

COLEGIO OFICIAL DE APAREJADORES  
Y ARQUITECTOS TÉCNICOS DE MADRID

b

i

a

N.º 257 SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2008  
P.V.P. 10,00 €



- EDIFICIO SINGULAR: CAIXAFORUM MADRID
- ENTREVISTA: JULIO RODRÍGUEZ LÓPEZ, EX-PRESIDENTE DEL BHE
- INVESTIGACIÓN: EMPLEO DEL CARBURO DE SILICIO BIOMÓRFICO
- SEGURIDAD: ESTUDIO EXPERIMENTAL DE SISTEMAS PROVISIONALES DE PROTECCIÓN DE BORDE CLASE A

**b****i****a**

# SUMARIO

## Nº 257 SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2008

**EDITA:**

Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid.  
Maestro Victoria, 3  
Tel. 917 01 45 01  
28013 Madrid

**COMITE DE REDACCION:**

Jesús Paños Arroyo  
Carlos Aymat Escalada  
José María Chércoles Labad  
Julián de Antonio de Pedro  
Rafael Fernández Martín  
Myriam Fernández Rivero  
Alberto Serra María-Tomé  
Luis Gil-Delgado García

**COORDINACION:**

Antonio López Collado

**REALIZACION, PRODUCCION Y**

**DISEÑO:**  
GEPYSA

**DISTRIBUYE:**

Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid.

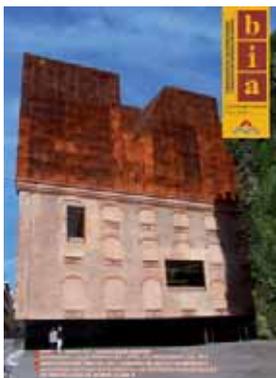
**PUBLICIDAD:**

GEPYSA  
Francisco J. Adán  
Valderrey, 27, 3º  
Tel. 913 16 64 00  
28035 Madrid

**IMPRIME:**

Rivadeneira  
Depósito Legal: M-2517-1962

BIA no se hace necesariamente responsable de las opiniones vertidas en los artículos firmados.



Edificio CaixaForum.



Julio Rodríguez López, ex presidente del Banco Hipotecario de España



Empleo del carburo de silicio biomórfico.



Los nuevos estadios.



Julio González Díez.

**4 Carta del Director**

*Fase de adelgazamiento.*

**8 Edificio Singular**

*Edificio CaixaForum.*

**28 Entrevista**

*Julio Rodríguez López, ex presidente del Banco Hipotecario de España.*

**36 Especial: Centenario de la sede colegial**

*Tres momentos de la historia de una esquina: el área urbana de la sede del COAATM, por J. Ortega Vidal y F.J. Marín Perellón.*

**46 Rehabilitación**

*Rehabilitación de pavimentos en instalaciones deportivas de exterior, por Pedro Moreta.*

**52 Investigación**

*Empleo del carburo de silicio biomórfico, bioSiC, como elemento de unión en estructuras de madera, por A. Ramírez de Arellano Agudo, A. R. de Arellano López, M. Marrero y J. J. Quispe Cancapa*

**58 Contart**

*Estructura y cerramiento de edificio bioclimático, por Aurelio Calderón Treceño y Ana María González Fernández-Carrión*

**66 Sistemas constructivos**

*Los nuevos estadios, por Pascual Bolufer.*

**72 Segundos Premios del Concurso de Relato Corto convocado por el COAATM****80 Galería de Aparejadores**

*Julio González Díez.*

**84 Cultura (Narrativa)**

*Alexander Solzhenitsin, el último disidente, por Miguel Castellví.*

**88 Cultura (Cine)**

*El bello humanismo del cine chino, por Jerónimo José Martín.*

**92 Libros****99 Seguridad**

*Estudio experimental de sistemas provisionales de protección de borde Clase A, por M<sup>a</sup> de las Nieves González García y Alfonso Cobo Escamilla.*

# Carta del Director

4

b

i

a

## Fase de adelgazamiento

Sabido es que la glotonería desmesurada acaba pasando factura en forma de obesidad, y conlleva anexa una serie de efectos secundarios indeseables, hasta el punto de que en ocasiones llega a poner en grave riesgo la vida de las personas. Ganar cinco kilos de peso en un año puede resultar lucido y positivo, pero lo es menos si se repite un segundo y un tercer año, y no digamos si se da de nuevo en el cuarto y el quinto.

El mercado inmobiliario español se pasó cinco años seguidos “engordando” fuertemente, entre sonrisas satisfechas de políticos, frotamiento de manos de los responsables de Hacienda, aliento de corifeos informativos que jaleaban las cifras de incremento de los precios, aparición de nuevos ricos-riquísimos e ideación de nuevos planeamientos urbanísticos descabellados en miles de municipios, recalificando terrenos a los que, como en este mismo número señala Julio Rodríguez López, han acabado regresando los jabalíes.

