

## **CAUSAS DE PATOLOGIAS EN LA CIMENTACION QUE GENERAN LA NECESIDAD DE UN RECALCE**

- DEFICIENCIAS O DETERIOROS DE CIMENTACION COMO ELEMENTO CONSTRUCTIVO - ESTRUCTURAL
- INSUFICIENCIA INICIAL DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO
- INSUFICIENCIA SOBREVENIDA DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO
- DISMINUCION SOBREVENIDA DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO

## **RECALCES**

### **PARA SUBSANAR DEFICIENCIAS O DETERIOROS DEL CIMIENTO**

- DEMOLICION DEL CIMIENTO PRIMITIVO Y SUSTITUCIÓN POR OTRO
- REFUERZO DEL CIMIENTO PRIMITIVO MEDIANTE ZUNCHO PERIMETRAL O VIGA CINTURA
- REFUERZO DEL CIMIENTO PRIMITIVO MEDIANTE INTRODUCCION DE ARMADURAS, TENSORES O POSTENSADO

### **PARA PRODUCIR EQUILIBRIO ENTRE CARGA DE TRANSMISION DEL CIMIENTO Y CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO**

- RECALCES SUPERFICIALES
- RECALCES PROFUNDOS
- RECALCES ESPECIALES
- MEJORA DEL TERRENO

## **RECALCES SUPERFICIALES**

- RECRECIDO DE ZAPATAS
- DISPOSICION DE VIGAS
- DISPOSICION DE LOSAS
- PROFUNDIZACION DEL PLANO DE APOYO
- REFUERZO O CREACION DE ZAPATAS

# PATOLOGIA DE LAS CIMENTACIONES

## INTRODUCCION

Un reciente estudio estadístico sobre siniestralidad de la edificación en España, pone de manifiesto la enorme incidencia que los defectos de cimentación o, más precisamente, los derivados de la falta de adecuación en el binomio suelo-cimiento, tienen en el cómputo total de la referida siniestralidad.

Aunque hasta el presente se carecía de estadísticas al respecto en nuestro país, los resultados ahora revelados no han producido sorpresa alguna, pues la experiencia mostraba que los vicios del suelo -según la denominación con que son recogidos en nuestro Código Civil- figuran en primer plano de la siniestralidad en la edificación.

El estudio, desarrollado mediante la evaluación de datos de las aseguradoras -correspondientes a más de 12.000 expedientes entre 1984 y 1994-, refleja que, tanto en obra viva -cuya siniestralidad sobre el total supone alrededor del 32%- como en obra muerta, los vicios de suelo ocupan el primer lugar, en coste económico, de entre las causas que motivan la mencionada siniestralidad, aunque su posición relativa desciende si nos referimos a la frecuencia con que se presentan las causas aludidas.

En este caso, los siniestros por daños de las cimentaciones, ocupan el sexto lugar en obra viva y el quinto lugar en obra muerta, precedidos, entre otros, por los motivados por colindantes, estructura y humedades, y dejando al margen reclamaciones por accidentes.

Según publica L. Logeais en la revista BATIR, en Francia los siniestros debidos a las cimentaciones representan, en coste, el 7% del total y, considerando que las cimentaciones no especiales y aún las especiales representan bajos porcentajes sobre el costo total de un edificio, inferiores usualmente al 3% y 5% respectivamente, se pone de manifiesto que la siniestralidad por cimentaciones llega a triplicar a la derivada por otros conceptos.

Por otra parte, dentro de los siniestros producidos en cimentaciones superficiales, se puede establecer la siguiente clasificación:

- 25% Rellenos insuficientemente compactados que asientan bajo cargas:
  - De forma espontánea
  - Por inundación accidental (colapsos)
- 20% Fugas de agua en terrenos arcilloso / limosos
- 20% Heterogeneidades importantes de la cimentación
- 10% Movimientos derivados de actuaciones en edificios colindantes (especialmente descompresiones por excavación)
- 10% Asientos diferenciales excesivos (edificios demasiado rígidos en terrenos compresibles)
- 15% Otras causas (entre ellas suelos expansivos)

En el caso de cimentaciones profundas, la clasificación es:

- 40% Ausencia de reconocimientos geotécnicos o reconocimientos incompletos o inadecuados
- 35% Mala interpretación de reconocimientos geotécnicos o desconocimiento de las leyes de la mecánica del suelo
- 15% Defectos de ejecución
- 10% Destrucción de elementos de cimentación por agentes agresivos

Es obvio que una gran parte de las causas pueden ser previstas mediante el adecuado conocimiento del terreno, es decir, se derivan de un insuficiente reconocimiento del terreno y, a veces, de la ausencia de reconocimientos.

Las estadísticas de la SOCOTEC demuestran que el 50% de los siniestros en cimentaciones superficiales y el 85% en el caso de cimentaciones profundas se deben a inexistencia, insuficiencia o inadecuación de reconocimiento del terreno o a mala interpretación de sus resultados.

En otro orden, es preciso dejar patente que, en los casos de patología de cimentaciones superficiales, la presencia del agua suele ser, en un alto porcentaje, factor común.

En este grupo han de significarse, especialmente, los casos de presencia de agua accidental o sobrevenida en suelos arcilloso-limosos que, variando las condiciones mecánicas de éstos, ocasionan importantes problemas patológicos.

Frente a todo lo expuesto, ha de incidirse en la adopción de medidas preventivas, especialmente eficaces en los aspectos dirigidos a la evitación de daños de las cimentaciones.

Estas medidas de prevención pasan por la exigencia del estudio geotécnico previo del terreno, específico para cada edificio, aún cuando se crea conocer sus características por la experiencia anterior en otros terrenos colindantes. Casi el 90% de los problemas de suelo surgidos en España entre los años 1984 a 1994, tienen relación con la existencia de características diferenciales de cada terreno en cuestión en relación con los circundantes conocidos.

La eliminación del estudio no puede justificarse en la inexistencia de edificios de gran porte. Precisamente, es en los edificios de poco peso donde el efecto de las arcillas expansivas, si este fuera el problema, se hace más acuciante.

Han de tenerse en cuenta, dentro del apartado de prevención que se desarrolla, los posibles factores de variación de las características del subsuelo, del propio terreno y de los adyacentes, tales como variaciones de nivel freático, desecaciones, colmataciones, futuras construcciones o derribos, existencia de pilotajes colindantes, etc.

## RECALCES

Por recalce entendemos, según la definición del Diccionario de la Lengua, la acción y efecto de reparar los cimientos de un edificio ya construido.

Ahora bien, no podemos considerar el cimiento como elemento constructivo desligado de su aspecto funcional, o lo que es igual, separado del suelo, con el que constituye un conjunto tal, que no se entiende la patología de las cimentaciones de otra forma que no sea la que se refiere a la inadecuación de aquéllas a las características del correspondiente terreno en el que se disponen.

