Trépied, corset et parapluies

Autor(en): **Schnetzer, Heinrich**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Tracés : bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **134 (2008)**

Heft 21: **Caixaforum Madrid**

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-169865

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Heinrich Schnetzer

Trépied, **corset** et parapluies

Selon les souhaits des architectes bâlois Herzog & de Meuron, les murs d'enceinte de l'ancienne centrale électrique au Paseo del Prado, à Madrid – classée monument historique –, devaient être intégrés presque entièrement dans le bâtiment du nouveau musée CaixaForum. Les ingénieurs du bureau *WGG Schnetzer Puskas* ont réussi à respecter cette contrainte architecturale par le biais d'une structure portante quasi imperceptible, mais d'autant plus complexe.

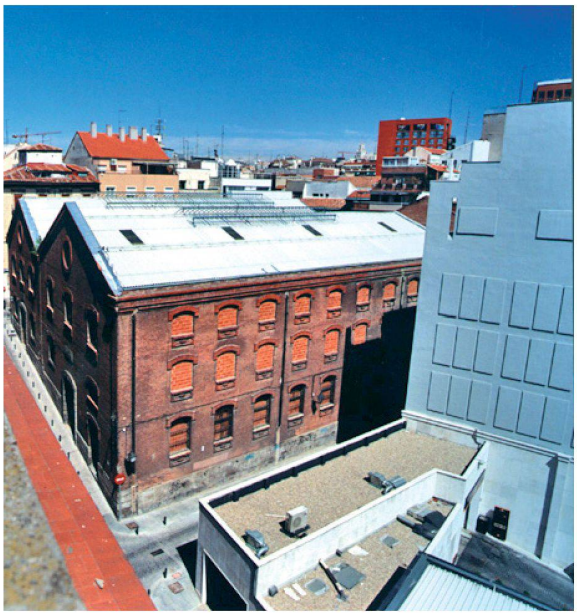
Monument historique, la « Central eléctrica del Mediodía » est située aux abords du Paseo del Prado, à Madrid. Attachée à cette artère urbaine – et donc au « triangle de l'art » formé par le Musée Thyssen, le Prado et le Musée Reina Sofía –, l'ancienne construction de briques accueillit dès le XIXe siècle la première centrale au charbon de Madrid. Malgré son histoire mouvementée, étroitement liée au développement industriel et politique du pays, le monolithe a survécu jusqu'à aujourd'hui (fig. 1) et devait être intégré presque entièrement dans le bâtiment du nouveau musée.

Selon les prémisses urbaines données, le Paseo del Prado – un axe urbain extrêmement sollicité – devait également constituer une promenade piétonne, reliant les musées évoqués ci-dessus. L'espace situé sous le nouveau musée fait partie de cet itinéraire. Par conséquent, il fallait détacher l'édifice de briques de son socle en granit et de ses fondations. Ainsi, le corps massif plane-t-il au-dessus de la place, reposant uniquement sur trois pieds (fig. 2).