Era “demasiado”, y, como todo exceso, no podía ser bueno. Ciertamente, había voces que alertaban sobre los riesgos posibles, que mencionaban la existencia de ciclos, que señalaban el alejamiento de los precios de capas cada vez más extensas de población “normal”. Y se reconocía incluso entre los protagonistas que en algún momento habría de producirse un cambio de tendencia (en nuestro símil, que habría que dejar de darse atracones para comer con más mesura). Lo que no se pensaba es que el cambio de tendencia se iba a producir tan bruscamente. No se pensaba que el obeso no solamente tiene dificultades para moverse, sino que el colesterol que ha ido cerrando las arterias desemboca en el peligro de infarto fatal. Y que entonces todo se complica, todo son dificultades añadidas, y ya no basta con ir rebajando las dosis de las comidas (el famoso “aterri-zaje suave” del que hablaban los expertos del sector promotor de viviendas), y no se sabe muy bien por donde tirar, y hay que adoptar medidas más radicales con el enfermo, e incluso con ellas no se sabe cuál va a ser el resultado final.

No queremos abusar del símil, pero parece obvio que estamos en fase de adelgazamiento. Los atracones de compras de otras empresas para ganar volumen se han terminado, y en algunos casos los cólicos de la diges-

tió han sido memorables (véase lo ocurrido con Martinsa tras ingerir, que no digerir, Fadesa). Las espectaculares revalorizaciones en Bolsa se han convertido en rápidas y espectaculares pérdidas de valor. Y las dificultades para hacer frente a los pagos de los intereses fuerza a deshacerse de activos en momentos en que prácticamente nadie los quiere (por supuesto, no a los precios inflados que habían adquirido en la etapa álgida del “boom”).

La depuración empresarial ya se está produciendo (más de 15.000 empresas y más de 250.000 trabajadores durante el último año). Para algunas de las grandes inmobiliarias (Colonial, Rey al Urbis...) se han visto obligadas a “desinvertir”, deshaciéndose de activos, porque no pueden hacer frente al coste de las deudas adquiridas en la etapa de euforia. Y para bancos y cajas, ha llegado el momento de hacerse cargo de algunos activos a fin de evitar la quiebra de empresas con las que les unen vínculos como clientes e incluso como socios. Y así nos encontramos con entidades financieras que van a ver cómo aumenta su presencia en el mercado como competidores de las empresas del sector con las que no tienen vínculos directos, y que presumiblemente orientarán la concesión de los préstamos hipotecarios hacia las ofertas de sus empresas participadas. El incremento de activos no financieros se está llevando a cabo mediante operaciones de canje de deuda por inmuebles o acciones, y de compra de edificios para aliviar las cargas de las inmobiliarias.

La verdad es que esta crisis da miedo. Por asustar, ha asustado a dos potencias económicas, Estados Unidos y Reino Unido, que no han dudado en nacionalizar bancos en precaria situación. Una estadística dice que en el Reino Unido el precio de las casas ya ha caído un 10,9% respecto a agosto de 2007. Y el primer ministro Gordon Brown ha anunciado medidas anticrisis, como exenciones fiscales, facilitar el acceso a préstamos hipotecarios con interés cero en los primeros cinco años, e inversiones públicas para incrementar la oferta de vivienda protegida (400 millones de libras), y 300 millones para ayudar a quienes se enfrentan a desahucios. En todo caso, sobre todas estas medidas se cierne la amenaza siempre latente de la falta de liquidez del sector bancario.

En Estados Unidos, 1,2 millones de hogares (el 2,8%

de todas las hipotecas activas) se encontraban en procesos de embargo durante el segundo trimestre del año. Y Bush se ha lanzado a respaldar con dinero público a las dos más grandes hipotecarias del país. El Departamento del Tesoro de EEUU decidió poner bajo tutela estatal las dos mayores entidades hipotecarias del país, Fannie Mae y Freddie Mac, con el fin de evitar su hundimiento y recuperar la estabilidad del mercado, inyectando un capital de unos 140.000 millones de euros entre las dos y colocándolas bajo la tutela estatal. Algo que debe sorprender especialmente en el país más defensor del liberalismo económico.

En España, la intervención del presidente del Gobierno en el Congreso a mediados de septiembre ha reflejado la preocupación que produce el panorama presente y su posible evolución. Las medidas que ha apuntado serán probablemente insuficientes, como insuficientes resultan las que se están adoptando en Estados Unidos o Gran Bretaña, pero en ningún modo inconvenientes (ciertamente, han sido bien acogidas por el sector). Que el ICO posibilite mayores plazos a los créditos de los promotores, que puedan refinanciar la deuda si ponen sus viviendas en el mercado del alquiler, que se autoricen (y se apoye fiscalmente) sociedades cotizadas de inversión en el mercado inmobiliario, en momentos en que los inversores se están alejando de este mercado, pueden ser vitaminas que ayuden a pasar esta etapa.

