

# Otros espacios: auditorio, vestíbulo de acceso y ábside

Other areas: auditorium, foyer and apse

**Jesús Jiménez Cañas.** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. jjiménez@nb35.es

**Eduardo Gimeno Fungairiño.** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. egimeno@nb35.es  
NB35, S.L.

**M<sup>o</sup> Mercedes Madrid Ramos.** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. mmadridr@dragados.com

**Antonio Tabera García.** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. atabera@dragados.com  
DRAGADOS S.A. (Dirección Técnica)

**Resumen:** Se describen las actuaciones llevadas a cabo en el nuevo Salón de Actos, en el Vestíbulo de Acceso y en el ábside del propio Edificio Villanueva. El auditorio se estructura en cuatro niveles y está construido bajo rasante con profundidades máximas de unos doce metros. El nuevo Vestíbulo de Acceso se desarrolla a lo largo de la fachada posterior del edificio Villanueva, y el antiguo Salón de Actos del Museo se ha convertido en un gran vestíbulo bajo el nombre de *Sala de las Musas*.

**Palabras Clave:** Ampliación del Museo del Prado; Tipología estructural; Proceso constructivo

**Abstract:** The article describes the work carried out in the new Auditorium, the Foyer and the Apse of the original Villanueva Building. The auditorium is built on four levels and is raised below ground level, going down to maximum depths of twelve metres. The new Foyer is arranged along the rear façade of the original Villanueva building, and the former Assembly Room has been converted into a large foyer named the *Room of the Muses*.

**Keywords:** Extension to the Prado Museum; Structural type; Construction process

## 1. Descripción de las zonas

En el conjunto de las obras de Ampliación del Museo del Prado, en el espacio situado entre la zona de la ampliación que alberga el antiguo Claustro de los Jerónimos y el edificio de Villanueva se distinguen otras dos zonas: el Auditorio y el nuevo vestíbulo de acceso al Museo, cuya descripción es objeto de este artículo.

Conjuntamente con las anteriores zonas y por su vinculación funcional con ellas, también se describen una serie de actuaciones llevadas a cabo en el propio Edificio Villanueva.

## 2. Auditorio

La zona denominada de Auditorio comprende el Salón de Actos, propiamente dicho, y los espacios colin-

dantes que le conectan con las zonas de Vestíbulo y Claustro. Esta zona se estructura en cuatro niveles que albergan los diferentes espacios relacionados con el uso principal de auditorio. En su totalidad se trata de una construcción bajo rasante, situada bajo la calle Ruiz de Alarcón y, en parte, bajo el parterre de nueva construcción que se desarrolla entre el edificio Villanueva y la calle.

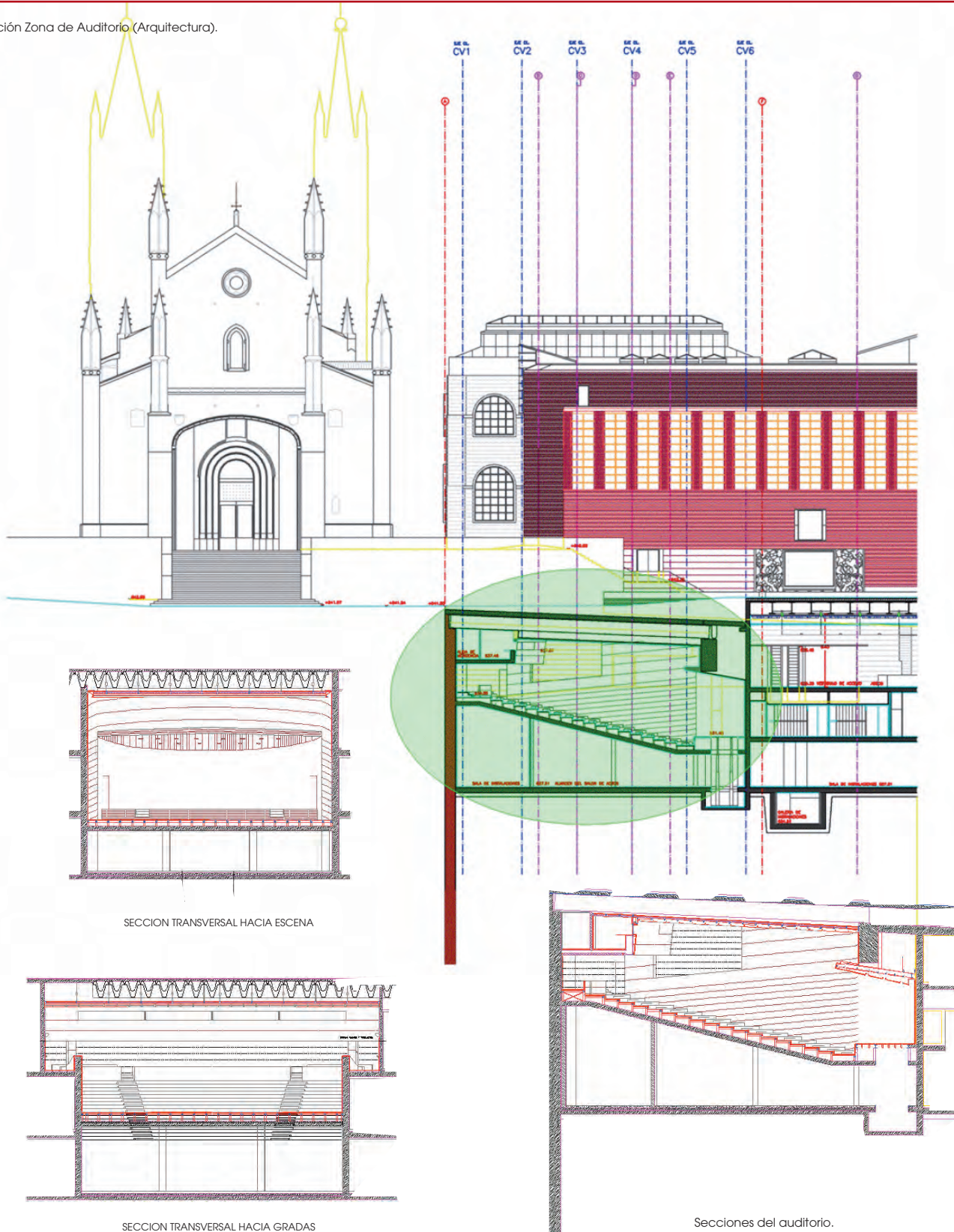
La máxima profundidad de excavación de esta zona es de unos 12 m, sin embargo, la distancia de la Iglesia de los Jerónimos ya no es tan importante y, por tanto, la contención de tierras se realizó mediante muros pantalla convencionales con anclajes provisionales al terreno.