En base a ello, y optando por la simplicidad en concordancia con un tratamiento generalista del tema, podemos establecer que un recalce responde a la necesidad de resolver alguno de los siguientes grupos de problemas:

- \* Derivados de deficiencias o deterioro del cimiento como elemento constructivo estructural.
- \* Derivados de la insuficiencia, inicial o por disminución, de la capacidad de carga del terreno.

Además, en este caso, habrá que incluir los derivados de la aplicación de mayores cargas que las preexistentes a la estructura, por cambios de uso, ampliaciones, etc.

En el primer grupo, el recalce persigue la restitución de las características geométricas, físicas o estructurales que inicialmente debería haber tenido el cimiento y ésta puede conseguirse mediante múltiples sistemas, entre los que citamos:

- \* Demolición del cimiento primitivo y sustitución por otro, de características funcionales similares o compatibles, ejecutado con materiales adecuados.
- \* Refuerzo del cimiento primitivo mediante zuncho perimetral o viga cintura, en la que se aprovecha la retracción del hormigón para conseguir la compresión del elemento primitivo. Generalmente, son preparadas previamente las caras laterales del elemento a reforzar, practicándose dentados, entalladuras, rozas o picados para mejorar el contacto.
- \* Refuerzo del cimiento primitivo mediante la introducción de armaduras con morteros inyectados, tensores o postensado.

El segundo grupo de recalces pretende el equilibrio entre la carga que transmite el cimiento al terreno y la capacidad de carga de éste, manteniendo el oportuno margen de seguridad.

Podemos distinguir los siguientes sistemas de recalces:

- \* Recalces por ampliación de la superficie efectiva del área cargada. Son recalces superficiales.
- \* Recalces por transmisión de cargas a estratos más profundos, basados en la actualidad esencialmente en pilotajes. Este tipo de recalce recibe genéricamente la denominación de recalces profundos.
- \* Recalces por mejora de la resistencia al corte y a la deformabilidad del terreno de cimentación, manteniéndose la cimentación existente, a veces confinándola, e inyectando el terreno con productos diversos, entre los que se encuentran: cemento, arcilla-cemento, gel de bentonita, ligno-cromo, emulsión bituminosa, gel de sílice, resinas acrílicas o fenólicas, etc., y cuyo empleo dependerá, fundamentalmente, de la permeabilidad y naturaleza del terreno, así como de las tolerancias del edificio a tratar.

- \* Recalces especiales, entre los que podemos citar los realizados mediante anclajes, congelación de terrenos, gatos hidráulicos, etc.

## **RECALCES SUPERFICIALES**

Los recalces de tipo superficial suponen la ampliación de la superficie de transmisión de carga y, a veces, el apoyo en niveles inferiores del terreno más capaces, aunque sin llegar a cotas que puedan definir cimentaciones profundas. Es decir, en los casos de recalces superficiales la mejora de las condiciones de la cimentación se posibilita con actuaciones sobre los cimientos en niveles superficiales.

Queda al margen la mejora de terrenos que, si por su localización en profundidades poco importantes, podría considerarse superficial, desde el punto de vista tipológico está distante de los sistemas constructivos contemplados en este apartado.

Por su tipología, los recalces superficiales más usuales se basan en las siguientes soluciones:

- \* Recrecido de zapatas.
- \* Disposición de vigas.
- \* Disposición de losas.
- \* Profundización del plano de apoyo.
- \* Refuerzo o creación de zapatas.

### **Recrecido de zapatas**

De aplicación usual cuando encontramos zapatas de cimientos existentes con escaso dimensionado para la correcta transmisión de cargas al terreno. Es también un sistema adecuado para la reparación de zapatas deterioradas.

La cuestión esencial a resolver en este tipo de actuación es la conexión entre el elemento existente y la parte ampliada, de tal forma que constituyan un todo solidario con comportamiento mecánico unitario.

Otra cuestión a tener en cuenta en este tipo de actuaciones, será la evaluación de asientos de la nueva cimentación conjunta, tras su puesta en carga.

Las actuaciones de recrecido pueden plantearse en base a las siguientes soluciones:

- \* Recrecido de la zapata en su canto. Generalmente, con preparación previa de las caras laterales del elemento a reforzar, practicándose dentados, entalladuras, rozas, picados o aplicación de resina para mejorar el contacto.
- \* Puenteo superior del cimiento existente, recogiendo las cargas por éste y transmitiéndolas al ensanche perimetral del cimiento. Para la formación del puente es normal la utilización de vigas de acero.

### **Disposición de losas**

Se plantean como situaciones límites de ensanchamiento de zapatas cuando se maciza el espacio existente entre ellas.

La losa puede ser construida bajo o sobre las zapatas siendo -en este último caso- problema a solventar el de la conexión entre zapatas existentes y losa añadida.

### **Disposición de vigas**

Planteado como una solución intermedia entre las dos antes descritas, supone la transmisión efectiva de las cargas de la estructura a elementos lineales que conectan elementos puntuales.

Cuando, además de recalzar, haya de aportarse a la cimentación arriostramiento del que carezca, es posible aprovechar la situación para disponer vigas que satisfagan ambas cuestiones.

### **Profundización del plano de apoyo**

Recalce ejecutado mediante pozos contruídos con descalce parcial del cimiento primitivo con ampliación, en general, de la base de apoyo.

En el caso de elementos aislados (soportes) exige normalmente el apeo previo de la estructura, pero si se trata de recalces de muros con zapata corrida, la rigidez estructural de éstos permite operar en huecos separados convenientemente y puentear o conectar posteriormente.

### **Refuerzo o creación de zapatas**

Se persigue la restitución de las características geométricas, físicas o mecánicas que el cimiento debía haber tenido inicialmente, lo que puede conseguirse por múltiples sistemas ya citados en el capítulo anterior.

En algunas ocasiones los sistemas a emplear se combinan en soluciones mixtas, en las que participan varios de los sistemas descritos.



## **ANEXO: ESTUDIO DE CASOS PARTICULARES DE RECALCE SUPERFICIAL**

### **RECALCE MIXTO POR RECRECIDO DE ZAPATAS Y VIGAS**

El encargo surge por parte del Juzgado de 1ª Instancia Nº - de Granada, con la finalidad de "inspeccionar y, en su caso, certificar sobre la buena ejecución de las obras de reparación que se indican y que a su vez sea el director de dicha obra".