Tanto en España como en el exterior, ésta es una crisis en la que se va a remolque de lo que ocurre, e incluso de lo que se va a averiguando sobre la misma mientras crece. Por mucho que a toro pasado haya quien presuma de adivino, lo cierto es que nadie, ni aquí ni en el exterior, pudo pensar en un virus tan poderoso y dañino como el de las hipotecas *subprime* americanas y en su expansión epidémica a través de las titulizaciones. Bien expresiva de ello es la bancarrota del banco de inversiones Lehman Brothers, una compañía de 158 años que sobrevivió a guerras mundiales pero que con 46.000 millones de dólares en títulos hipotecarios, ha sido incapaz de superar la crisis crediticia, como tampoco lo ha sido AIG, la mayor aseguradora estadounidense, finalmente nacionalizada.

Ante esta amenaza, no cabe quedarse quietos, aunque las iniciativas que se adopten puedan parecer de reducida entidad. El convenio firmado entre la Comunidad de Madrid, Asprima, Asociación Hipotecaria Española y entidades bancarias se orienta a dar salida al stock acumulado de viviendas libres en la región que no encuentran comprador. Hay que esperar a ver los resultados de la iniciativa, pero precios finales de 320.000 euros para viviendas de 100 metros cuadrados, que podían ser muy atractivos en la fase alcista, probablemente no lo sean tanto ahora mismo o en el futuro inmediato.

Mucho más original (y agresiva) parece la iniciativa de la Junta de Castilla-La Mancha, que se obliga por decreto a comprar las viviendas nuevas construidas por promotores privados que éstos no logren vender en el plazo de un año, estableciendo un límite de tamaño y con un precio máximo pactado previamente con las inmobiliarias. A lo que hay que añadir que en el mismo decreto se permite que las viviendas libres de nueva construcción puedan pasar a ser calificadas como protegidas a petición del promotor.

Pero la dieta exige, ante todo, comer menos, y como el alimento básico de la etapa del *boom* era el incremento de precios finales, parece dudoso que la dieta de adelgazamiento pueda tener éxito si no se empieza a pasar hambre, o dicho claramente, si los precios no descienden hasta esos límites del veinticinco o del treinta por ciento en los que desde el Banco de España hasta las entidades internacionales han venido cifrando la sobrevaloración de los precios en la etapa más reciente. El parón del mercado tiene un componente básico de dificultades de financiación, pero otro del que se habla menos, pero no menos básico, y es el psicológico. Una vez conocido por los ciudadanos que los precios de las viviendas están abocados a la baja, el comprador solvente se suma por propia voluntad al insolvente en la actitud

### ***Se está produciendo la corrección a través de desinversiones empresariales, pero al mercado todavía no llega el efecto psicológico del descenso en la sobrevaloración de precios de la vivienda***

de postergar en el tiempo cualquier decisión de compra. Y la reanimación del mercado no se producirá mientras no se concrete ese descenso sustancial de precios, y el mensaje que reciba el presunto comprador sea que se ha llegado al tope en las bajadas de precios y que se inicia un nuevo ciclo. La corrección ya se está produciendo, pero se está lejos de la conclusión. En este momento, el “efecto llamada” lo produce el mensaje de bajadas de precio “inevitables”. Por lo que la única salida parece vislumbrarse en la conjunción (cuanto antes mejor) de un menor “temor” en las entidades crediticias a prestarse dinero (con su directa repercusión en el euríbor) con un nuevo nivel de precios más razonable, y por tanto sustancialmente inferior al adquirido durante la fase anterior. Hasta ahora, el ajuste está siendo más intenso en cantidades (un descenso del 40% interanual de transacciones en vivienda libre y un 25% en protegida) que en precios, lo que nos llevaría a concluir que sólo se suavizará el primer aspecto (el desplome de las ventas) cuando el segundo (rebaja de precios) se acentúe.

**Jesús Paños Arroyo**

# Edificio Singular

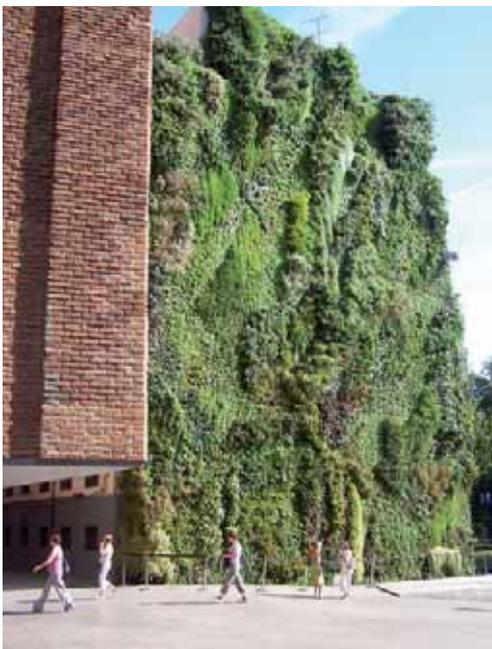
## Edificio CaixaForum

8

b

i

a



**H**a sido definido como "imán urbano", se ha comentado su carácter escultórico, se ha destacado su papel en la configuración de un "cuadrado del arte" (junto con el Prado, el Thyssen y el Reina Sofía), se ha reconocido su aportación a la ciudad, tanto por lo que supone la recuperación de una muestra de la arquitectura industrial madrileña (la antigua Central Eléctrica del Mediodía) como por la ganancia de espacio público en la nueva plaza creada. Todas éstas, y algunas más, son cualidades del nuevo Centro Social y

Cultural de la Obra Social "la Caixa" en Madrid, resultado de la rehabilitación y ampliación de esa antigua central eléctrica, al que el prestigioso estudio suizo de Herzog & de Meuron, ganador del Premio Pritzker de arquitectura en 2001, ha dotado de considerables dosis de singularidad, resolviendo con brillantez los problemas de estrechez del enclave, de localización de la entrada principal y de identidad arquitectónica de la entidad promotora.