El proceso constructivo se realizó de forma tradicional, ejecutando inicialmente las pantallas y excavando a cielo abierto por fases, en función de los niveles de anclajes de cada zona, hasta completar la máxima excavación.

Se admiten comentarios a este artículo, que deberán ser remitidos a la Redacción de la ROP antes del 30 de diciembre de 2007 / Recibido: octubre/2007. Aprobado: octubre/2007



Sección Zona de Auditorio (Arquitectura).





Panorámica del auditorio antes de la ejecución del graderío.



Encofrado de la losa de graderío del auditorio.



Transporte de vigas prefensadas de la cubierta del auditorio.



Detalle de montaje de prelasas sobre las vigas de cubierta.



Vista inferior de las vigas de la cubierta.

La cimentación de toda esta zona es de tipo directo, mediante zapatas, debido a las excelentes características de resistencia y de rigidez del terreno.

La estructura vertical está formada por pilares y por muros de hormigón, estos últimos conforman un recinto cerrado, a modo de caja, que contiene el Auditorio. Tienen un espesor uniforme de 0.40 m con ligeros sobrecanchos locales, y van desde cimentación hasta la cubierta.

Las diferentes plantas de la zona (graderío, entreplantas, conexión con vestíbulo, etc.) están resueltas mediante losas macizas de hormigón.

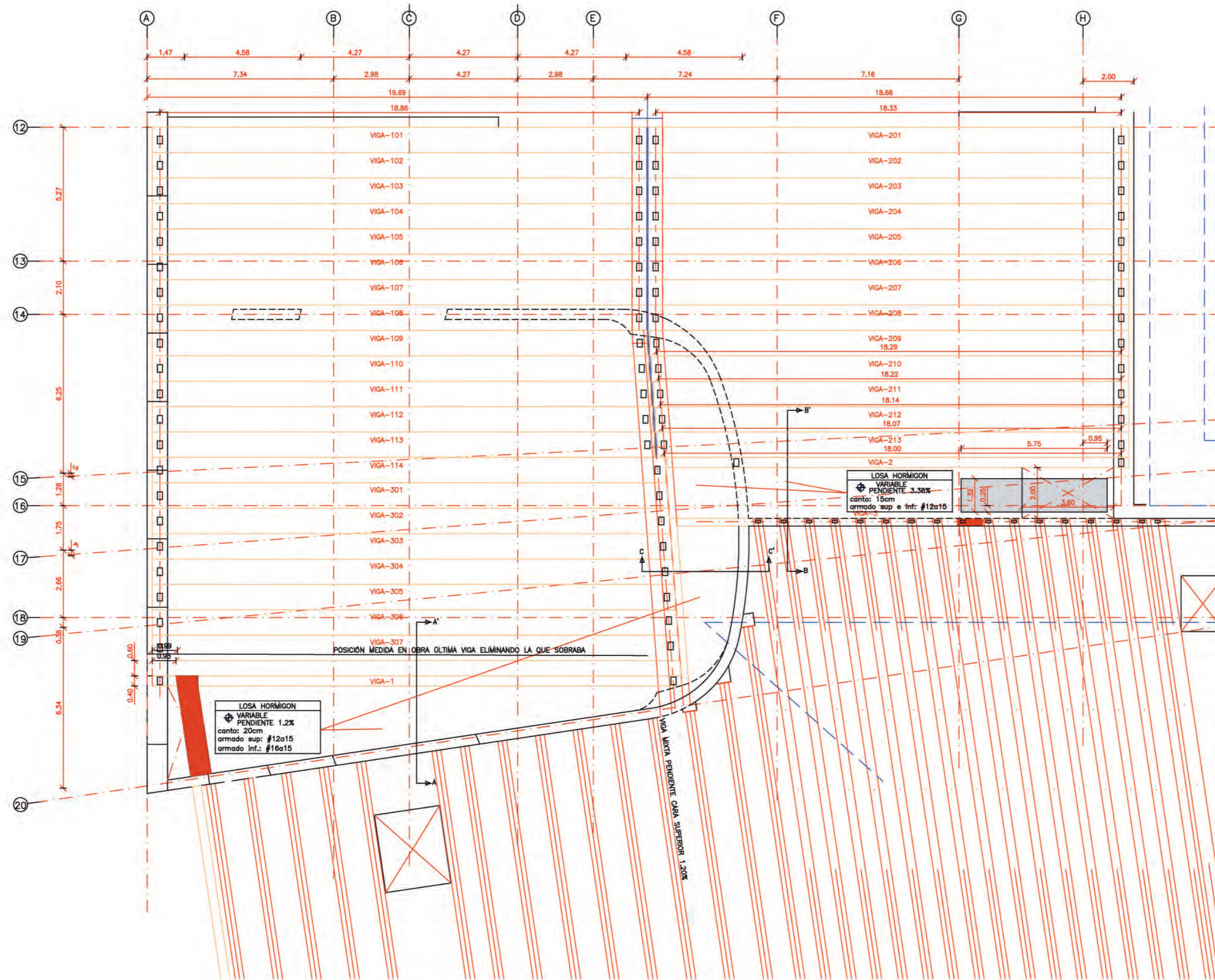
La cubierta del Auditorio se resuelve mediante vigas prefabricadas de hormigón pretensado, con sección

transversal en forma de V, adosadas unas a otras. La distancia entre ejes de las vigas es de 1,00 m y el canto de 1,05 m, la estructura se completa con una losa de 15 cm de espesor, resultando un canto total de 1,20 m. Estas vigas soportan las cargas del tráfico de la calle y de los parterres de cubierta.

Las vigas prefabricadas van apoyadas en los muros pantallas y en una viga intermedia de hormigón, que atraviesa el auditorio y descansa en unos sobrecanchos de su muro perimetral. La luz que salvan las vigas prefabricadas varía de 18,65 a 20,25 m y en los apoyos sobre los muros pantalla y la viga intermedia se disponen neoprenos armados.



**PLANTA CON REPLANTEO DE VIGAS DE CUBIERTA DE LA ZONA DEL AUDITORIO**



**3. Vestíbulo de acceso**

El nuevo Vestíbulo de Acceso al museo se desarrolla a lo largo de la fachada posterior del edificio Villanueva, ocupando el espacio delimitado por el citado edificio y por la calle Ruiz de Alarcón.

