

Estructura del Centro Canalejas Madrid. Un caso singular de rehabilitación urbana.

David RODRÍGUEZ MUÑOZ

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
MC2 Estudio de Ingeniería
Ingeniero
david.rodriquez@mc2.es

Álvaro SERRANO CORRAL

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
MC2 Estudio de Ingeniería
Director Técnico
alvaro.serrano@mc2.es

Belén BALLESTEROS MOLPECERES

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
MC2 Estudio de Ingeniería
Ingeniero
belen.ballesteros@mc2.es

RESUMEN

La remodelación del conjunto de edificios históricos que componen la manzana de Canalejas supone una delicada actuación que debe responder, no solo a los habituales condicionantes impuestos por las necesidades arquitectónicas y funcionales sino también a los derivados de la intervención en un casco histórico consolidado y, en mayor medida, a los asociados al nivel de protección de los edificios, que en la mayoría de los casos, han obligado al mantenimiento e integración de elementos estructurales preexistentes, como las fachadas y los forjados originales.

ABSTRACT

The rehabilitation of the historic buildings that compose the block of Canalejas requires a very careful intervention in which, additionally to the usual requirements due to architectural functionality, the solution shall give an answer to specific challenges related to an intervention in a historic town center and to the buildings' heritage protection that, in the most of the cases, implies the protection and integration of the structural preexisting elements, as the façades and the former joist floors.

PALABRAS CLAVE: rehabilitación, fachada, ascendente-descendente, apeo de soportes

KEYWORDS: rehabilitation, façade, upward-downward construction process, column interruption

1. Breve introducción histórica. El contexto de la actuación.

La denominada “manzana de Canalejas” es el espacio edificado delimitado por las calles Alcalá, Sevilla y carrera de San Jerónimo y las plazas de Canalejas y Puerta del Sol. De dicha manzana, el área de actuación comprende la totalidad de los edificios con la excepción de los cuatro edificios más occidentales (Figura 1).

La fecha de construcción de los edificios originales es relativamente desigual, oscilando entre finales del s. XIX de la Equitativa, el más antiguo, y 1974 de Alcalá 6, el último en erigirse. Si ha de darse un denominador común es su génesis como edificios de uso mixto bancario-residencial, en los que las plantas principales y los sótanos se dedicaban a la actividad financiera y las plantas altas eran destinadas a viviendas.



Figura 1. Vista general de la manzana de Canalejas en la situación previa a la intervención. En primer plano, los dos edificios emblemáticos del conjunto: La Equitativa (a la derecha, con torreón) y el Banco Hispano-Americano (izquierda, cubierto por una malla)

Con dicho esquema fueron diseñados los dos edificios más icónicos del complejo: Alcalá 14 (“la Equitativa”) y Canalejas 1 (“Banco Hispano-Americano”). El primero nació como sede de la compañía aseguradora que daba nombre al edificio y los sucesivos cambios de titularidad (ha sido también sede del Banco Español de Crédito y del Banesto) han venido acompañados también de profundas alteraciones de la estructura original [1] (Figura 2). Un camino similar ha recorrido el segundo, que naciendo con los albores del nuevo siglo, fue intensamente reformado tras la Guerra Civil alterando el original patio de operaciones y sumando nuevos edificios adyacentes. Siguiendo el rastro de los elementos originales, en ambos edificios la fachada y la primera crujía estructural se encuentran protegidas (Figura 3).



Figura 2. Vista del edificio de la Equitativa a principios del s. XX



Figura 3. Patio de operaciones del edificio de Canalejas 1 en su última etapa

En el resto de edificios, es la fachada el único elemento estructural cuya materialidad se encuentra protegida, pudiendo sustituirse el interior, aunque los volúmenes, niveles, huecos de fachada, posición de soportes, etc. componen un cuerpo de condicionantes al diseño con los que las

autoridades patrimoniales han querido conservar un hilo conductor que una los edificios primigenios con la nueva actuación.