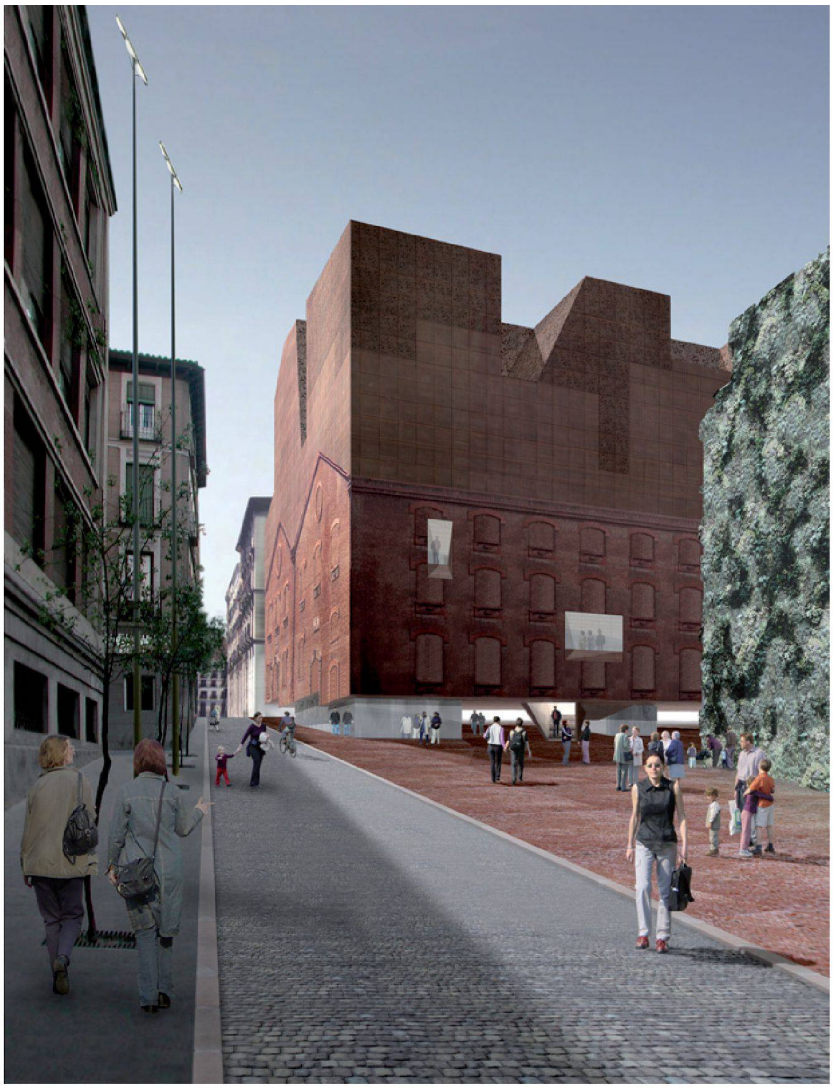
Un bloc en suspens

Le nouveau musée CaixaForum est composé de quatre étages, d'une place couverte au rez-de-chaussée et de deux niveaux souterrains. L'ensemble de la structure de l'édifice qui se trouve au-dessus du sol repose sur un trépied formé par les noyaux de service (fig. 3). La surface restante – c'est-à-dire la plus grande part du plan de l'édifice – est recouverte par le corps monolithique qui flotte littéralement au-dessus de la place. L'accès au musée se fait par un escalier en spirale qui descend de ce volume suspendu.

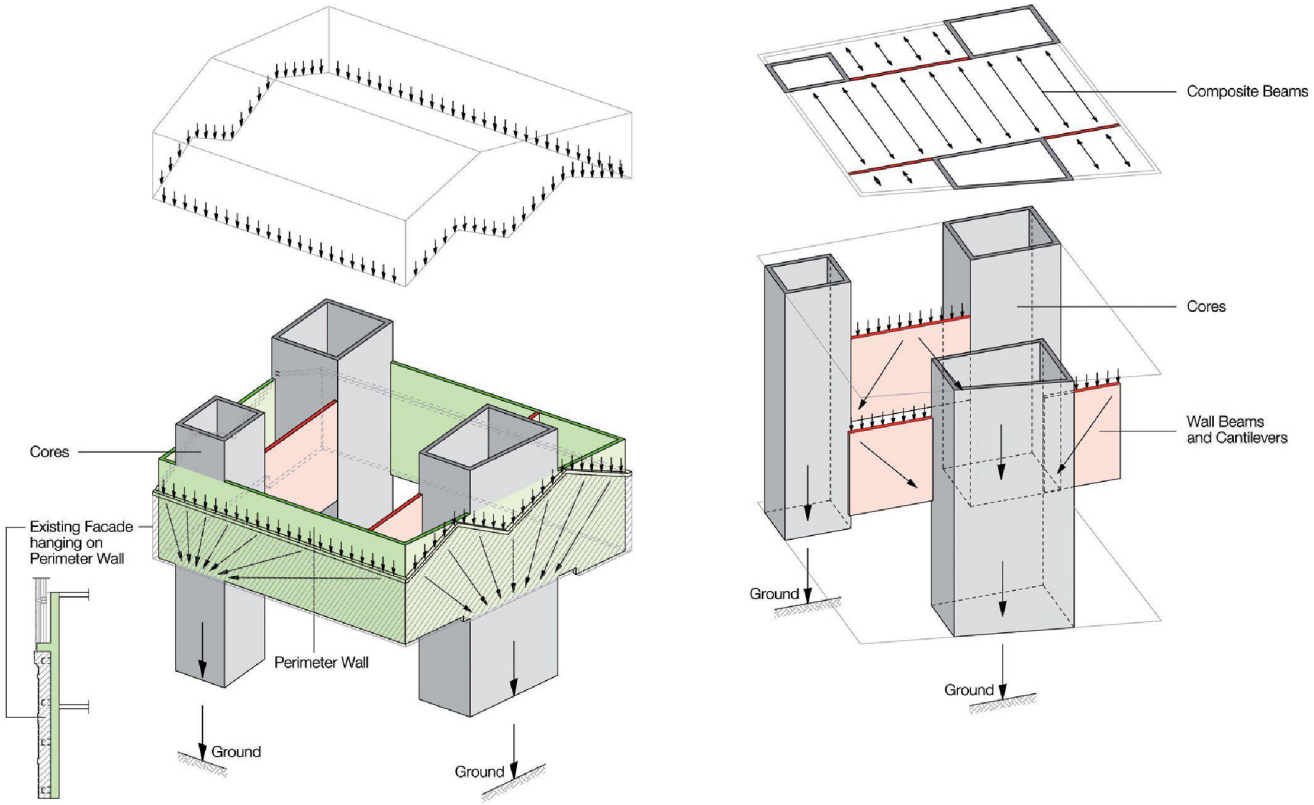
Avant la rénovation, la base de l'édifice consistait en un socle de granit atteignant par endroits jusqu'à deux mètres de haut et qui circonscrivait les limites de l'édifice. Pendant la construction des sous-sols, ce socle – composé de grandes pierres isolées – a été ceinturé par un corset d'acier puis étayé sur des alignements de micropieux. On a commencé par excaver les fouilles des trois noyaux de service, puis on a élevé ces derniers. Les noyaux ont ensuite été utilisés pour étayer les fouilles pour l'excavation des volumes souterrains. Ainsi, on a pu construire les murs d'enceinte des sous-sols directement sous les murs de briques, jusqu'aux limites du terrain naturel.