La profundidad de excavación de esta zona es de unos 11 m., lo que ha hecho necesaria la construcción de un muro pantalla para contención de la calle Ruiz de Alarcón. La sustentación provisional de esta pantalla se ha realizado mediante anclajes provisionales al terreno. Del lado del edificio Villanueva no ha sido necesario construir ningún muro pues ya existía una construcción subterránea, que era la sala principal de instalaciones del museo, que ha quedado al descubierto al realizar el resto de la excavación.

La cimentación y plantas de nueva construcción que ocupan el espacio entre el muro pantalla y la sala de instalaciones se han resuelto de forma convencional mediante zapatas, pilares y losas de hormigón.

Finalmente, la cubierta del vestíbulo, que ha de soportar las elevadas cargas del parterre, se salva con un vano único, logrando una diafanidad total. La estructura de cubierta tiene uno de sus apoyos en la vertical del muro pantalla del lado de la calle, pero el apoyo interior, que tiene cierta separación con respecto a la fachada del edificio Villanueva, interfiere completamente con la sala de instalaciones, dando lugar a unas actuaciones con cierta singularidad, ya que durante toda la obra ha sido necesario mantener permanentemente en servicio las instalaciones del museo.

Para soportar las cargas transmitidas por la cubierta a lo largo de esta fachada interior se diseñó un gran pórtico rígido a base de pilares y vigas metálicos. Los pilares atraviesan la losa de cubierta de la citada galería y llevan las cargas al terreno, al nivel de la solera. Para independizar la nueva estructura de la existente ha sido necesario adoptar una serie de detalles constructivos que han condicionado las distintas soluciones.

Con el fin de minimizar la afección a las cimentaciones del interior de la sala, que en numerosas ocasiones interferían con el arranque de los nuevos pilares, se

**Otros espacios: auditorio, vestíbulo de acceso y ábside**

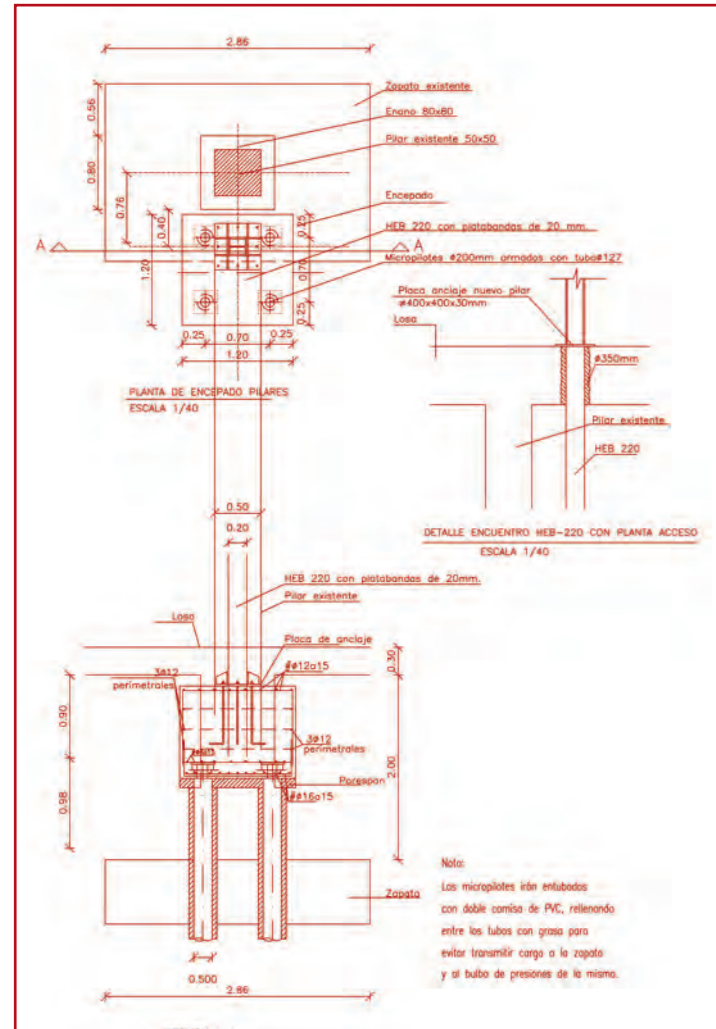


Inicio excavación de la zona de vestíbulo.

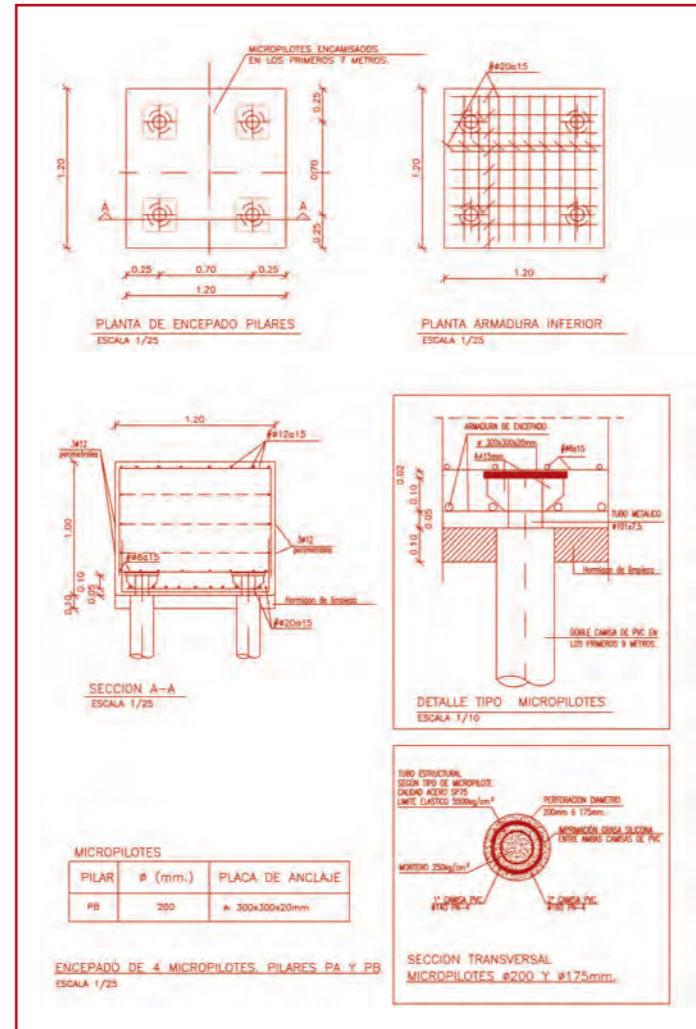
recurrió a la utilización de una cimentación profunda mediante micropilotes, de esta forma, las nuevas cargas se transmitían al terreno en profundidad, sin alterar el estado tensional de los bulbos bajo las zapatas existentes. Cuando los micropilotes coincidían con la cimentación existente se ejecutaron perforando las zapatas y disponiendo una doble camisa metálica, introduciendo entre ambas camisas un material deslizante que permite el movimiento de ambas estructuras independientemente garantizando que, en ningún caso,

Montaje del pórtico metálico de la fachada interior de la zona de vestíbulo.