2. Una nueva vida para el complejo

El proceso de adquisición y absorción de los edificios por parte del Banco Santander y su posterior desuso tras la construcción de la Ciudad Financiera en Boadilla del Monte habían convertido el conjunto de edificios independientes en un complejo irregular y laberíntico, en el que las sucesivas intervenciones dificultaban una correcta lectura de los espacios.

El nuevo proyecto parte con una premisa de diseño clara: unificación de los espacios interiores y sustitución de una estratificación vertical (derivada de la separación entre edificios) por una horizontal (derivada del apilamiento de usos). De esta manera, en el nuevo complejo las plantas situadas a nivel de calle son ocupadas por un centro comercial, y sobre el que se sitúa el hotel, que se establece en las principales plantas de los edificios históricos. Las plantas retranqueadas sobre las cornisas de las fachadas históricas albergan una serie de nuevas viviendas, al tiempo que es necesario profundizar en la excavación para crear tres nuevas plantas de aparcamiento que sirvan a los tres usos principales situados por encima (Figura 4).

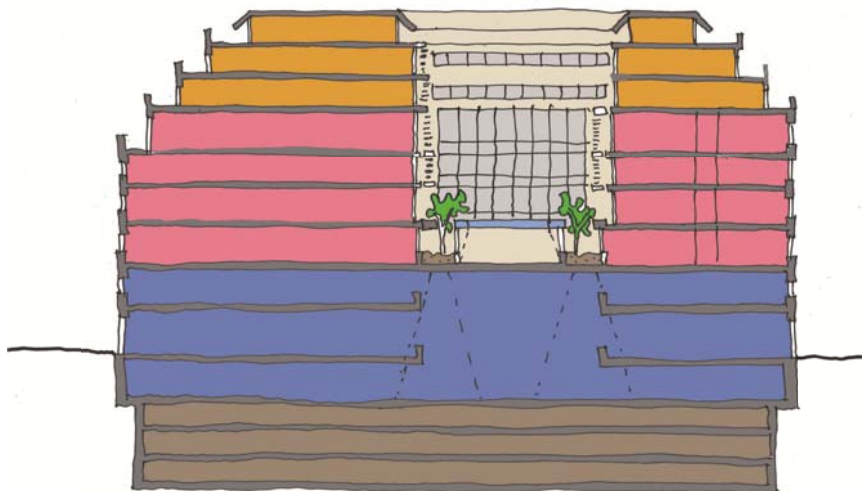


Figura 4. Esquema de usos (sección transversal). De arriba abajo: residencial (naranja), hotel (rosa), centro comercial (azul), aparcamiento (marrón)

La distribución arquitectónica queda lógicamente condicionada por las fachadas, tanto en la modulación en planta como en la distribución de niveles, que deben acomodarse a los huecos existentes. Para maximizar el aprovechamiento interior, se abren dos grandes patios que introducen luz en la zona central del complejo.

Un convenio con el Ayuntamiento de Madrid propicia un intercambio de espacios, de manera que el edificio cede el espacio de las dos primeras crujías de la fachada de la calle Sevilla al nivel de sótano 1 para su incorporación a la infraestructura de transporte resultante de la transformación del actual aparcamiento existente bajo dicha calle. A cambio, el edificio gana la posibilidad de usar la cuña de terreno que, bajo la calle Alcalá, se sitúa entre la fachada y el túnel de la línea 2 de Metro.

3. El proyecto estructural. Retos y condicionantes.

3.1. Líneas maestras del proyecto estructural

Desde el punto de vista tipológico, el proyecto estructural podría ser considerado relativamente convencional, estando fundamentalmente compuesto por una estructura de **losas macizas** y soportes y núcleos de hormigón armado. En la búsqueda de espacios diáfanos, las luces se sitúan en el entorno de los 10 m, lo que deriva en cantos de losa de 30 o 35 cm de manera general. Se descartan otras tipologías alternativas como la estructura metálica, la prefabricada o las losas postesadas ya que, aunque aportan un menor peso, tienen una difícil implantación en la malla irregular de soportes.