1



2


Composite Beams
Cores
Wall Beams
and Cantilevers
Ground
Ground
Cores
Existing Facade
hanging on
Perimeter Wall
Perimeter Wall
Ground
Ground

3

Fig. 1 : La centrale électrique avant les travaux

Fig. 2 : Perspective du projet (Image Herzog & de meuron)

Fig. 3 : Dispositif structurel, noyaux en béton armé, « corset » et voiles de contreventement

Fig. 4 : Schéma de précontrainte pour les nouveaux murs d'enceinte (Documents Herzog & de Meuron)

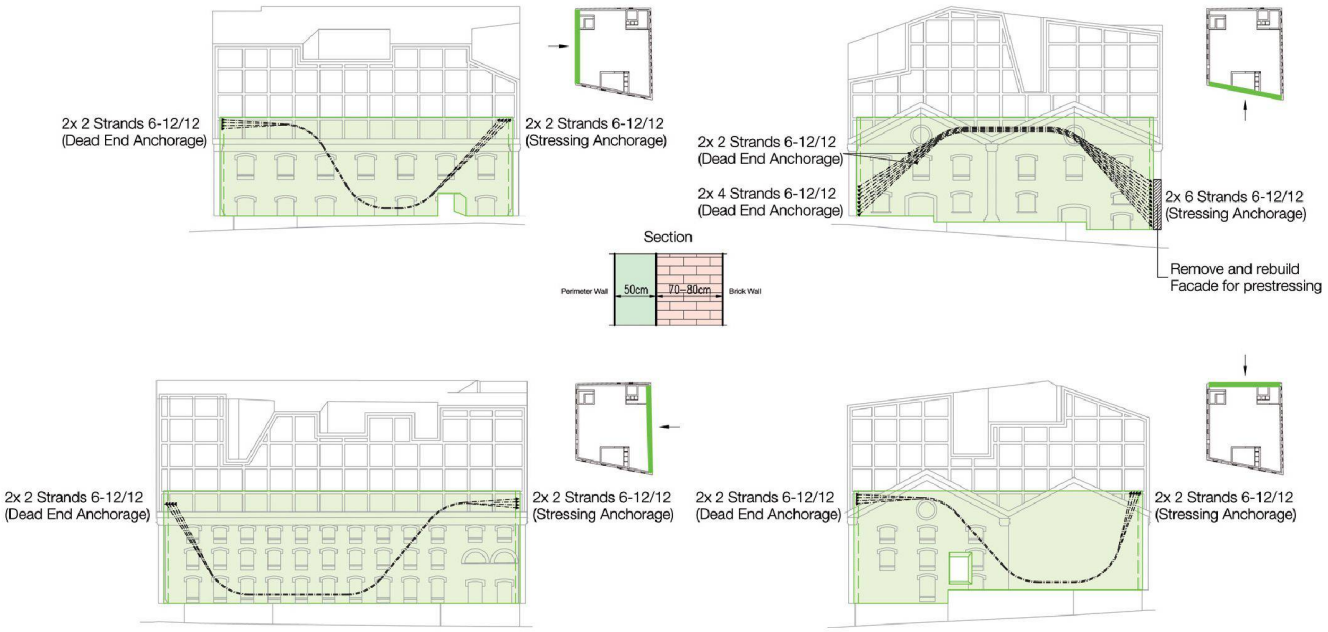
Un corset et un trépied

La structure portante primaire comprend deux éléments principaux : les trois noyaux de service et un nouveau mur d'enceinte (fig. 3). Les trois noyaux forment un trépied en béton armé qui reprend toutes les charges verticales et horizontales pour les transmettre aux fondations. De son côté, le nouveau mur d'enceinte est fixé aux trois noyaux : il constitue la ceinture externe de la structure portante, une sorte de corset. Ce système structurel supporte les façades de briques à préserver tout en servant d'appui au corps principal du bâtiment, y compris la surélévation en acier qui vient compléter le programme. Le dispositif est complété par deux voiles de contreventement en béton précontraint, disposés parallèlement sur la face interne des noyaux. Le tout fonctionne comme un énorme caisson en béton précontraint qui transmet l'ensemble des charges au trépied décrit plus haut. Le vide entre la ceinture externe et les voiles intérieurs permet la création de grands espaces d'exposition.

D'un point de vue constructif, le corset de béton armé présente une précontrainte particulière (fig. 4). Les deux murs parallèles fonctionnent comme des pseudo porte-à-faux : une de leurs extrémités est fixée dans deux des noyaux alors que l'autre s'appuie sur le mur biais accroché au troisième noyau. Ce fonctionnement est rendu possible par la précontrainte. Dans les murs parallèles, les câbles doivent reprendre les charges appliquées sur la partie libre d'appui, mais leur cheminement engendre d'importants efforts verticaux dans la zone reposant sur le mur biais. Le tracé des câbles dans ce dernier assure toutefois la reprise de ces efforts, en plus des charges verticales. Le fonctionnement du quatrième mur est similaire à celui des murs parallèles. Mais dans ce cas, la reprise des efforts verticaux est garantie par la proximité du noyau auquel le mur n'est pas fixé et ne nécessite pas l'ajout de précontrainte supplémentaire.

Doigts porteurs

Bien que l'ancienne centrale électrique ait été complètement dénoyautée, il importait de conserver intactes les anciennes façades. Leur solidarité avec la nouvelle structure est assurée par un système de goujons en béton armé, dispo-



4

5

Fig. 5 : Façades du CaixaForum, acier Corten et murs de brique

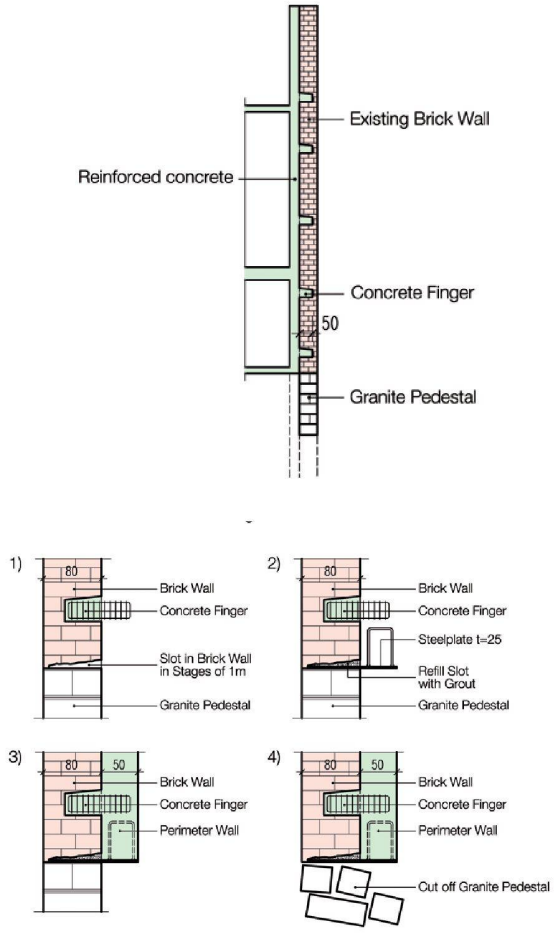
Fig. 6 : Dispositif de support des façades anciennes