Detalles de la cimentación mediante micropilotes.

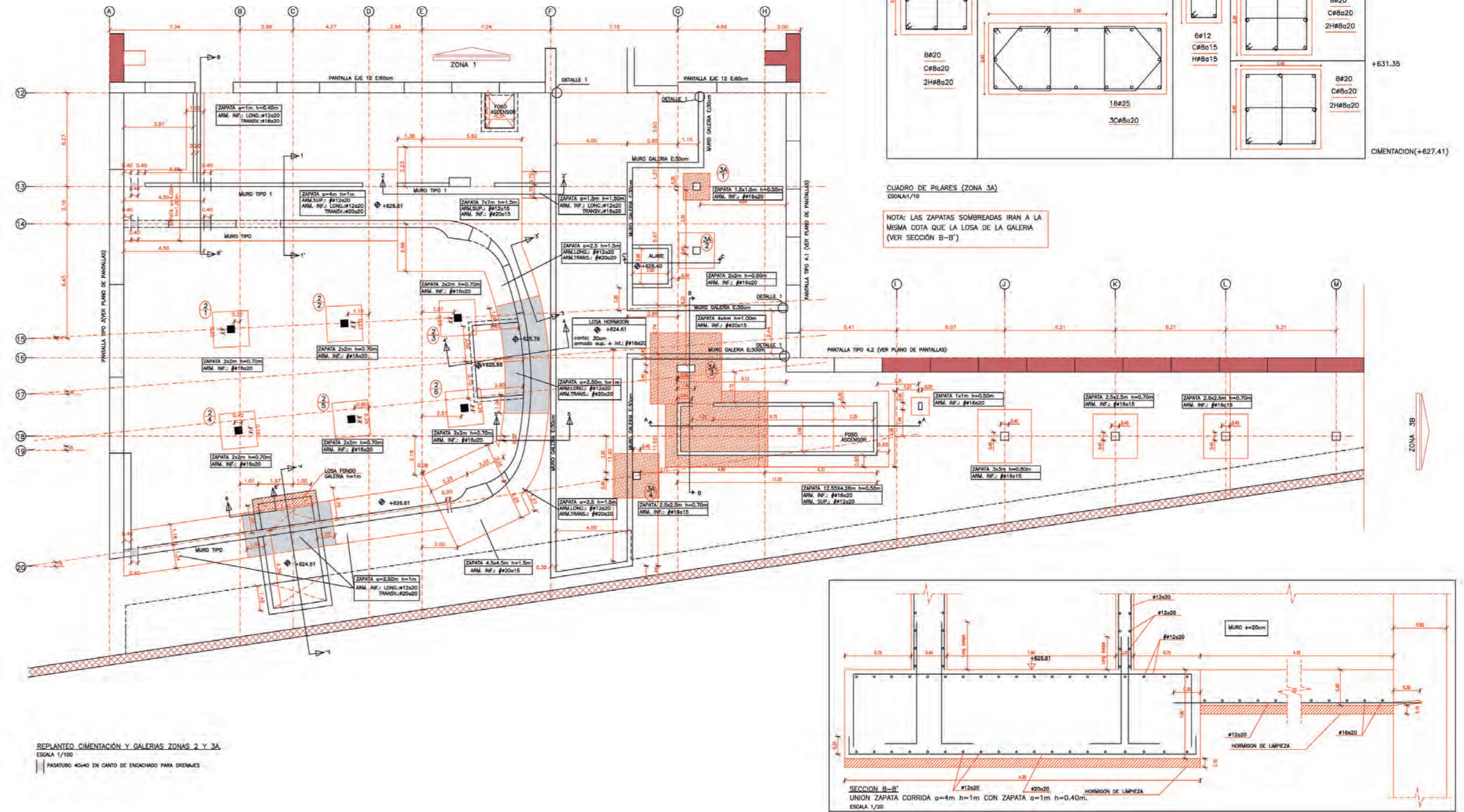


Detalles de la cimentación mediante micropilotes.



Detalle encapado de micropilotes.

PLANTA DE CIMENTACIÓN DE LA ZONA DEL AUDITORIO



Las cargas de la nueva estructura lleguen a afectar al funcionamiento de la estructura antigua. Los encepados que no interfirieran con cimientos existentes se construyeron de forma convencional, alojándolos bajo la solera de la galería.

De forma similar, los pilares metálicos del pórtico de apoyo atraviesan la losa aligerada de la cubierta existente, que exclusivamente los confina, coaccionando el pandeo, pero sin que exista ningún tipo de transferencia de cargas verticales.

La cubierta del vestíbulo, que sustenta los parterres, se ha resuelto con vigas mixtas de luces variables entre 15 y 20 m y canto también variable, según la pendiente de la