Como contrapunto a la tipología básica de la nueva actuación se encuentran los **forjados existentes protegidos**, cuya conservación es preceptiva y que ocupan la primera crujía estructural junto a las fachadas de los edificios de Alcalá 14 y Canalejas 1. Dichos forjados están compuestos por viguería metálica (IPNs de ala estrecha, generalmente) y entrevigado cerámico, con un estado de conservación excepcionalmente bueno dada la edad de los materiales. Los ensayos realizados sobre las viguetas metálicas han revelado adecuados niveles de resistencia, rigidez y soldabilidad del acero (Figura 5).

Salvo en casos excepcionales, no se ha producido la sustitución de los elementos estructurales de la primera crujía, limitándose la actuación a la sustitución de la capa de compresión existente y su conexión a las viguetas mediante la adición de pernos conectadores, a fin de obtener una sección mixta de mayor rigidez que la original, capaz de cumplir los requerimientos de la normativa actual (Figura 6).

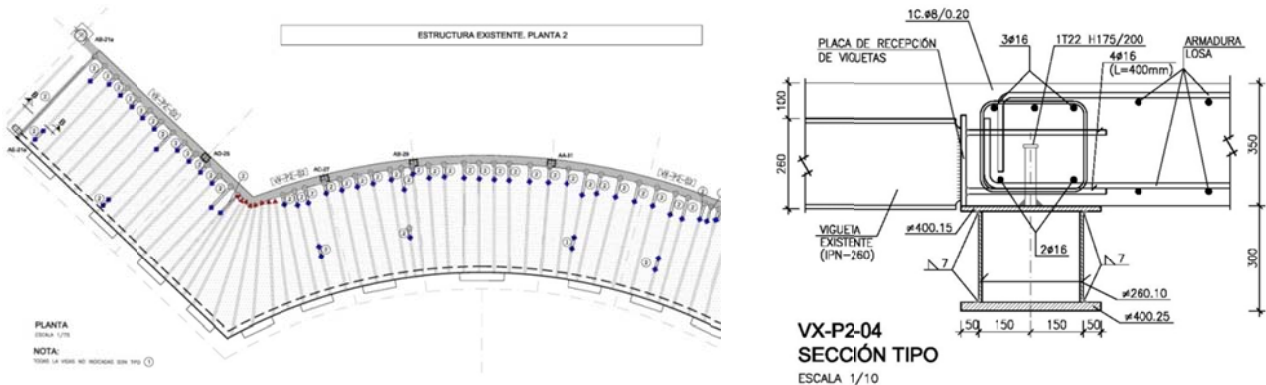


Figura 5. Planta de forjado original en el edificio de Canalejas 1 (izquierda) y sección transversal de la viga de transición entre la primera crujía y la estructura interior

La transición entre la primera crujía original y la estructura interior se lleva a cabo mediante una viga descolgada en forma de cajón armado que dota a la alineación de una rigidez adicional y que rememora el pórtico metálico original. Dicha viga se apoya sobre soportes también metálicos que, aunque de nueva fabricación, se sitúan sobre el emplazamiento de los originales, contribuyendo así a mantener un hilo conductor que facilite la lectura de la historia de los edificios.



Figura 6. Vista de las actuaciones en la primera cruzía. A la izquierda, viguetas originales a las que se le han soldado los pernos conectadores, previamente al ferrallado y hormigonado de la nueva capa de compresión. A la derecha, viga de transición entre primera cruzía y estructura interior discurriendo entre los estabilizadores provisionales de fachada.

Los elementos estructurales horizontales también se ven fuertemente influidos por el carácter diferenciado de los edificios. El criterio original de unificación interior debe ser forzosamente adaptado a los huecos de fachada, por lo que los forjados incorporan frecuentes cambios de nivel, que se materializan como pliegues de la propia losa para obtener líneas de rigidez que minimicen las deformaciones producto del incremento de luz equivalente que se produce (Figura 7)



Figura 7. Alzados de fachada y niveles de forjado originales.