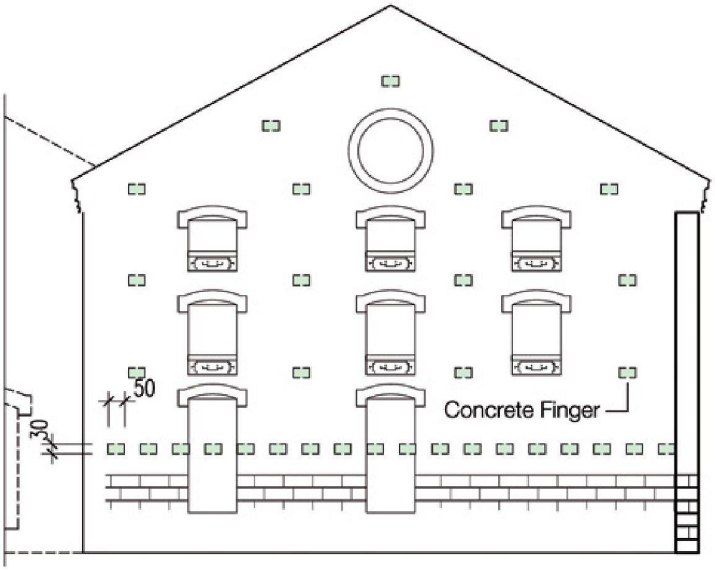
sés de manière régulière le long de la façade (fig. 6). Grâce à cette répétition d'appuis ponctuels, les charges verticales des façades sont transmises de façon uniforme au corset, et l'on crée un joint entre les matériaux différents des deux murs.

Au pied des façades existantes, une série de goujons plus rapprochés permet de reprendre avant tout les charges verticales. Les rangées inférieures des briques sont supportées depuis le pourtour intérieur par une cornière métallique, elle-même scellée dans le nouveau mur d'enceinte en béton. Après avoir inséré cette dernière dans l'espace entre le socle en granit et le mur de briques, et une fois terminé la réalisation du corset en béton, le socle de granit a pu être démonté. Le bâtiment repose alors sur son trépied.

Des parapluies renversés

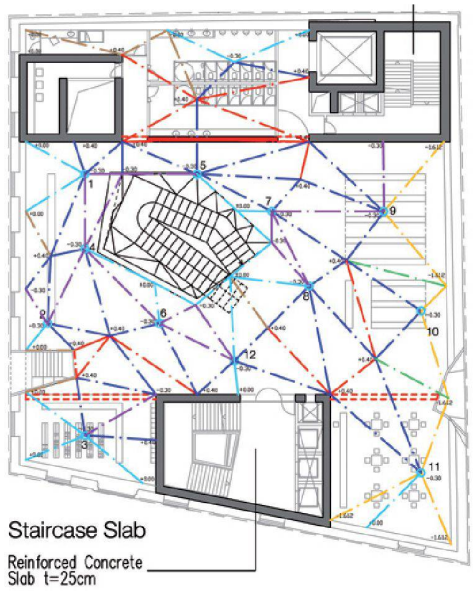
Depuis la place située sous le bâtiment, un escalier en spirale, l'élément central de distribution, mène au premier étage, point de départ de la visite du musée. Il donne directement accès aux espaces d'exposition et aux bureaux des étages supérieurs, mais aussi aux auditoires situés dans les sous-sols. Le désir d'un plan libre exempt de piliers sur la place sous le musée a motivé le recours à la construction, au premier étage, d'un plancher suspendu. Ce dernier est tenu ponctuellement par de fins tirants d'acier ancrés aux poutrelles de la dalle composite du plancher du deuxième étage. Pour limiter la charge, la structure du plancher est entièrement réalisée en acier. La structure métallique appa-