Las obras indicadas respondían a los términos de Sentencia dictada en procedimiento judicial previo, basada, en estos extremos, en los informes técnicos practicados durante dicho procedimiento, ajenos a la actuación profesional del técnico que suscribe y que, aunque detectaban determinadas situaciones patológicas del edificio, no llegaban a reconocer la generalidad y entidad de los daños.

Al tomarse la responsabilidad de la reparación, se solicitó del Juzgado la realización de unas obras previas consistentes en realizar excavaciones puntuales para la inspección de las características y estado de la cimentación. Con datos suficientes para ello, se procedió a la redacción del Proyecto de reparación del edificio.

En la Memoria de dicho Proyecto se describen la edificación, los daños, los planteamientos bajo los que se abordaba la reparación y la descripción de las actuaciones para la misma.

Como resumen de todo ello, podemos referir que la cimentación del edificio, por zapatas sin arriostramiento de ninguna clase, se fabricó con hormigón de bajísima resistencia y poseía escasas dimensiones, lo que se tornaba en la transmisión de cargas que superaban la ínfima capacidad del terreno, constituido por materiales de relleno que presentaban variable capacidad de asentamiento, tratándose de un suelo no apto para cimentar directamente sobre él.

Dichos rellenos, bastante heterogéneos, eran de una naturaleza muy similar a la del material infrayacente, arcilloso-limoso, por lo que la presencia de agua en el terreno, -procedente de roturas en el saneamiento y de la existencia de una acequia sin condiciones de estanqueidad que discurría ante la fachada del inmueble-, influía de forma decisiva en la pérdida de su ya escasa capacidad portante inicial, originando asientos diferenciales que, la ausencia de arriostramientos en la cimentación hacía lesivos.

La actuación se enfocaba en una doble dirección: el recalce de cimentación y el refuerzo de estructura por una parte, y las obras necesarias para evitar la llegada del agua al terreno por otra.

Desechada la posibilidad de micropilotes, puesto que la baja resistencia y mala calidad de los hormigones de la cimentación y la estructura impedía proceder al recalce y refuerzo del edificio mediante métodos con necesidad de uniones con capacidad resistente, se optó por un sistema mixto que hiciera funcionar como cimiento las vigas riostras que, así mismo, era preciso introducir, colaborando éstas en la transmisión de cargas.

Se aprovechaba también la necesidad de refuerzo de los soportes, realizada mediante zunchado con angulares empresillados, que permitía la correcta conexión a la base de éstos de las riostras, en orden a una efectiva transmisión de cargas.

Las riostras dispuestas fueron vigas mixtas de acero-hormigón, lo que permitía, por soldadura, la perfecta unión del perfil de la viga mixta (HEB) al refuerzo de acero del soporte. El perfil quedaba, posteriormente, embutido en hormigón a efectos de su protección y disponiéndose la cabeza de

compresión de la citada viga mixta en la parte inferior de la misma, dado el tipo de solicitaciones a soportar. Los conectores empleados fueron casquillos de UPN dispuestos de forma simétrica respecto al centro del perfil.

Además del sistema de arriostramiento brevemente descrito en esta exposición, -se describe ampliamente en la documentación del Proyecto que sigue-, se procedió al recrecido de zapatas con punteo superior del cimiento existente, con canto en el que se embuten las riostras que acometen y ensanche perimetral en forma de viga de cintura, con picado en cuña de la zapata primitiva.

Iniciadas las obras se constató la deficiente disposición constructiva de las zapatas -fotografías págs. 1, 2, 3 y 4- apreciándose un hormigón de bajísima calidad, así como que la armadura de estas zapatas se dispone sobre su cara superior o, mejor dicho, entre esta cara y la solera, carente consecuentemente de efectividad alguna.

Además, -como se constata en las fotografías de págs. 2 y, especialmente, 3- los soportes no anclan su armadura en el cimiento, sino que la disponen en esta capa superior a la zapata y bajo solera.

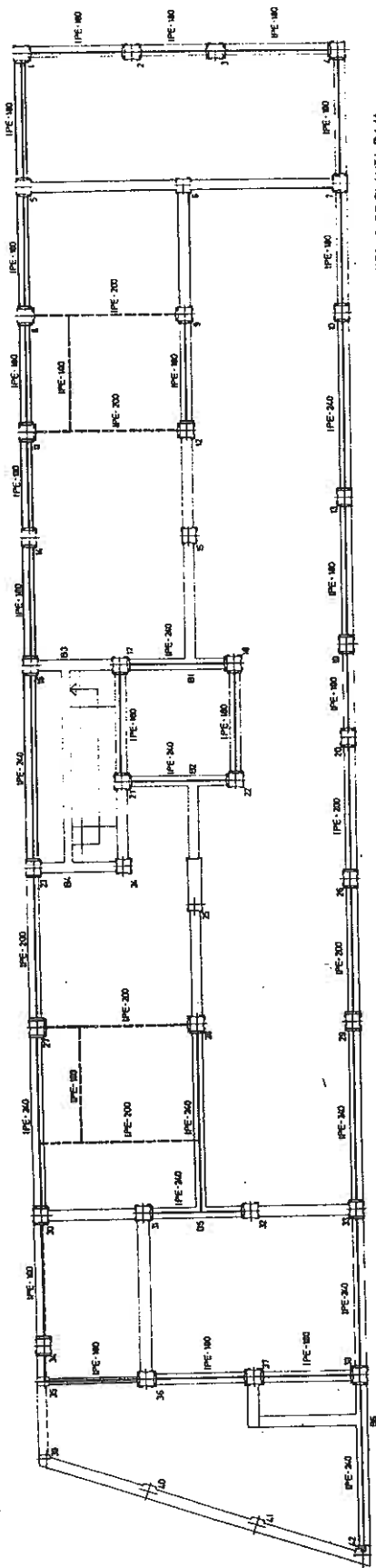
Por todo ello, un sistema que zunchaba los soportes con perfilera de acero, conectaba a este refuerzo el oportuno arriostramiento y embutía el sistema en un recrecido general de zapatas, se planteaba como la mejor y más eficaz solución. El resultado, casi a los cuatro años de efectuado el recalce, viene siendo absolutamente satisfactorio.

La reparación de los sistemas de recogida de agua, concluyó el aspecto de la reparación en consideración. Se sustituyeron acometidas de agua, red de saneamiento y arquetas. Se dispusieron imbornales en calle privada, que fue pavimentada -antes era terrosa-, se entubó la acequia y se reparó, finalmente, la cubierta.

Las obras de reparación se extendieron a otros capítulos, como el refuerzo de estructura, revestimientos, instalaciones, acabados, etc., que no forman parte de los aspectos objeto de consideración en el presente trabajo.