La superposición de usos en altura con diferentes necesidades funcionales redundan en mallas de soportes cuya modulación no es coincidente, por lo que es necesario generar diferentes **estructuras de apeo de soportes**. En general, los elementos de transferencia de carga se sitúan en el sótano 1, que funciona como planta interfaz entre la zona aérea del edificio y la zona subterránea. Sin embargo, pueden encontrarse otros grupos de vigas cargadero en plantas superiores, tanto para la eliminación puntual de soportes debido a las necesidades de un uso específico, como series de vigas para los retranqueos de las zonas más elevadas.

En términos generales, las vigas cargadero son resueltas mediante vigas mixtas en sección doble T, bien con perfiles laminados para las de menor entidad, bien con secciones armadas para las de mayor luz. Los elementos más potentes son los situados sobre la vertical del muelle de carga de

camiones, cuya luz entre ejes de soportes es de 13.65 m y cuyo canto total (incluyendo la losa) asciende a 2.15 m

Esta tipología resulta especialmente ventajosa ya que aprovecha la losa superior como cabeza de compresión obteniendo una elevada rigidez con un peso relativamente reducido y una menor fluencia a largo plazo que las ejecutadas en hormigón (Figura 8).



Figura 8. Vigas de apeo de soportes asociadas al nivel de Planta Baja

En el caso de las crujeías situadas junto a la fachada de Sevilla, la planta de transferencia se sitúa en el nivel de calle con el fin de dejar el espacio inferior diáfano para la infraestructura de transporte objeto del convenio descrito en el punto anterior.

El elemento de mayor entidad para el apeo de soportes es el situado sobre el gran salón de banquetes del hotel ("Ball Room") que, como espacio icónico de la instalación, requiere de una amplitud incompatible con la malla de soportes de las habitaciones situadas en las plantas superiores. Para minimizar el número de soportes en este gran salón, se ha proyectado un **emparrillado de celosías** de gran canto que apea ocho soportes y en cuyo interior se aloja una planta técnica de instalaciones (Figuras 9 y 10)

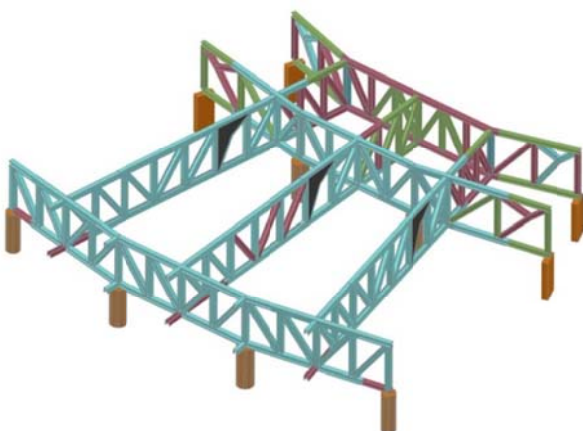


Figura 9. Modelo 3D de las celosías situadas sobre el BallRoom



Figura 10. Vista del montaje de las celosías

Las celosías, de canto igual a 3.4 m, están compuestas por perfiles de tamaño nominal igual a 300 mm, de las series HEA, HEB y HEM, reforzándose en las zonas más solicitadas mediante chapas laterales y/o frontales. El uso del espacio interior a las celosías condiciona el tamaño de los pasos necesarios para el mantenimiento de la maquinaria allí alojada, lo que obliga a quebrar las diagonales en coincidencia con dichos pasos. En los casos en los que el quiebro agota la capacidad de los perfiles, se ha dispuesto una chapa lateral continua que maciza por completo el paño, colaborando en una transmisión menos acusada de las tensiones.

La tipología y distribución de **soportes** está íntimamente ligada con los usos principales del edificio: así, se disponen soportes apantallados en las zonas de hotel y aparcamiento, ya que la forma se adapta de mejor manera a las particiones; en el centro comercial se trata de elementos redondos o cuadrados que aportan una mayor versatilidad; y por último, en las plantas destinadas a vivienda, los soportes son cuadrados de muy pequeña entidad para no condicionar una distribución que puede sufrir cambios a lo largo de la vida útil del edificio. En general se trata de elementos de hormigón armado en calidades HA-45 y HA-30. Se disponen soportes metálicos, en cambio, en el bajo rasante con el fin de facilitar su conexión a los encepados provisionales, tal y como se verá en el capítulo siguiente. Son igualmente metálicos, aunque por diferentes razones, los asociados a la primera crujía estructural de los edificios BIC, tal y como se ha descrito algunos párrafos más arriba.

