES

Hemos pretendido, con esta exposición, destacar los aspectos fundamentales, para nosotros, en el proyecto y ejecución de una cimentación urbana.

Debemos ser conscientes de la caótica y grave situación actual, basada probablemente en la desconfianza ante una obra que no se ve y cuyo control es difícil, y de la que todos, de alguna manera, somos responsables.

No podemos ignorar las limitaciones derivadas del estado de los conocimientos técnicos -a pesar del avance experimentado en los últimos años- y que a todos interesa el progreso científico en la materia.

Ante la falta de calidad presente y el reto del futuro que se prevé, debemos actuar con energía y rapidez, pensando que es tarea común y que es imprescindible la colaboración a todos los niveles.

Conviene meditar sobre qué es lo que puede exigir, y debe recibir, la Propiedad al contratar una cimentación y cuál debe ser el papel a desempeñar por los profesionales y las empresas que intervienen en el proyecto y ejecución de una obra.

Y, finalmente, como fruto de esa meditación y de la colaboración que deseamos, habrá que exigir a los poderes públicos, a través de los Colegios Profesionales, los instrumentos legales que nos permitan caminar con garantía hacia el futuro, bien entendido que para obtener calidad y administrar bien los recursos del país, lo importante no es el marco legal, sino la mentalización colectiva y la voluntad responsable de todos.

BIBLIOGRAFÍA

- L. FERNANDEZ-RENAU: **"La Mecánica del Suelo y la Edificación"**
Arquitectura nos. 151 y 152, julio-agosto 71.
- L. FERNANDEZ-RENAU: **"Pruebas de carga de pilotes"**
Cursillo CEIA sobre cimentaciones profundas.
- D'APPOLONIA: **"Efectos de la construcción de cimentaciones en estructuras vecinas"**.
IV Congreso Panamericano de Mecánica del Suelo, 1,971.
- J.A. JIMENEZ SALAS: **"Apuntes de geotecnia"**
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- T.W. LAMBE y
R.V. WHITMAN: **"Mecánica de Suelos"**
Edit. Limusa-Wiley S.A., 1.972.
- R.D. TERZAGHI y R.B. PECK: **"Mecánica del Suelo en la ingeniería práctica"**
- J.M. RODRÍGUEZ ORTIZ: **"Alteraciones y daños inducidos por la construcción de edificios"**
- ASOC.ESPAÑOLA CONTROL
DE CALIDAD **"Libro Verde sobre la calidad de la Construcción en España"**
- M.R. SAJUS: **"Plan-Construction"**
Annales du B.T.P., febrero 1.974.