Tras la eliminación de la gasolinera del paseo del Prado, nos encontramos con un edi-



ficio suspendido sobre tres núcleos, y una plaza pública que se ha excavado totalmente, habiéndose distribuido las actividades del nuevo Centro Social y Cultural en siete niveles: dos subterráneos, una planta baja que a cielo cubierto da continuidad a la plaza pública, con entrada por el número 36 del paseo del Prado, y cuatro plantas sobre rasante. El

subsuelo incluye el auditorio y el garaje, y sobre la plaza, donde se sitúa el vestíbulo, dos plantas destinadas a salas de exposiciones, las oficinas y un restaurante. Los principales impactos visuales del proyecto proceden del remate de fundición que corona las antiguas naves de ladrillo, y por el muro medianero vegetal, un jardín vertical, encargado al botánico

francés Patrick Blanc, quien ha colaborado con Jean Nouvel y Edouard François, entre otros arquitectos. Esta sede madrileña de Cai-



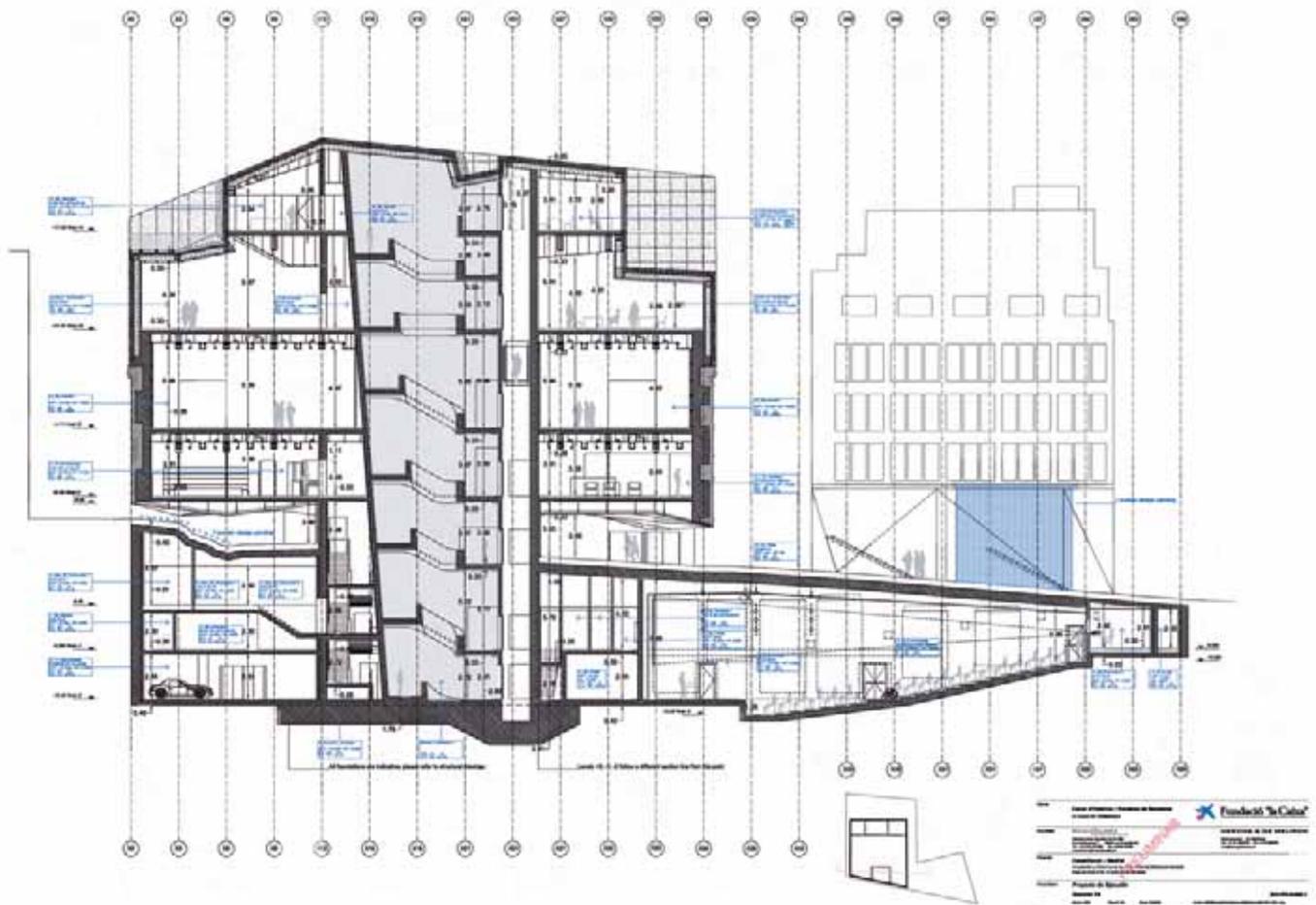
# Edificio Singular

10

b

i

a



xaForum se ha convertido así en la cabeza visible de la actividad cultural promovida por la obra social de La Caixa, sumando para Madrid un nuevo espacio para