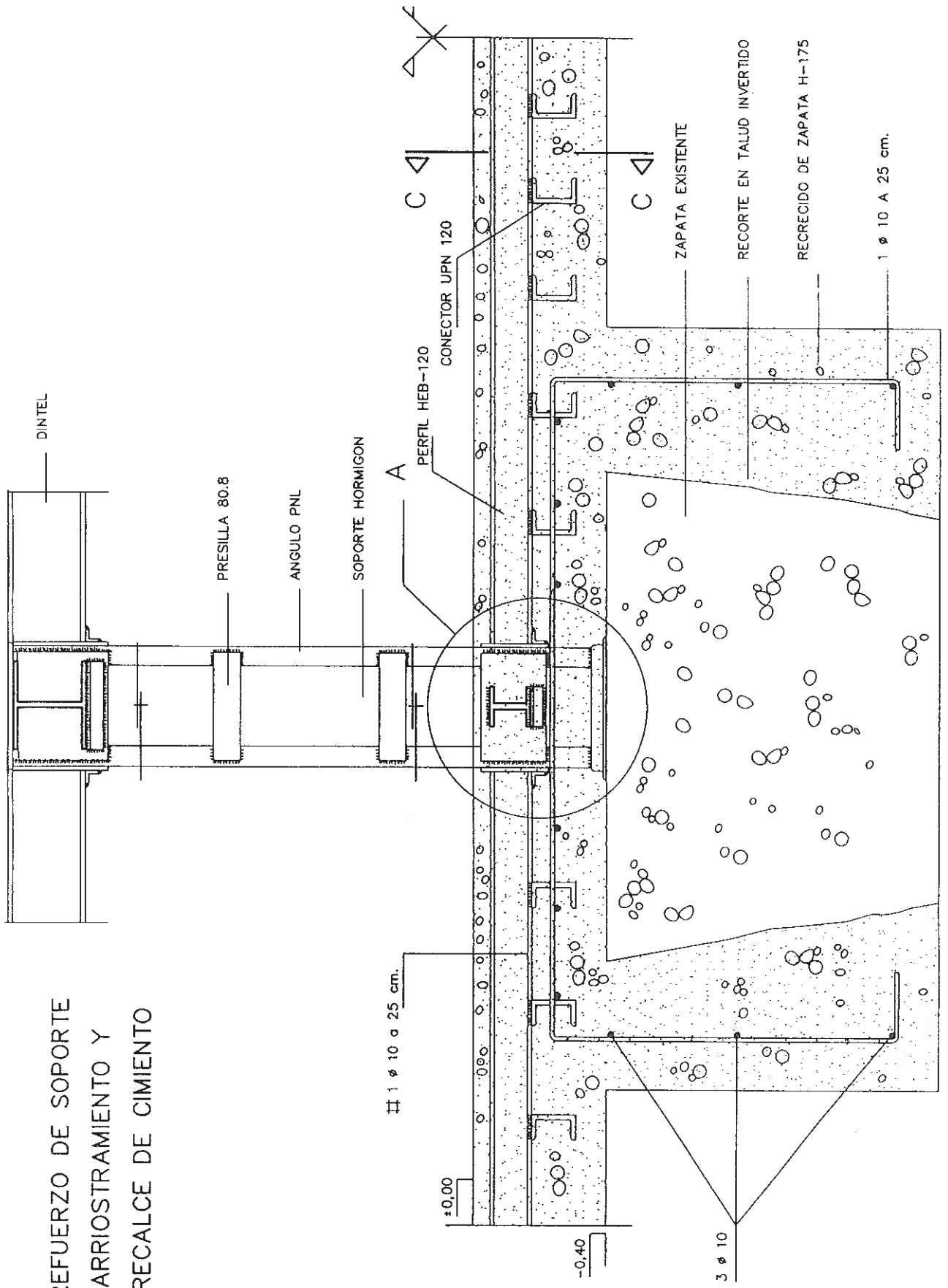
Por lo que respecta a la ejecución de las obras, es importante reseñar que, al igual que con la dirección facultativa, el Juzgado procedió a designar directamente a una empresa constructora, pero no efectuó ningún tipo de contrato que estableciera precios algunos. A petición de esta dirección facultativa, la empresa constructora designada aportó unos "precios de contrata" referidos a la mano de obra, el hormigón armado puesto en obra y el acero estructural montado. A lo largo de la obra, en buena medida ejecutada por administración se aportaron, no obstante, precios contradictorios de algunas partidas de nueva ejecución.

El resultado fue absolutamente satisfactorio en el plano técnico, pero el resultado económico finalizó con gran desviación respecto a las previsiones del Proyecto. En una parte porque, efectivamente, se realizaron múltiples obras sobre las inicialmente previstas en el Proyecto, sobre todo en orden a un mayor nivel de refuerzo de estructura y derivadas de complicaciones adicionales a la ejecución del recalce. Por otra parte, por dificultades impuestas a la ejecución como el no desalojo de viviendas ni locales comerciales del inmueble durante las obras, lo que hizo necesario condicionar el ritmo de los trabajos y funcionar sin interrumpir servicios básicos del edificio, aún cuando se sustituía el saneamiento de forma completa y se afectaban las acometidas de agua, electricidad, etc. Finalmente, la ausencia de contrato de obra hizo que los precios válidos los estableciera el constructor, con una disciplina establecida por la dirección facultativa y aceptada por éste, pero con valores o precios unitarios fijados libremente por el constructor.