A pesar de que las dimensiones máximas de la superficie de la manzana (140 m x 70 m) se encuentran por encima del límite de lo habitualmente ejecutado sin juntas, en el caso que nos ocupa se tomó la determinación de prescindir de ellas debido a que su materialización en fachada implicaría desvincular las fachadas existentes entre sí e incorporaría algunas desventajas funcionales en la distribución arquitectónica que difícilmente compensarían la ventaja estructural. Para absorber, por consiguiente, los esfuerzos derivados de las variaciones térmicas y de la evolución reológica de los materiales, se introdujeron en el diseño tres grandes **núcleos** de hormigón coincidentes con núcleos de comunicación vertical y que situados de manera perimetral a la posición aproximada del punto fijo, limitan los movimientos derivados de los efectos antes mencionados (Figura 11).

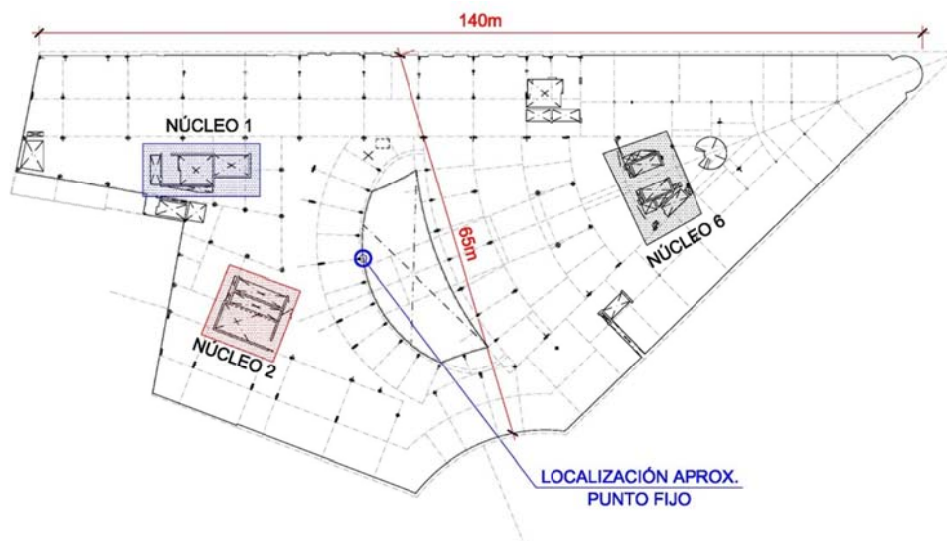


Figura 11. Esquema de situación de los núcleos estructurales y ubicación aproximada del punto fijo

A pesar de que el edificio se asienta sobre arenas tosquizas de gran capacidad portante, la **cimentación** es fundamentalmente pilotada, debido a que el procedimiento constructivo elegido así lo exige. El diámetro de los pilotes varía entre 0.82 y 1.20 m, alcanzando profundidades máximas de 35 m (aproximadamente 18 m de empotramiento). Los encepados están compuestos típicamente por dos pilotes, aunque por razones de carga o distribución geométrica, se disponen grupos de 3 o 4.

Bajo las fachadas y en las zonas ocupadas por los estabilizadores (ver punto siguiente), la cimentación es micropilotada, debido a la imposibilidad de acceso de la maquinaria a esta zona. La losa de apoyo de los núcleos también se encuentra pilotada, aunque la superficie ocupada es suficiente para alcanzar la resistencia como cimentación superficial. Dado que el comportamiento real de las mismas se encontrará en un punto intermedio, el armado del elemento de reparto recoge la envolvente de ambas situaciones.

Los únicos elementos que incorporan una cimentación puramente superficial son los soportes que exclusivamente recogen plantas de aparcamiento, sin continuidad en a través de la planta interfaz.