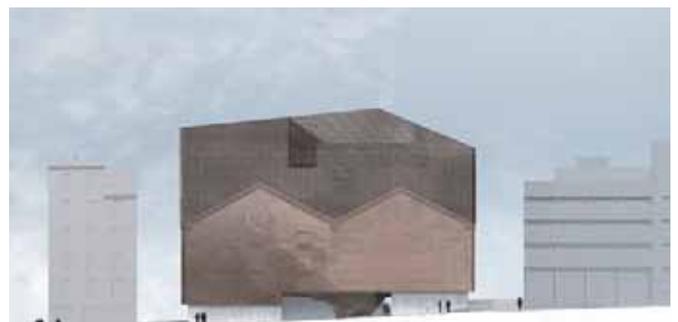
las exposiciones de arte, los conciertos de música y el debate cultural, y aunando tradición y modernidad con una amplia oferta gratuita para todos los públicos.

## El antiguo edificio

La Central Eléctrica del Mediodía, adquirida por la Caixa en 2001, época en la que se encontraba en ruinas, se



Alzado calle Cenicero.



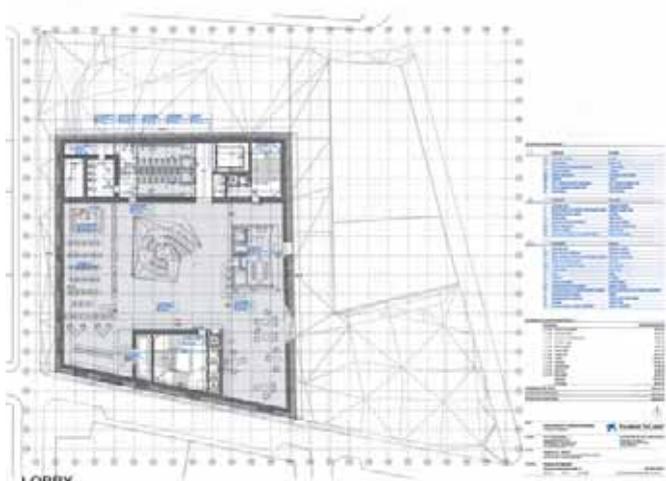
Alzado calle Gobernador.