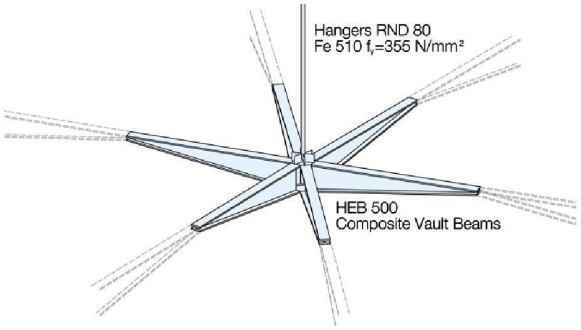


6

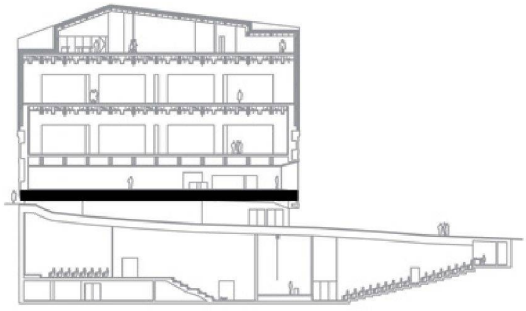
7


Staircase Slab
Reinforced Concrete
Slab t=25cm

8


Hangers RND 80
Fe 510 f_y=355 N/mm²
HEB 500
Composite Vault Beams

9



10

Fig. 7 : La place publique sous le CaixaForum (Photo Christian Richters)

Fig. 8 : Plan du plafond réfléchi, rez de chaussée

Fig. 9 : Stucture de type « parapluie »

Fig. 10 : Coupe transversale, le plancher du premier étage est porté par celui de l'étage supérieur (Documents Herzog & de Meuron)

raît comme un agencement aléatoire de plusieurs parapluies suspendus, les tirants (tiges d'acier RND 80) – dont la mise en place échappe à toute trame – faisant office de tige centrale sur laquelle viennent se fixer des membrures radiales en acier correspondant aux baleines des parapluies inversés (fig. 9). Revêtus en sous-face, cet assemblage de parapluies forme le plafond à facettes de la place sous le bâtiment (fig. 7). Au-dessus, une chape de béton vient compléter le plancher des salles d'exposition.

Pour les plafonds des étages supérieurs, on a utilisé des dalles composites. Couvrant des portées de 20 m, des poutres en acier d'une hauteur de 1,1 m supportent des profilés métalliques qui sont dissimulés dans une chape en béton de 140 mm d'épaisseur. Les porteurs principaux sont enduits d'un revêtement et intègrent le concept d'éclairage et d'aération des espaces d'exposition. L'orientation des éléments porteurs contribue à modeler l'espace.

Les collaborateurs

Maître d'ouvrage : Obra Social Fundación La Caixa, Madrid ; Caixa d'Estalvis i Pensions de Barcelona, Barcelone
Architectes : Jacques Herzog, Pierre de Meuron, Harry Gugger, Bâle
Directeur de projet : Peter Ferretto, Carlos Gerhard, Stefan Marbach, Benito Blanco
Collaborateur : Heitor Garcia Lantaron, Estelle Grosberg, Pedro Guedes, Michel Kehl, Miguel Marcelino, Gabi Mazza, Beatrice Noves Salto, Margarita Salmeron, Stefano Tagliacarne
Ingénieurs civils : WGG Schnetzer Puskas Ingenieure, Bâle ; NB35, Madrid (direction des travaux et planification)
Ingénieurs CVC : Urculo Ingenieros, Madrid
Façade : Emmer Pfenninger Partner AG, Bâle ; ENAR, Madrid
Eclairage : Arup Lighting, Londres ; Acoustics Audioscan, Barcelone
Mur vert : Herzog & de Meuron, avec Patrick Blanc, Paris ; Benavides & Laperche, Madrid
Dates : Projet 2001-2003 ; réalisation 2003-2008 ; inauguration février 2008

Heinrich Schnetzer, dr ing. EPF
WGG Schnetzer Puskas Ingenieure AG SIA/USIC
Güterstrasse 144, Postfach, CH – 4002 Bâle

Traduit de l'allemand par Caroline Dionne, Anna Hohler et Jacques Perret. La version originale de cet article a paru dans *TEC21* n° 36/08

Des solutions d'isolation éprouvées avec la laine de verre Isover.
Isoler futé – www.isover.ch

ISOVER
A Saint-Gobain Company