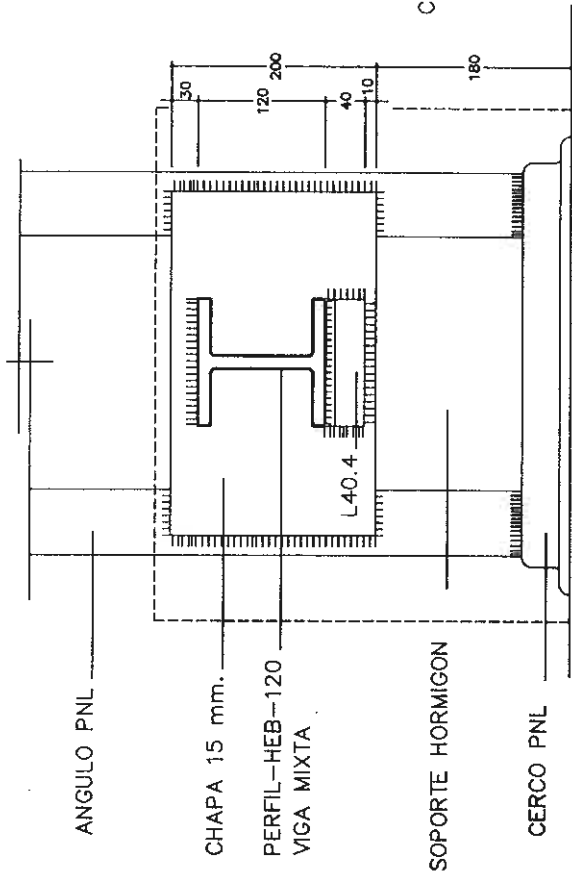


ESQUEMA DE FORJADO TECHO DE PLANTA BAJA

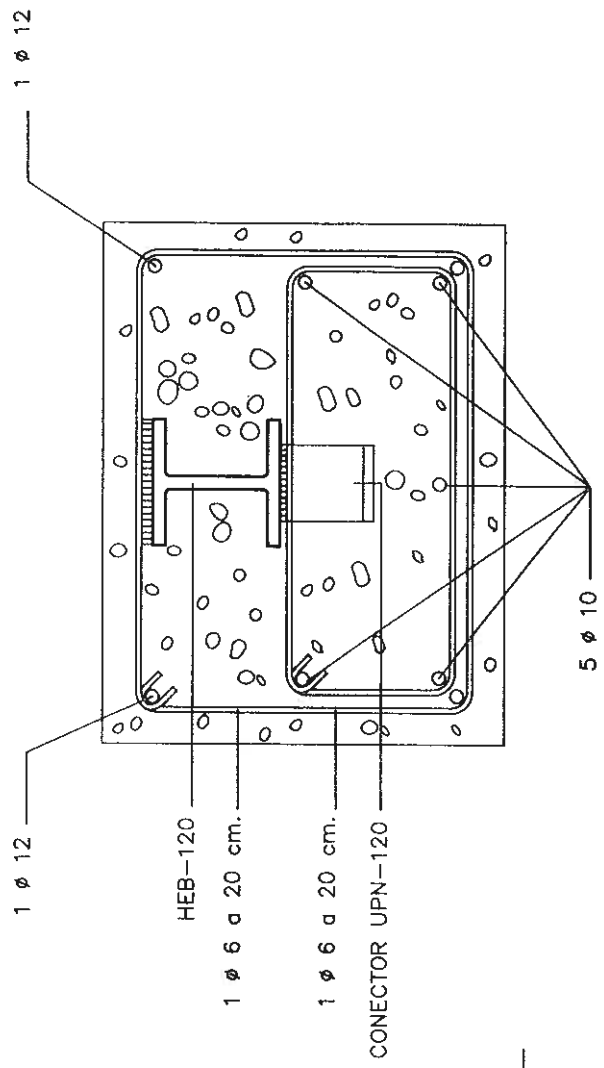
REFUERZO DE SOPORTE  
ARRIOSTRAMIENTO Y  
RECALCE DE CIMIENTO



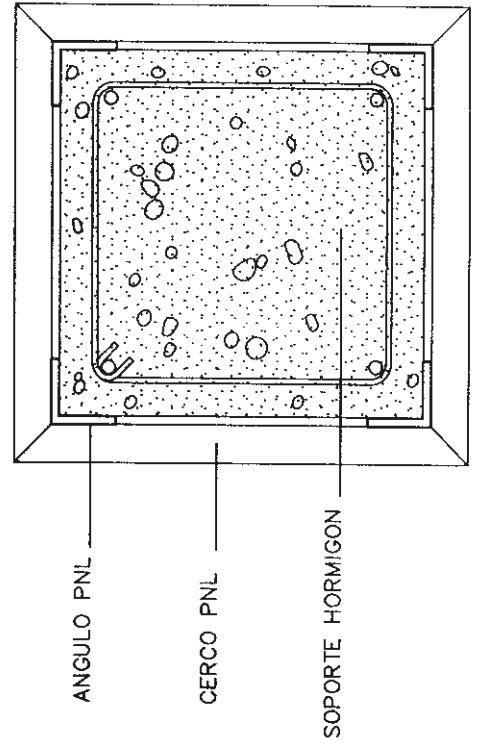
DETALLE A  
BASE DE SOPORTE



SECCION C-C  
RIOSTRA



ALZADO  
PLANTA



## RECALCE POR LOSA ARMADA

La intervención profesional del que suscribe, en este caso que se presenta, se inicia como autor de dictámenes periciales previos en relación con el tema.

En abril de 1989, la edificación que consideramos sufrió un fuerte y repentino asentamiento que la hizo descender hasta 8 cm en algunos puntos. En la fotografía nº 1 se aprecia el hundimiento de solera, en torno a uno de los soportes asentados. El Ayuntamiento de Granada ordenó el desalojo de las viviendas (70) y locales del inmueble.

Los dictámenes a los que antes se hace referencia, emitidos en colaboración con el ingeniero industrial D. Manuel Guzmán Castaños, y que se acompañan bajo el epígrafe de "informes previos" que sigue, analizaban el origen y los efectos del asentamiento.

La estructura del edificio se encontraba poco dañada, salvo en puntos concretos que hubo que apuntalar. El resto, debido a que se constituía por pórticos planos de vigas con descuelgue (50 cm de canto) y forjados autorresistentes apoyados en las jácenas, en todas las plantas, había sufrido el asiento adaptándose y, en el caso de los forjados, inclinándose, pero sin sufrir deterioros de importancia y sin mantener tensiones internas que la llevaran a situaciones críticas.

Con una serie de precauciones que se expresan, se posibilitaba el realojo de los vecinos que, por decreto de la Alcaldía del Ayuntamiento de Granada, fue autorizado.

El Proyecto de recalce, cuya necesidad de ejecutar con urgencia se reflejaba en los dictámenes emitidos, fue encargado a quien suscribe, en colaboración con el ingeniero antes citado.

El edificio que consideramos se sitúa en la misma vía pública que el del caso precedente y frente a él. Existe una gran similitud de condiciones de partida, aunque en este caso los hormigones, sin ser excelentes, no presentaban los niveles de baja calidad y resistencia que en el caso anterior. La cimentación era, como en el anterior, por zapatas aisladas rígidas, en algunos casos con excentricidades inexplicables -ver fotografías- y con absoluta carencia de arriostramiento.

El terreno, arcilloso-limoso, se encontraba empapado de agua debido a las filtraciones del saneamiento dado que, la acequia a la que éste vertía, por elevación del nivel de su cauce por depósitos de arrastres y ausencia de mantenimiento, había dejado bajo el nivel del agua la salida del citado saneamiento, obligando a éste a permanecer en carga de manera permanente.

La compactación del terreno colindante posterior, no edificado, mediante apisonadora-vibradora, pudo motivar el repentino descenso o "recalcón" del edificio.

En este caso, se optó por un sistema de recalce por losa, colocada sobre las zapatas existentes, previamente recrecidas por zunchado de cintura que se aprovechó para conseguir la conexión zapata-losa.