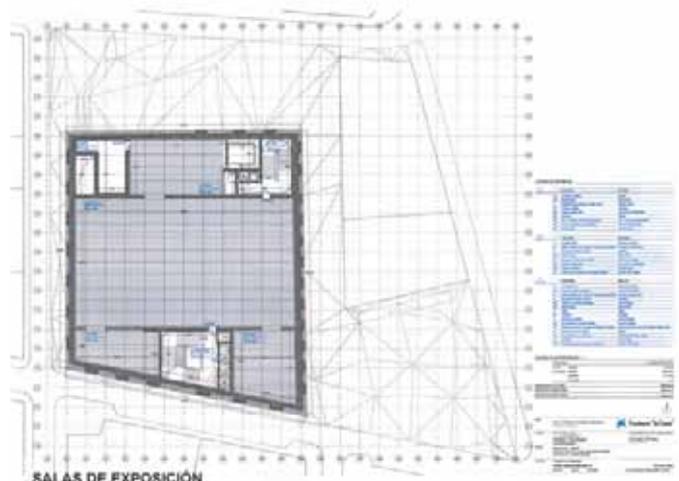
SALAS MULTIUSOS Y FOYER



PLAZA



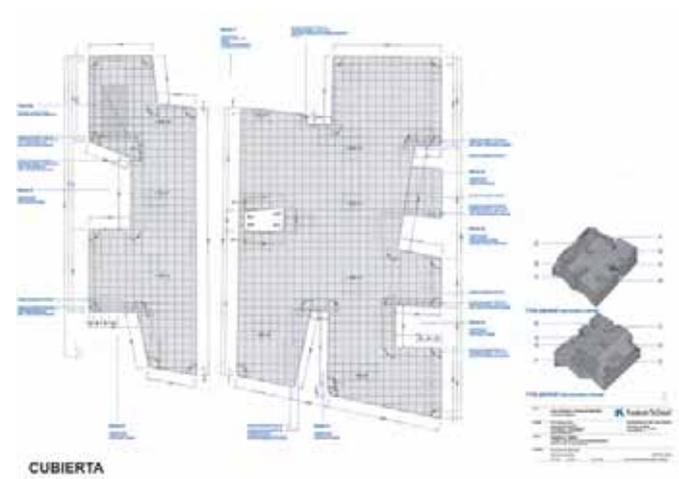
LOBBY



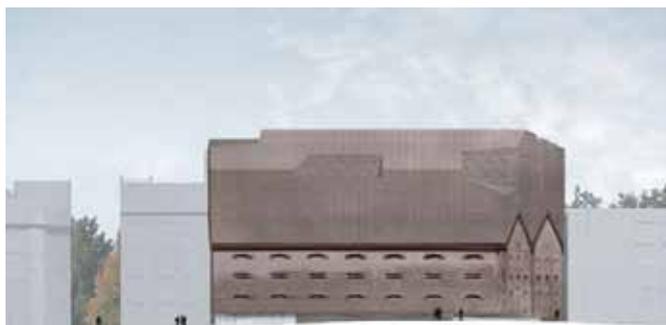
SALAS DE EXPOSICIÓN



ADMINISTRACIÓN, RESTAURANTE



CUBIERTA



Alzado calle Alameda.



Alzado calle Almadén.

# Edificio Singular

12

b

i

a



alzó originalmente como una gran fábrica cuyo fin era producir electricidad a partir de la combustión de carbón, para abastecer a todo el sector sur del casco antiguo de Madrid. La antigua fábrica fue proyectada en 1899 por el arquitecto Jesús Carrasco-Muñoz Encina y el ingeniero José María Hernández, sobre el solar de la antigua fábrica de bujías La Estrella, cuya licencia databa de 1857. Tras una tramitación bastante accidentada, la cen-

tral se inauguró en marzo de 1901 y pronto se posicionó como una de las principales de Madrid.

La fábrica estaba formada por dos grandes naves paralelas con fachadas de doble vertiente en los frentes de las calles Almadén y Gobernador, una estructura característica de las centrales eléctricas que se construyeron en Madrid a finales del siglo XIX y principios del XX.

Se había construido con mu-

ros de carga de ladrillo macizo sobre zócalo de sillares de granito, con cubiertas a dos aguas, de madera, sobre cerchas de acero roblonado, y con un lucernario en la parte central que permitía la iluminación cenital. No sólo estaba en ruinas, sino que se encontraba enclaustrada en el denso tejido urbano, desconectada del Salón del Prado.

El antiguo edificio contaba con una superficie de 2.000 m<sup>2</sup>. La intervención llevada

a cabo ha permitido quintuplicar la superficie hasta superar los 10.000 m<sup>2</sup>, incorporando el espacio que antes ocupaba la gasolinera en el número 36 del paseo del Prado, que se desmontó durante la obra.

La manzana del edificio ocupa una superficie de 1.934 m<sup>2</sup>, y está delimitada al norte por la calle Gobernador, al sur por la calle Almadén (antiguamente, travesía de Fúcar), al este por la calle Cenicero y al oeste por la calle Alameda.

Condicionante derivado de la protección por el PGOUM de sus cuatro fachadas ha si-

do respetar la envolvente de ladrillo para preservar la imagen industrial de la antigua fábrica, restaurándolas de manera artesanal, de forma que recuperasen su aspecto inicial, para lo cual han sido restituidos 40.000 de los 115.000 ladrillos que cubren el edificio.

Sin embargo, sí se ha podido eliminar el zócalo perimetral de piedra de la fábrica, lo que ha permitido que el edificio parezca levitar sobre el terreno y que su planta baja se haya convertido en terreno público añadido a la plaza exterior, proporcionando un nueva y espectacular es-

pacio. CaixaForum Madrid parece estar suspendido sobre una gran plaza de geometría irregular abierta ahora al Paseo del Prado y que ocupa una superficie de 2.500 m<sup>2</sup>. Esta nueva explanada pública, ganada para la ciudad en el centro histórico de Madrid, está formada por tres subplazas: el espacio antes ocupado por la gasolinera (que linda con el paseo del Prado y es a cielo abierto), el área de la planta baja de CaixaForum Madrid (cubierta) y la extensión delimitada antes de las obras por el antiguo patio de la central eléctrica (que linda con la



# Edificio Singular

14

b

i

a

calle Gobernador y también es a cielo abierto). El suelo de la plaza está recubierto por una estructura de triángulos de hormigón que dibujan planos de diferentes inclinaciones.

En una de las paredes de la plaza, la colindante con el número 34 del paseo del Prado, se ha instalado un jardín vertical diseñado por Patrick Blanc, un mural vivo compuesto por 15.000 plantas de 250 especies, que cubre absolutamente toda la medianera, ocupando una superficie de 460 m<sup>2</sup>, lo que le convierte en el jardín vertical con mayor superficie instalado en España. Su construcción se ha basado en cuatro pilares metálicos autoportantes en paralelo a la medianera, que sirven de soporte a una estructura au-



xiliar para fijar paneles de pvc. A estos paneles se ha anclado un sistema de riego por goteo y un fieltro geo-

textil que sirve de soporte para la implantación de la vegetación.