**A. BIANCHINI, Ingeniero, S.A.**

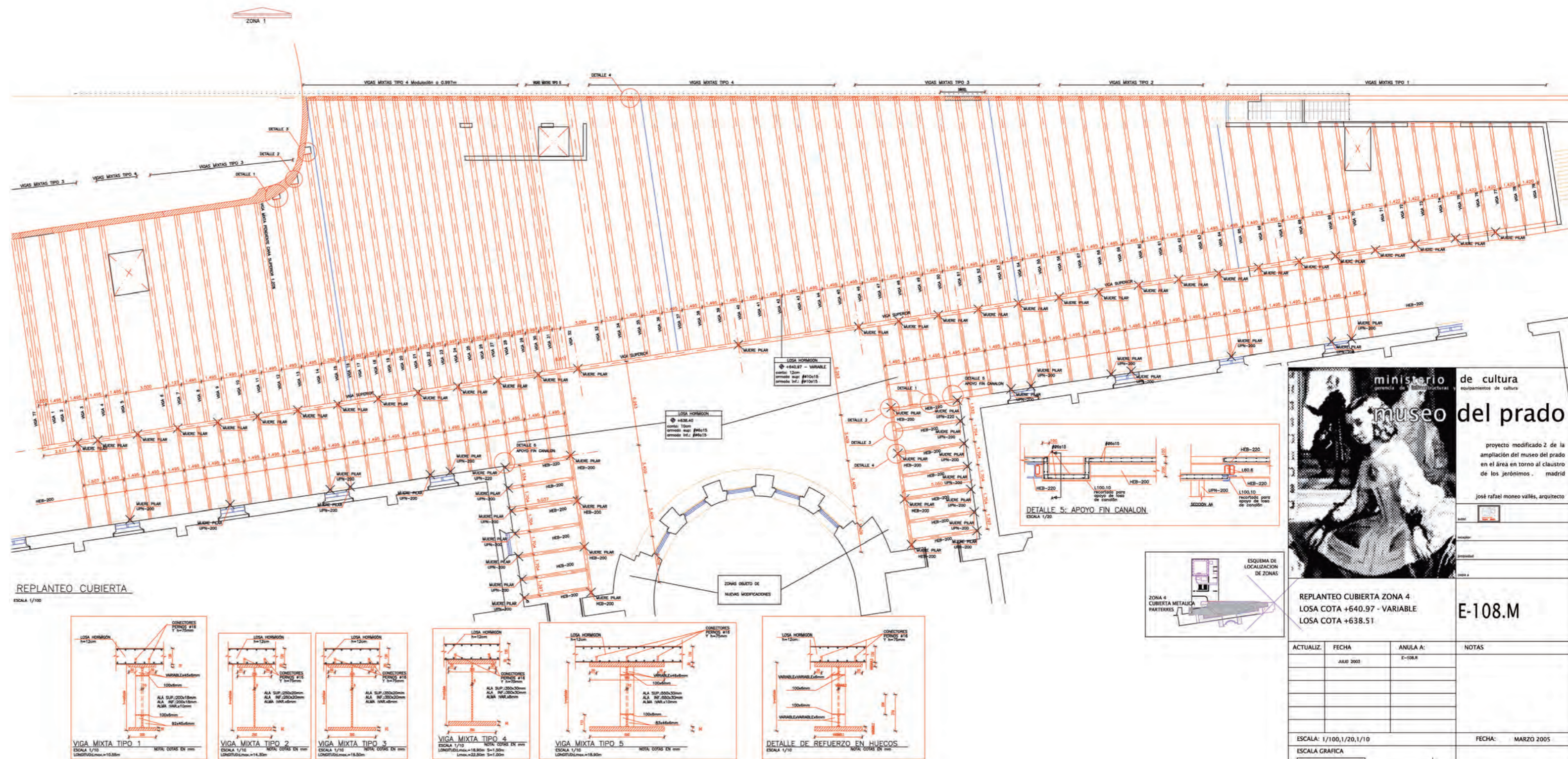
Nuevo revestimiento  
**GALFAN®**

**gaviones metálicos  
gaviones recubrimiento  
enrejados triple torsión  
alambres y fibras**

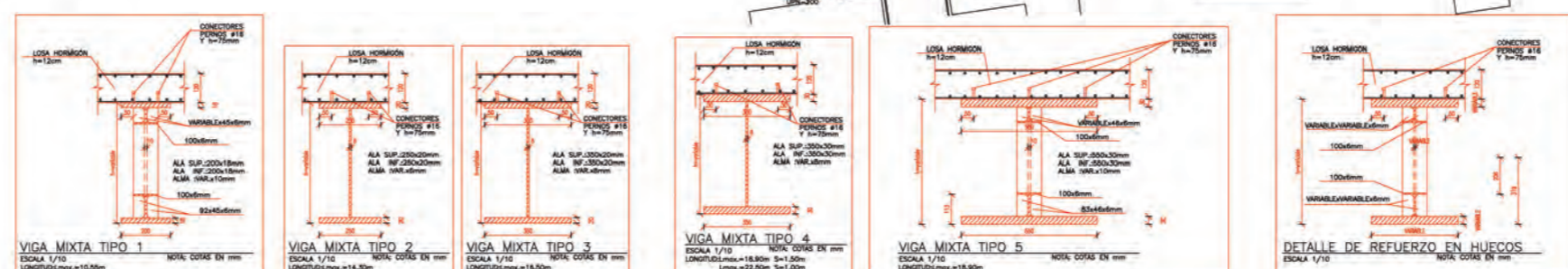


Comercial: Gran Vial, 8 · Tel. 93568 65 15 · Fax 93 568 65 11 · 08170 · Montornès del Vallès  
Diputació, 279, 1.º, 3.ª · Tel. 93 496 13 00 · Fax 93 496 13 01 · 08007 Barcelona  
E-mail: bianchini@abianchini.es - comercial@abianchini.es www.abianchini.es

**PLANTA DE LA CUBIERTA DE LA ZONA DEL VESTÍBULO**



REPLANTEO CUBIERTA  
ESCALA 1/100



REPLANTEO CUBIERTA ZONA 4 LOSA COTA +640.97 - VARIABLE LOSA COTA +638.51		ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN DE ZONAS	E-108.M
ACTUALIZ.	FECHA		
	JULIO 2003	E-108	
ESCALA: 1/100, 1/20, 1/10			FECHA: MARZO 2005
ESCALA GRAFICA			
0 5 10M			

**DIRECTORIO DE EMPRESAS**



**INFRAESTRUCTURAS Y MEDIOAMBIENTE**

**CAMPOS DE ACTIVIDAD**

- AEROPUERTOS Y TRANSPORTE AÉREO
- DESALACIÓN, POTABILIZACIÓN Y DEPURACIÓN DE AGUAS
- HIDRÁULICA Y RECURSOS NATURALES
- EDIFICACIÓN/EDIFICIOS SINGULARES
- TRANSPORTE TERRESTRE
- COSTAS Y PUERTOS

**ÁREAS DE NEGOCIO**

- INGENIERÍA
- CONSTRUCCIÓN
- EXPLOTACIÓN

**AENOR**  
**R**  
Empresa Registrada  
ER-0029/1995

Rafael Calvo, 3 y 5  
28010 Madrid  
Tel.: 91 592 39 00  
Fax: 91 592 39 01 / 02  
e-mail: comercialinf@tecnicasreunidas.es