A las zapatas se les produjo el ataludado lateral que permitía el posterior acuñamiento entre zapata antigua y el recrecido perimetral, aplicándose resina epoxi entre hormigones viejos y nuevos.

Las diferencias en la nivelación de zapatas en el terreno hizo que la solución primitiva del Proyecto se viera en la necesidad de adaptación, sin alterarse el sistema global previsto -se adjuntan detalles de dirección de obra conteniendo algunos de los cambios efectuados-.

La ejecución de las zapatas existentes, con un dado inferior de hormigón de bajísima calidad y un estrato o capa superior, de muy poco canto (aproximadamente 20 cm), de mejor calidad, obligó, así mismo, a las reformas del sistema que recogen los detalles citados.

El sistema elegido resolvía el problema de la falta de arriostramiento y permitía disponer la losa armada, en el espacio existente sobre zapatas primitivas, ocupado por relleno de tierras y solera, de tal forma que el nivel superior de la losa (de 45 cm de canto) coincidiera con el nivel primitivo de la solera del sótano.

En este caso, la empresa contratada para efectuar los trabajos lo fue en concurso, al que concurrieron otras tres entidades, resolviéndose a la baja.

El Proyecto contemplaba un presupuesto de contrata de 44.666.076 Pts, siendo el presupuesto ofertado por la empresa adjudicataria de 39.584.778 Pts. La media de los presupuestos ofertados por las restantes empresas no seleccionadas fue de 47.000.000 Pts.

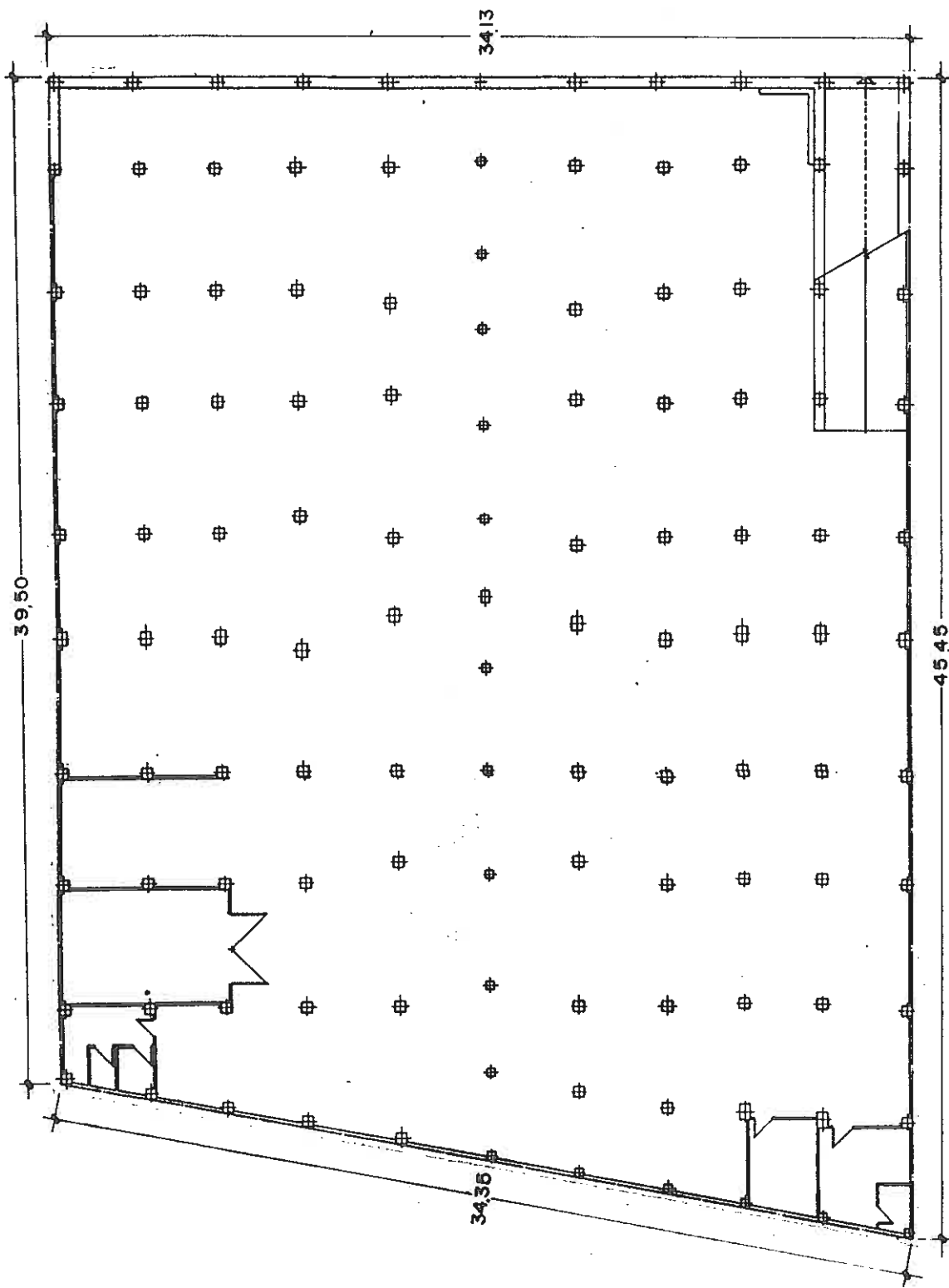
La obra fue finalizada y liquidada económicamente en la cantidad de 44.845.717 Pts, lo que refleja un excelente ajuste en obras de las características de las que se estudian, teniendo en consideración las variaciones obligadas por la situación de zapatas que se presentó. No obstante, es preciso señalar que las obras, en su generalidad, se ejecutaron dentro de la más absoluta regularidad y fidelidad a los planteamientos de Proyecto.

Se procedió también a la sustitución de la red de saneamiento, que pasó a ser suspendida de techo de sótano, así como a la sustitución de acometidas de agua.

Finalmente, aunque ajeno al contenido de este trabajo, se procedió a un refuerzo puntual de elementos de estructura, voladizos y fachadas y a las obras complementarias generales en el edificio.

La reparación de fachadas y voladizos fue objeto de Proyecto independiente, tramitado paralelamente, por un importe aproximado de 10.000.000 Pts de presupuesto de contrata, que resultó, igualmente, cumplido con fidelidad. Se anexan informes de dirección de obra que, junto a la documentación fotográfica que obra, reflejan el desarrollo de la ejecución de las obras.