En resumen, los principios básicos que han conformado la estrategia de actuación han sido restaurar la envolvente de ladrillo de forma artesanal, eliminar el zócalo perimetral de piedra de la fábrica, abrir una nueva plaza pública con entrada por el paseo del Prado y añadir volumetría.

El resultado es un sorprendente edificio apoyado sobre tres únicos núcleos, con una muy original resolución del remate de las fachadas principales.

Su superficie se ha distribuido en siete niveles, cuatro sobre rasante, uno a nivel de plaza, y dos bajo rasante. Dispone de más de 2.000 m<sup>2</sup> destinados a salas de exposiciones, un auditorio con 322



plazas, una mediateca, varias salas polivalentes para conferencias y otras actividades, talleres de conservación y restauración y un almacén de obras de arte. El amplio vestíbulo, la cafetería, la tienda-librería y el restaurante complementan la oferta del centro. Estas diferentes áreas se distribuirán en los siguientes niveles:

Nivel -2: Aparcamiento, acceso de obras de arte, foyer y auditorio (El foyer y el auditorio ocupan también parte del nivel -1).

Nivel -1: Salas polivalentes, taller de conservación, almacén.

Nivel 0: Plaza pública, acceso al centro.

Nivel 1: Vestíbulo, cafetería, tienda-librería.

Nivel +2: Sala de exposiciones.

Nivel +3: Sala de exposiciones y mediateca.

Nivel +4: Restaurante, oficinas.

### El proceso constructivo

Como se ha indicado, el planteamiento básico del proyecto era cortar el edificio y dejarlo flotando. El arquitecto **Francisco Javier Antona del Val**, que en una primera etapa de la obra formó parte del equipo de la Dirección Facultativa y posteriormente pasó al equipo de project manager de la misma hasta su finalización, describe el proceso, que se inició con el desmontaje de la cubierta de fibrocemento y la elimina-



ción de los muros interiores y los forjados, dejando la envolvente de ladrillo de 80 cm de espesor medio. A

fin de que esta carcasa fuera estable, hubo que montar un andamio estabilizador por el exterior de la misma.

# Edificio Singular

16

b

i

a

Además de ello y para garantizar la transmisión vertical de cargas al terreno, antes del corte de la fachada, se realizaron perimetralmente castilletes de cuatro micropilotes, separados aprox. 5 m. "Una fila quedaba dentro y otra fuera. El que quedaba enterrado en la acera no se veía afectado por pandeo, pero

línea de corte, donde se iban a meter los travesaños que cosen las HEB-400, y se colocaron nuevos perfiles laminados tipo HEB-180 de media, separadas aproximadamente medio metro. Posteriormente, se rellenó con un mortero para asegurar el apoyo del muro de ladrillo en el travesaño. Los huecos de fachada se



sí el interior, por lo que se realizó una operación paralela ( un tercer micropilote ) a fin de eliminar ese pandeo del micopilote interior. Sobre las dos filas de micropilotes se montaron dos anillos ( interior y exterior ) a base de perfiles laminados tipo HEB de 400, y una vez colocadas, se realizaron unos taladros en la zona del muro por encima de la

cerraron metiendo por dentro un medio pie de ladrillo macizo con contrafuertes. Hecho esto, se cortó el muro por debajo, eliminando el zócalo inferior de piedra. El corte de la fachada se realizó al nivel del basamento de granito, y con la fachada sujeta por el andamio estabilizador, y con el muro cortado y soportado por micros, se inició el proceso de

excavación, hasta la cota de arranque de los muros (12 m en relación a la esquina Alameda/Almadén). Una vez suspendido el edificio totalmente en los micropilotes, se demolieron las antiguas cimentaciones de la fachada, y se ejecutaron pantallas de bataches de 2 y 3 alturas, y en la zona de mayor altura de excavación, una tercera fila de bataches que acababa en una pequeña zapata".

Tras llegar a la cota de la nueva cimentación del edificio, se realizaron tres losas de cimentación correspondientes a los tres núcleos de ascensores que actúan como los tres únicos pilares del edificio.

**Fco. Javier Polo Rodríguez**, arquitecto técnico de la Dirección Facultativa, señala que la obra se ha realizado en dos fases: la vertical del edificio antiguo, y la zona que se extendía hacia el Paseo del Prado. "Como la eliminación de la gasolinera del Paseo del Prado se demoró por cuestiones administrativas, al excavar el edificio hubo que realizar también, en el entronque del futuro auditorio con el edificio, una empalizada de sesenta micros, y sobre ella la viga cadena que ata las cabezas, que se demolió cuando se bajó la cota del auditorio a su cota de arranque y se igualó con la del edificio. Durante la excavación surgió algún problema al clavar los micropilotes interiores de la calle Cenicero, uno de



los cuales no tocaba fondo, por lo que se bajó hasta 20 m, y se descubrió, a un nivel inferior al de las tres patas del edificio, fundamentalmente en el núcleo N-2, una galería antigua con agua estancada, que se acotó con dos pozos y se rellenó de hormigón".