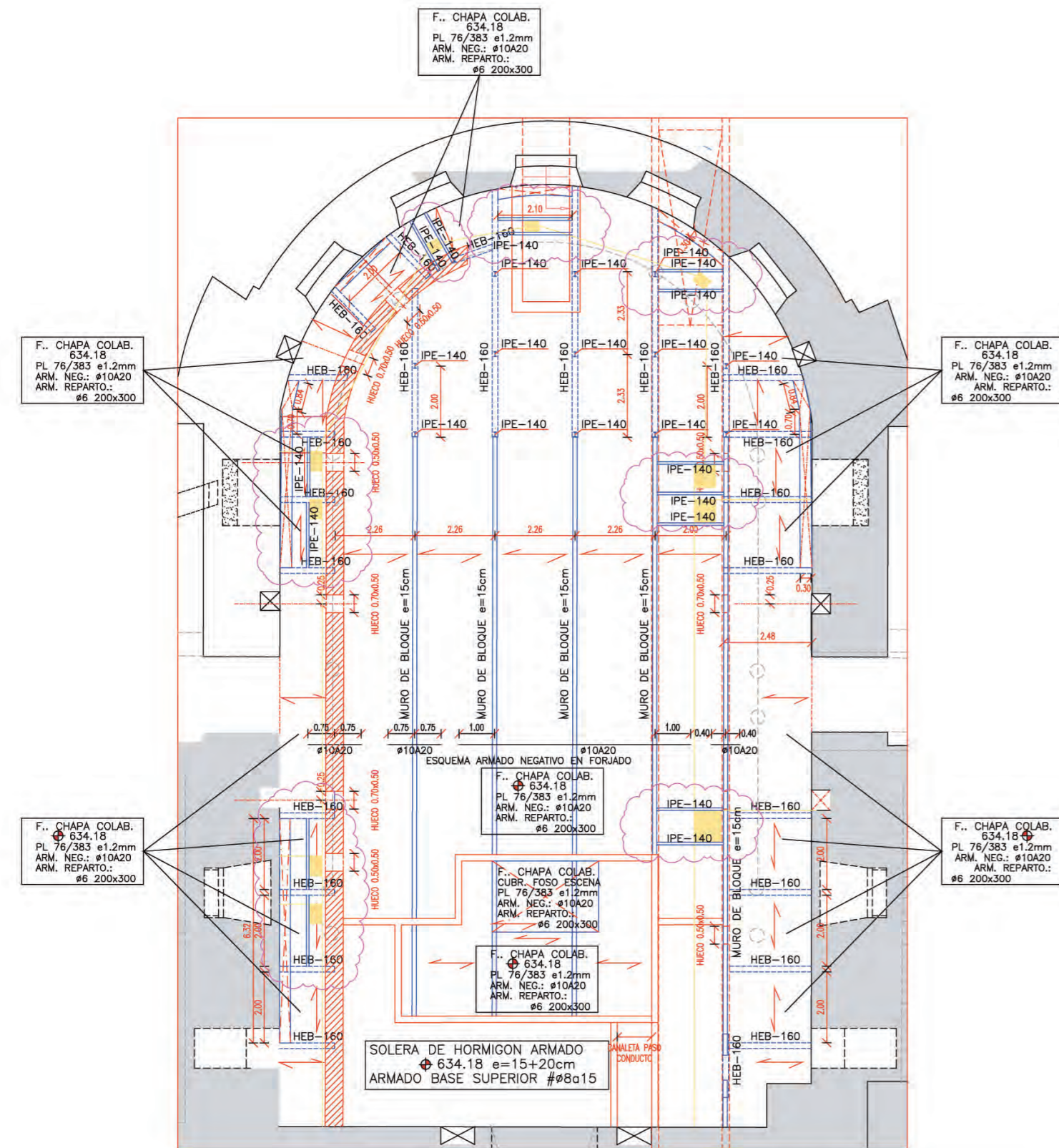
**AENOR**  
**G**  
Gestión Ambiental  
CGM-99/037



**VÍAS DE COMUNICACIÓN  
OBRAS HIDRÁULICAS  
OBRAS MARÍTIMAS  
PLANTAS INDUSTRIALES  
OBRAS SUBTERRÁNEAS  
EDIFICACIÓN Y ARQUITECTURA  
RESTAURACIÓN Y REHABILITACIÓN**

Avenida de Europa, 18 · Parque Empresarial La Moraleja  
28108 Alcobendas (Madrid)  
Tel.: 91 663 28 50 · Fax: 91 663 30 99  
www.accionacom

ACTUACIONES EN LA PLANTA DEL ÁBSIDE (ANTIGUO SALÓN DE ACTOS)