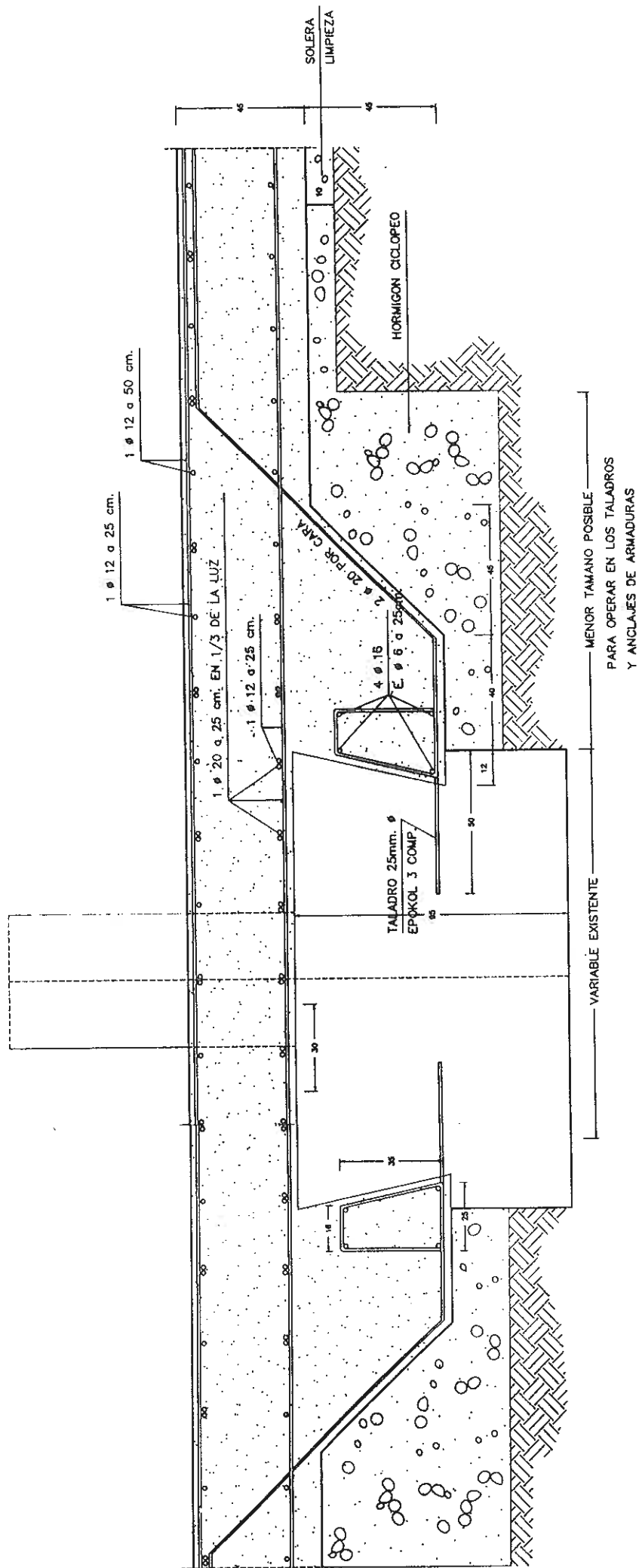
El resultado del recalce hasta la fecha, viene siendo absolutamente satisfactorio.



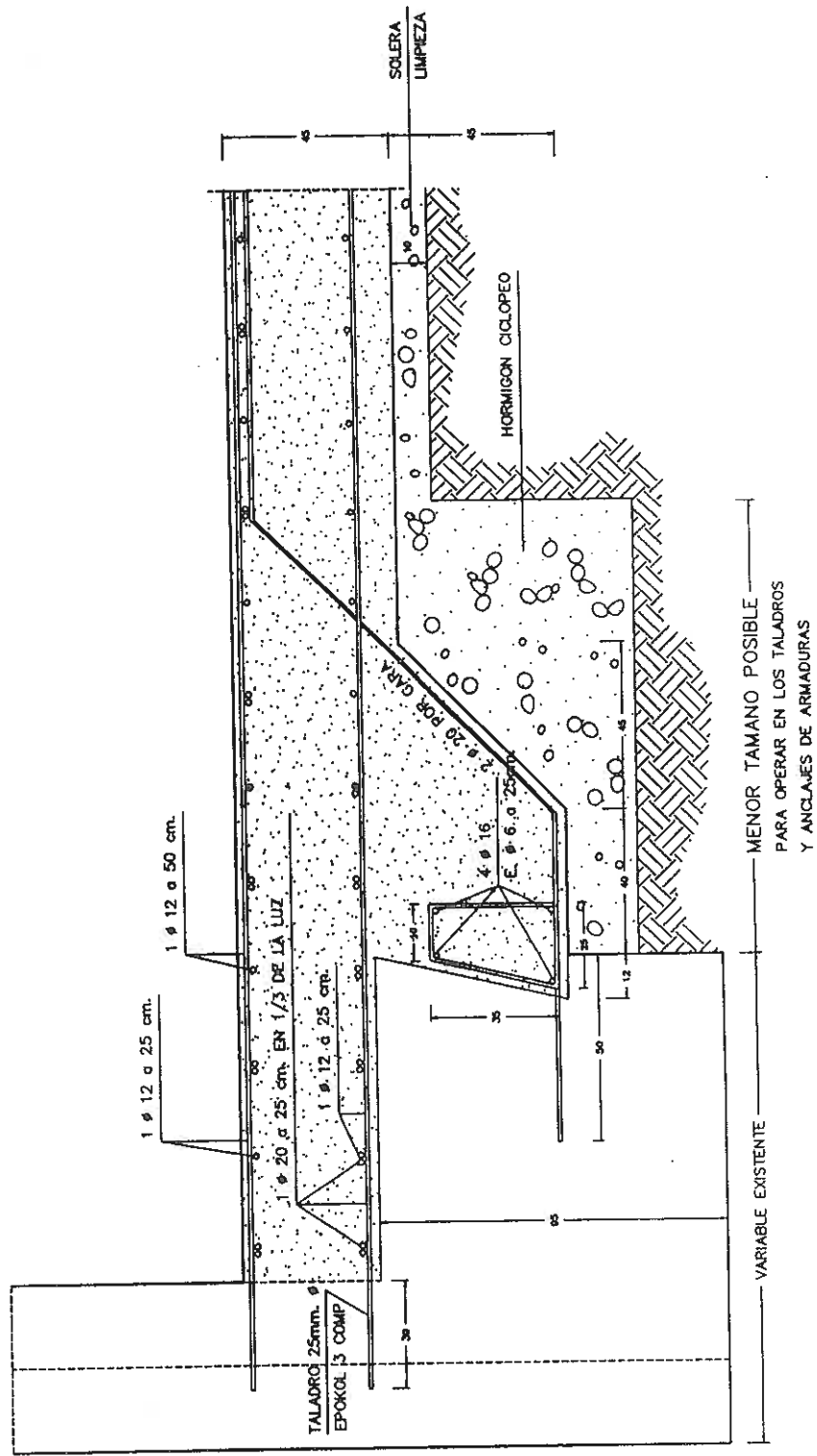
PLANTA SOTANO  
E = 1:500



DETALLE ZAPATA



DETALLE ZAPATA MEDIANERA  
 ( NO SE ANCLA a PILAR )



## BIBLIOGRAFIA

BICZOK, IMRE

Corrosión y protección del hormigón  
Ed. Urmo. Bilbao 1978.