3.2. Conservación de las fachadas

Aunque se ha descrito en el punto anterior la génesis de las tipologías estructurales recogidas en el proyecto, los principales condicionantes para el proyecto estructural provienen más de su peculiar emplazamiento que de las necesidades funcionales. Por un lado, la imprescindible conservación de las fachadas en su materialidad y emplazamiento durante la totalidad de la ejecución de la obra implica la generación de estructuras provisionales de apeo y estabilización que aseguren la integridad de la fachada. Contra la práctica habitual, en la que dichas estructuras provisionales se ubican de manera exterior a la parcela, se tomó la decisión de que los sistemas fueran interiores al edificio (por razones de movilidad ciudadana y coste, fundamentalmente) por lo que sus dimensiones y ubicación debían ser compatibles tanto con la geometría preexistente de los edificios, como con la geometría futura del nuevo complejo.

Por la amplitud del tema y su interés, estas estructuras provisionales y su interacción con el resto del edificio son objeto de una ponencia adicional, por lo que no se abunda aquí sobre ellas.

3.3. Cimentación provisional, contención y proceso constructivo

Si la obligada presencia de las fachadas durante la totalidad de la ejecución de la obra supone la inclusión de un factor de indudable influencia sobre el diseño y la construcción del edificio, no lo es menos la profundización de la cota de cimentación en un casco urbano histórico. La cota de cimentación del nuevo complejo se sitúa entre 10 y 15 metros por debajo del nivel de los sótanos preexistentes, por lo que los muros de sótano originales son ampliamente insuficientes para recoger los empujes del terreno circundante. Se impone la necesidad de generar una nueva contención que, debidamente arriostrada, permita la profundidad requerida por el proyecto.

El ámbito de la parcela queda delimitado por elementos que imponen diferentes requerimientos a dicha contención (Figura 12). Por un lado, se sitúan el resto de edificios que componen la manzana y que, quedando fuera del complejo conservan una línea de medianera con la actuación. Su cota de cimentación es relativamente somera, por lo que la contención debe evitar descalces que deriven en afecciones estructurales a los mismos. Siguiendo el sentido de las agujas del reloj, la cuña bajo la calle Alcalá permite desplazar la contención a la línea tangente al túnel del Metro, desgajando su ejecución de las labores de apeo y estabilización de fachada. En las alineaciones

correspondientes a la calle Sevilla, a la plaza de Canalejas y a la carrera de San Jerónimo, por el contrario, la contención definitiva coincide en planta con la fachada actual por lo que ambas labores deben tener una solución común. En las dos primeras la cercana presencia del aparcamiento subterráneo municipal descarga de empujes hasta una cota equivalente al Sótano 2 pero en la alineación de San Jerónimo no existe ningún elemento que rebaje el nivel de empujes.