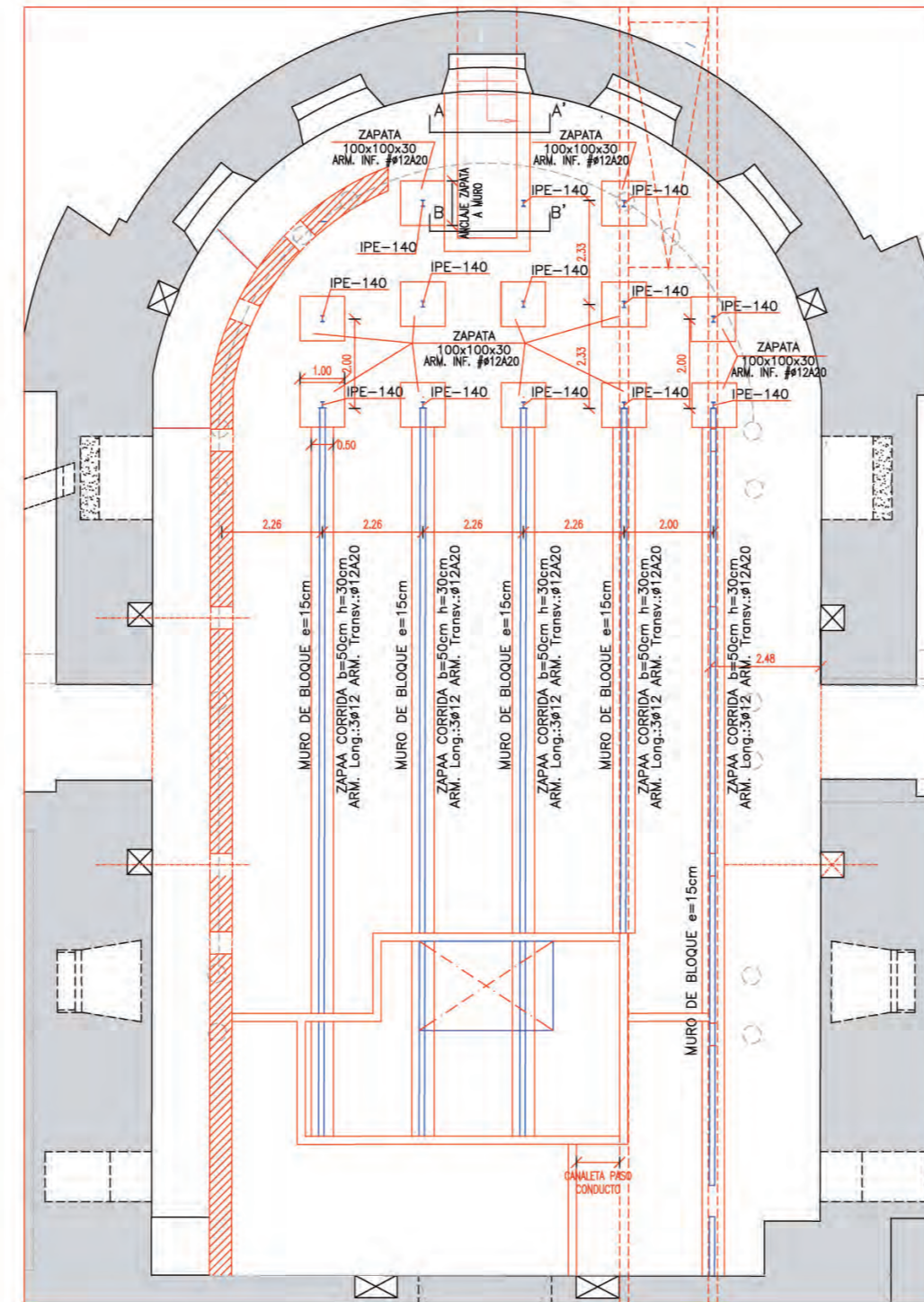


REPLANTEO FORJADO CHAPA COLABORANTE

E: 1/100

NOTA:

- 1.- LOS HUECOS PERIMETRALES DE b=30cm SE CONFIRMARÁ CON EL DETALLE CONSTRUCTIVO DE ARQUITECTURA.
- 2.- LOS HUECOS EN MURO PARA PASO CONDUCTOS SE FIJARÁ SU POSICIÓN EN VERTICAL ATENDIENDO AL PLANO DE INSTALACIONES.
- 3.- UNA VEZ DEMOLIDO EL FORJADO DE LAS GALERIAS PERIMETRALES SE CONFIRMARÁ LA EXISTENCIA DE MURO DE LADRILLO PARA APOYO NUEVO FORJADO.



REPLANTEO CIMENTACIÓN

E: 1/100



Arriba, vigas de cubierta originales al inicio de las obras. A la izda., actuación en planta del antiguo salón de actos.

en un gran vestíbulo de acceso o ábside, bajo el nombre de Sala de las Musas.

El antiguo salón, rodeado por muros de fábrica, con el foso del escenario, el patio de butacas y una serie de pilares intermedios, que soportaban la planta superior, se ha transformado en una sala completamente diáfana, con el condicionante añadido de realizar todas las obras sin interrumpir ni interferir, en ningún momento, el uso de la sala superior.

Para acometer la transformación ha sido necesario demoler diferentes zonas de los muros de fábrica de ladrillo perimetrales y cubrir con una losa de hormigón armado el foso para el elevador, situado bajo el antiguo escenario.

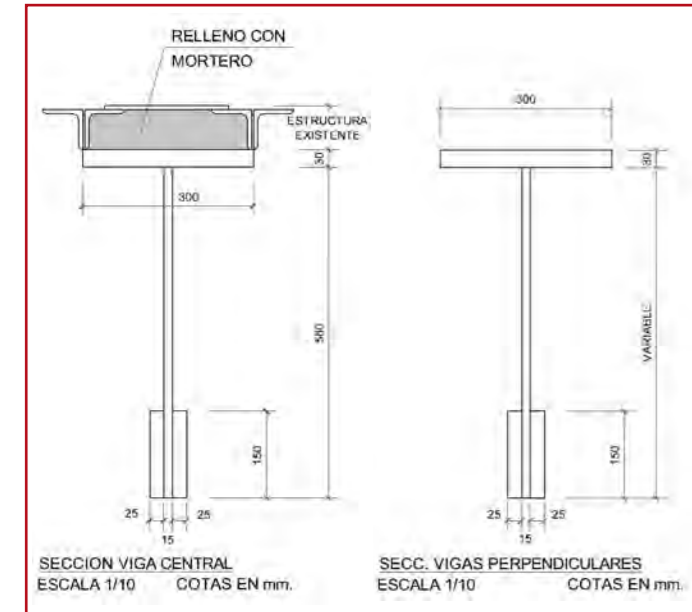
También se ha ejecutado un forjado de chapa colaborante apoyado en muros de fábrica de bloque que descansan sobre la zona deprimida del antiguo patio de butacas del auditorio. De esta manera se ha igualado la cota del pavimento del nuevo ábside tanto en el centro como en la periferia, antiguamente más elevada.

La parte más importante de la actuación ha sido la eliminación de los pilares situados en el interior del ábside, bajo la sala principal de la pinacoteca. La supresión de los mismos ha motivado que el esquema estructural vigente hasta ese momento dejara de tener validez, siendo necesario adoptar un nuevo esquema que

Vista de las vigas de cubierta originales, pilares metálicos y entreplanta.







Detalle vigas de cubierta del ábside.

recogiera y trasladara las cargas del forjado superior del ábside a los muros periféricos, prescindiendo de la colaboración de los citados pilares.

La nueva estructura está constituida por un conjunto de vigas metálicas, dispuestas en planta en forma de espina de pez, de manera que se plantea una viga longitudinal en el eje del ábside y una serie de vigas transversales embrochadas con ella que transportan las cargas a los apoyos laterales en los muros de fábrica principales. El trabajo del conjunto es bidireccional, siendo la viga principal, en la zona del ábside la longitudinal para pasar a ser de reparto en el tramo en el cual los muros son paralelos; es decir, en este tramo las vigas sometidas a mayor responsabilidad son las transversales.

Las vigas transversales apoyan en una viga de borde situada en un cajeadado practicado en el muro perimetral. Dicha viga está constituida por una sección en forma de U excepto en la zona de huecos (ventanas o puertas), cuando actúa a modo de cargadero, que tiene sección transversal en forma de T.