BLACHERE, GERARD

Saber construir  
Editores Técnicos Asociados. Barcelona 1978.

BLEVOT, JEAN

Patología de las construcciones de hormigón armado  
Editores Técnicos Asociados. Barcelona 1977.

CALAVERA RUIZ, JOSE

Cálculo de estructuras de cimentación  
INTEMAC. Madrid 1982.

COMISION PERMANENTE DEL HORMIGON

Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado EH-96  
MOPT. Madrid 1996.

D.A.C.A. BOYNE EDIT. & L. WRIGHT

Architects' working details  
The Architectural Press. Londres.

DAVIDIAN, Z.

Pilotes y cimentaciones sobre pilotes  
Editores Técnicos Asociados. Barcelona 1972.

ESCARIO UBARRI, V. RODRIGUEZ ORTIZ, J.M. y MUZAS LABAD, F.

Refuerzo de cimentaciones mediante inyecciones de cemento-bentonita  
Publicaciones Técnicas. PT-43. RODIO. Madrid 1985.

FERNANDEZ CANOVAS, MANUEL

Patología y terapéutica del hormigón armado  
Ed. Dossat. Madrid 1977.

FERNANDEZ CANOVAS, MANUEL

Las resinas epoxi en la construcción  
Instituto Eduardo Torroja. Madrid 1981.

FERNANDEZ RENU, LUIS F.

Técnicas actuales de excavación de sótanos  
Publicaciones Técnicas. PT-17. RODIO. Madrid.

GARCIA LOPEZ, MARIANO

Cimentaciones y contenciones: Asientos, grietas y fisuras  
Cimentaciones y contenciones: Técnicas de refuerzo y recalzo  
Curso de patología. COAM. Madrid 1991.

GRAUX, DANIEL

Fundamentos de mecánica del suelo: Proyecto de muros y cimentaciones  
Editores Técnicos Asociados. Barcelona 1970.

GUZMAN CASTAÑOS, MANUEL y HERRERA CARDENETE, EMILIO  
Actuaciones sobre estructuras de edificación: Patología, refuerzo y rehabilitación  
Curso de postgrado. Instituto de Estudios Tecnológicos. COAAOr. Granada 1991.

JIMENEZ SALAS, JOSE ANTONIO  
Defectos de la cimentación.  
Incidencias de los trabajos de construcción sobre las cimentaciones vecinas.  
Jornadas técnicas sobre patología de la edificación. CEIA. 1974.

JIMENEZ SALAS, JOSE ANTONIO y DE JUSTO ALPAÑES, JOSE LUIS  
Geotecnia y cimientos  
Editorial Rueda. Madrid 1971.

JOHNSON, SIDNEY M.  
Deterioro, conservación y reparación de estructuras  
Ed. Blume - Labor. Madrid 1973.

JOISEL, ALBERT  
Fisuras y grietas en morteros y hormigones  
Editores Técnicos Asociados. Barcelona 1975.

LAUNDER, V.C.  
Cimientos  
Ed. Blume. Barcelona 1977.

LOGEAIS, LOUIS  
Patología de las cimentaciones  
Ed. Gustavo Gili. Barcelona 1984

LOPEZ COLLADO, GABRIEL  
Ruinas en construcciones antiguas  
MOPU. Madrid 1982.

LLORCA AQUESOLO, JESUS  
Cimentación: Patología y soluciones  
Curso de rehabilitación: COAAOc. Sevilla 1987.

MAESTRE ORTS, MANUEL  
Influencia de las excavaciones sobre edificaciones próximas  
Publicaciones Técnicas. PT-27. RODIO. Madrid 1974.

MAÑA REIXACH, FRUCTUOSO  
Cimentaciones superficiales  
Ed. Blume. 1975.

MAÑA REIXACH, FRUCTUOSO  
Patología de las cimentaciones  
Ed. Blume. 1978.

NUÑEZ OLIAS, JULIAN  
Recalces  
Kronsa. Madrid 1974.

OTEO MAZO, CARLOS  
Curso aplicado de cimentaciones  
COAM. Madrid 1982.

OTEO MAZO, CARLOS  
Cimentaciones profundas  
Curso de control de calidad en la edificación. COAM. Madrid 1980

PEREZ MARTIN, JOSE LUIS JAVIER y otros  
Restauración y Rehabilitación  
Fundación Escuela de la Edificación. Madrid 1991.

RAMIREZ ORTIZ, JOSE LUIS Y BARCENA DIAZ, JOSE MANUEL  
Problemática resistente en el hormigón armado  
COAyAT. Bilbao 1981.

RODIO. CIMENTACIONES ESPECIALES, S.A.  
Restauración de edificios  
RODIO. Madrid 1984.

RODRIGUEZ MARTIN, LUIS FELIPE  
Cimentaciones en medios agresivos  
Curso de control de calidad en la edificación. COAM. Madrid 1980

RODRIGUEZ ORTIZ, JOSE MARIA  
Cimentaciones  
Curso de control de calidad en la edificación. COAM. Madrid 1980

RODRIGUEZ ORTIZ, JOSE MARIA  
Curso aplicado de cimentaciones  
COAM. Madrid 1982.

RODRIGUEZ ORTIZ, JOSE MARIA  
La Cimentación  
Curso de Rehabilitación. COAM. Madrid 1984.

RUSSO, CRISTOBAL  
Lesiones en edificios  
Ed. Salvat. Madrid 1951.

SERRA GESTA, JESUS  
Curso aplicado de cimentaciones  
COAM. Madrid 1982.

SERRA GESTA, JESUS  
Cimentaciones superficiales  
Curso de control de calidad en la edificación. COAM. Madrid 1980

TEXSA / COTEXSA  
Patología del hormigón debido a la oxidación de la armadura:  
Reparación y prevención con polímeros líquidos  
Barcelona 1987.

TOMLINSON, M.J.  
Diseño y construcción de cimientos  
Ed. Urmo. Bilbao 1979.

TRILL, JOHN Y BOWYER, JACK T.  
El caso de la esquina rota y otros problemas constructivos  
Ed. Gustavo Gili. Barcelona 1982.