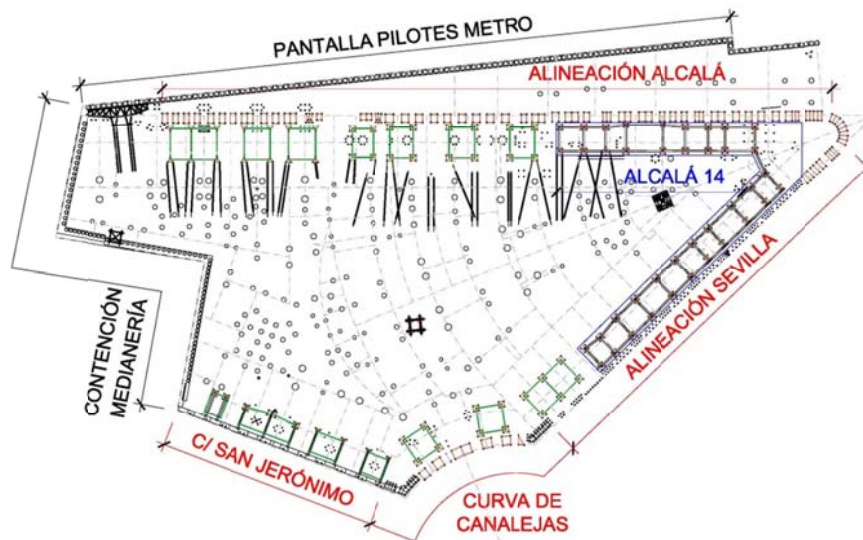


Figura 12. Planta de las alineaciones de fachada y contención

Siendo netamente diferentes los condicionantes de cada una de las alineaciones, la solución a implementar no puede ser homogénea sino particularizada. En las alineaciones de medianera y junto al túnel de Metro, se disponen pantallas de pilotes dado que la accesibilidad para la maquinaria es viable. En las alineaciones de Sevilla y Canalejas, el reducido volumen de empujes permite la ejecución de muros en descendente al abrigo de los mismos micropilotes que sirven de apeo de fachada. Por último, en la carrera de San Jerónimo, se realiza un muro completo mediante bataches que, en pozo, descienden hasta la cota de cimentación definitiva.

Los mismos elementos que condicionan la tipología de contención a utilizar en cada caso determinan de igual manera las posibilidades reales de arriostramiento. Se descartan por las dimensiones de la parcela los elementos tipo “estampidor”, al tiempo que se considera poco viable la utilización de anclajes al terreno debido a las múltiples interferencias. De esta manera, el proceso decisional conduce casi indefectiblemente a un proceso constructivo ascendente-descendente en el que los propios forjados de sótano aseguran el arriostramiento de la excavación.

El proceso constructivo ascendente-descendente se basa en la ejecución simultánea de dos tajos a partir de una planta interfaz, realizada en primer lugar. El tajo ascendente es fundamentalmente convencional siguiendo los procesos y tareas propias de la ejecución de una estructura habitual de hormigón o metálica. El tajo descendente debe simultanear las tareas propias de la ejecución de estructura con las relativas a la excavación y evacuación de tierras. De manera previa debe haberse realizado la planta interfaz y la cimentación de la estructura superior, que de manera habitual, se realiza mediante pilas-pilote coincidentes con los soportes del bajo-rasante.

Como se ha mencionado en párrafos anteriores de la presente comunicación, el forjado de Sótano 1 funciona tanto como planta de transferencia para el cambio de eje de los soportes como planta interfaz del proceso ascendente-descendente lo que implica que las mallas de vigas cargadero y

los encepados provisionales deben coordinarse entre sí, tal y como puede verse en la siguiente imagen (Figura 13).



Figura 13. Vista de la colocación de las vigas cargadero perpendiculares a la fachada de Alcalá y su apoyo sobre encepados provisionales

Al igual que en el capítulo de estabilización y apeo de fachada, el desarrollo de la construcción del complejo es un tema demasiado amplio para ser resumido en la presente ponencia, por lo que se remite al lector interesado a la comunicación específica que sobre ese tema se ha desarrollado.

4. Conclusiones

De forma habitual, el proyecto estructural en el ámbito de la edificación se encuentra condicionado por numerosos factores, de manera que las soluciones elegidas a menudo responden en menor medida a la optimización estructural que a la funcionalidad arquitectónica o el requisito estético. En una ubicación tan peculiar como de la manzana de Canalejas, donde intervienen numerosos factores externos a la propia estructura, el reto del proyecto estructural se magnifica: debe hallarse la solución específica que exige cada zona sin perder la coherencia general, determinar soluciones sistemáticas que, al mismo tiempo, puedan adaptarse a cada caso concreto.

5. Participantes

Propiedad: OHL Desarrollos

Dirección Técnica: Inmobiliaria Espacio

Diseño arquitectónico y Dirección de Obra: Estudio Lamela

Dirección de Ejecución: B & V Aparejadores

Proyecto de estructuras y asistencia técnica: MC2 Estudio de Ingeniería (Grupo Tyspa)

Consultoría Técnica a la Propiedad: CHC Ingenieros

Construcción: OHL

Referencias

- [1] E. Cebrián, Una operación quirúrgica a un edificio de Madrid, Revista de Obras Públicas. 2763 (1945) 277-289