Las vigas armadas están conformadas con pletinas de acero laminado y con sección transversal en disposición de doble T asimétrica. El ala superior tiene 300

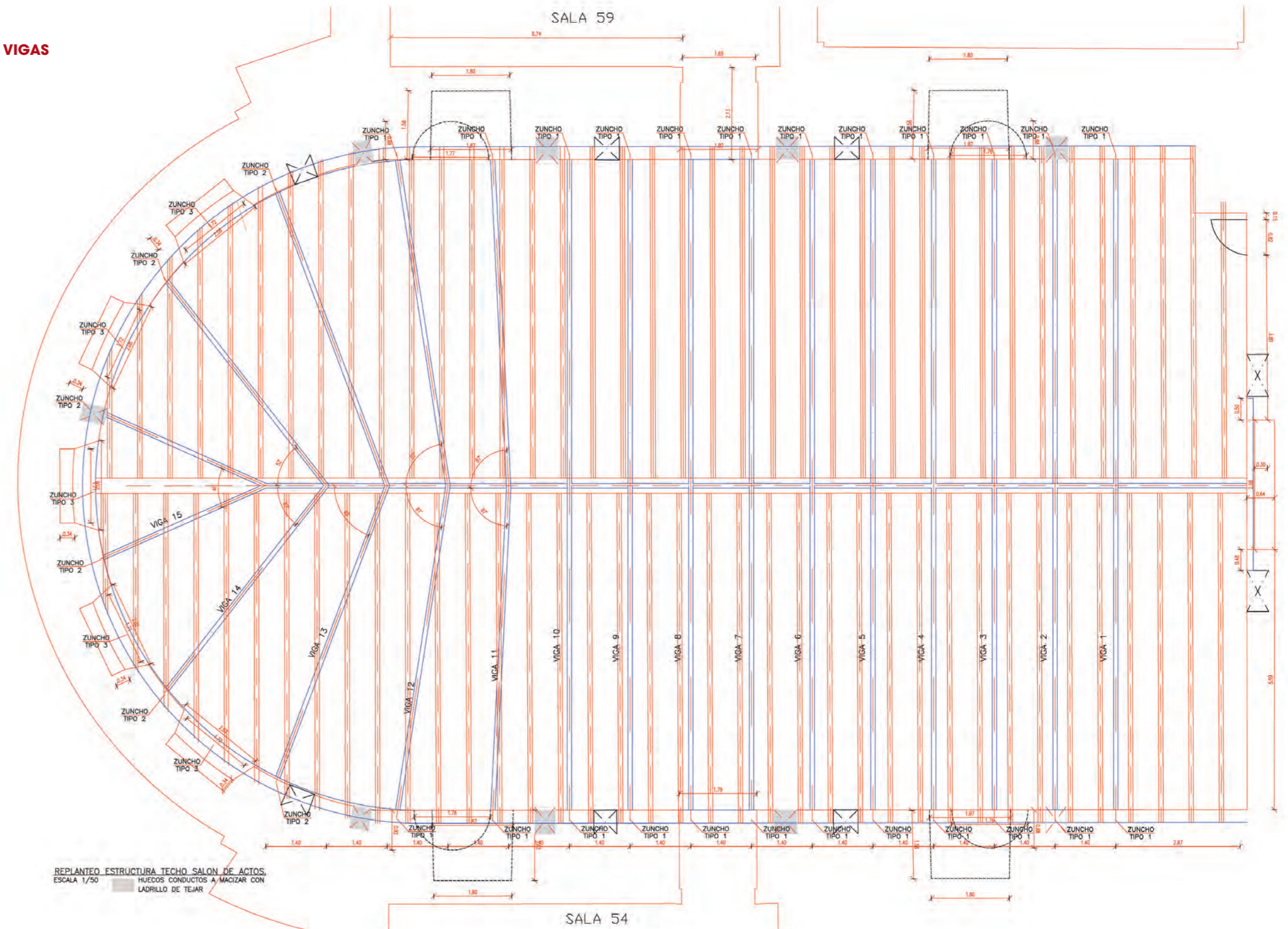
mm de anchura y 30 mm de espesor, el alma 15 mm de espesor, y el ala inferior la constituyen dos chapas de 150 mm x 25 mm enfrentadas y soldadas longitudinalmente a la que constituye el alma. La viga central tiene canto constante de 610 mm, mientras que las transversales son de canto variable, con valores de 610 mm en el centro y 880 mm en los extremos laterales y en los puntos de apoyo.

Las principales dificultades de la actuación han sido trabajar con elementos de tamaño y peso considerable en un espacio físico tan reducido y el hecho de efectuar la transferencia de carga de una disposición a otra sin que se viera afectado el uso de la sala superior. Con ese fin se diseñó la disposición constructiva, el sistema de apeo y la secuencia de ejecución.

El proceso constructivo seguido se puede resumir en los siguientes puntos:

- Apuntalamiento de las vigas longitudinales, ya existentes, en la parte central de la sala.
- Ejecución de los cajeados necesarios en el muro de fábrica perimetral y colocación de la viga metálica armada de borde.
- Presentación e izado de las vigas transversales en la zona con muros paralelos. Las vigas transversales se presentaban sobre el forjado de suelo, colocándolas lo más próximas posibles a su situación definitiva. Dichas vigas se trajeron de taller con su longitud total, unos 16 m. Como su luz era superior a la anchura libre entre muros perimetrales, al estar apoyadas en situación definitiva en un cajeadado practicado en el muro, se tenían que presentar e izar ligeramente inclinadas en planta.
- La viga principal en la zona del ábside, la longitudinal (con forma de Y en planta en esta zona), también se trajo completamente montada de taller y se izó respetando el apuntalamiento existente.
- Una vez colocadas las vigas transversales (principales) en la zona de muros paralelos, se fue colocando la viga longitudinal en tramos comprendidos entre vigas principales y se fue retirando el apuntalamiento.

### PLANTA CON REPLANTEO DE VIGAS DE LA CUBIERTA DEL ÁBSIDE





Ábside terminado el refuerzo de estructura.

- En la zona de ábside se izaron las vigas secundarias (transversales), se conectaron a la viga longitudinal y a la viga de borde y se retiraron los apuntalamientos.
- Para garantizar la entrada en carga de la nueva estructura resistente del techo de la sala, minimizando las deformaciones del piso de la planta superior, se realizó un predeformado de la estructura, mediante una serie de tornillos calibrados situados en el ala superior de la viga longitudinal. Apretando dichos tornillos de forma secuencial y mediante un procedimiento iterativo, controlado con nivelación topográfica, se consiguió adoptar una deformada equivalente a la teórica, para contrarrestar la flecha de-

bida a las cargas permanentes y a una fracción de las sobrecargas actuando en la cubierta de la sala.

- La última fase del proceso consistió en materializar de forma definitiva la conexión entre la nueva estructura y la antigua. Esto se realizó disponiendo cuñas y calzos metálicos entre la cabeza de la viga longitudinal y la estructura existente.

Esta actuación ha sido clave para lograr uno de los objetivos más importantes del proyecto de ampliación del museo; crear el acceso principal desde la Puerta de Velásquez e ingresar a nivel en el amplísimo hall, (ya libre de pilares), conformado por el espacio del ábside del edificio de Villanueva. ♦