Otra incidencia durante esa fase fue el incendio del transformador de la central de Fenosa, situada enfrente, en la calle Almadén. "El fuego salió horizontalmente por la fachada y a priori, parecía

haber afectado a las vigas de HEB-400 y al andamio estabilizador, y forzó a paralizar la obra. Un posible peligro derivado del fuego era que el mismo hubiera modificado la composición química del acero. Se realizaron pruebas con testigos de vigas no afectadas, como patrón comparativo, y con uno de las vigas afectadas, y el laboratorio comprobó que no había sufrido ningún efecto negativo.

Las tres grandes "patas" o núcleos sobre los que des-

cansa el edificio se hallan situados en la calle Almadén (el 1), entre Cenicero y Gobernador (el 2) y entre Gobernador y Alameda (el 3) en losas de 2 m, 1,5 m y 1,2 m de canto. "Una vez ejecutados los bataches, se arriostró el edificio con vigas celosía de lado a lado. Realizado el vaso y las celosías, se inició el proceso de cimentación. Los muros de hormigón que soporta el edificio poseen 60-50-40 de canto, según las zonas. Los núcleos ascienden hasta el nivel su-

# Edificio Singular

18

b

i

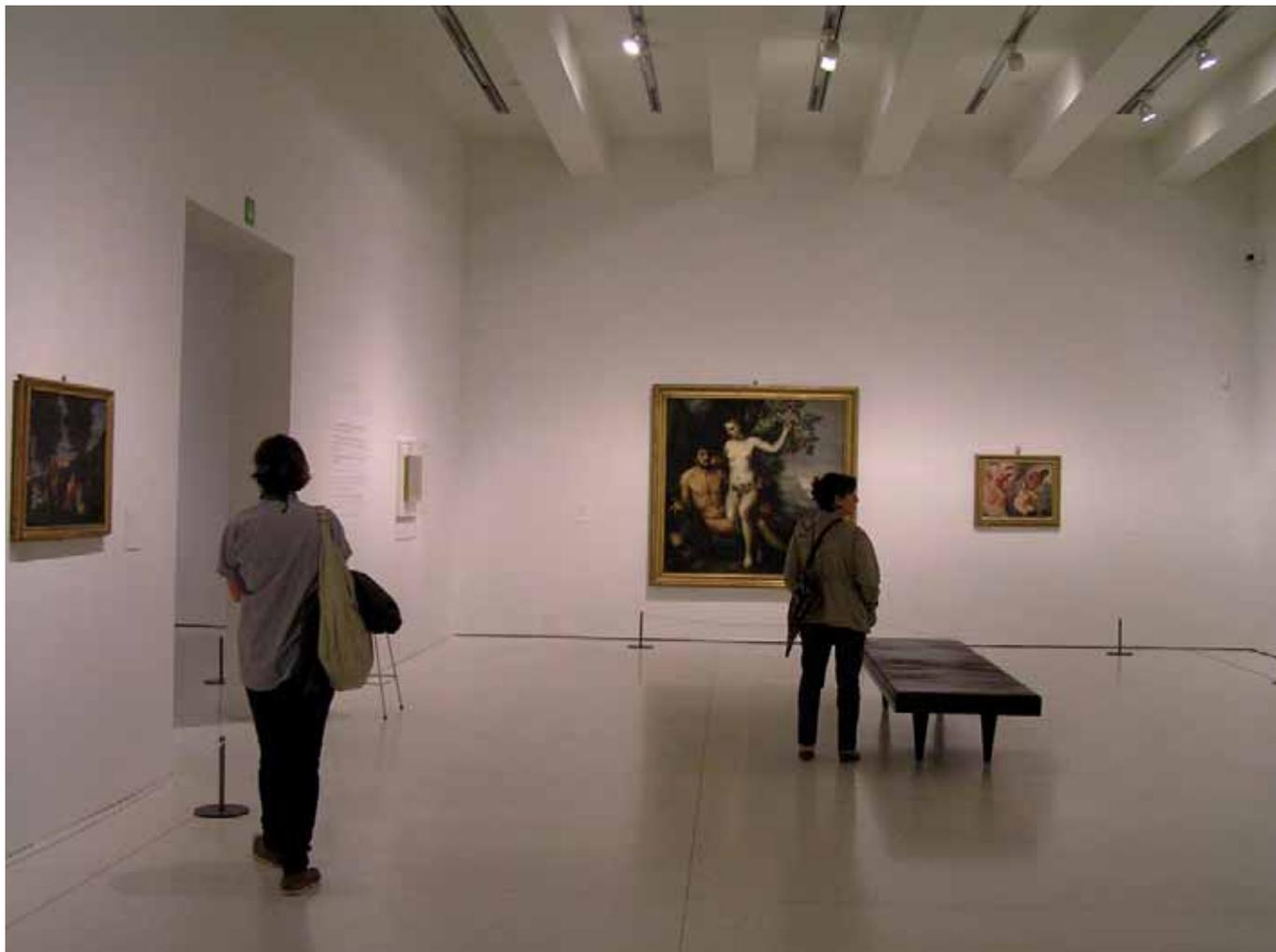
a



perior del edificio, entre planta +4 y cubierta. Al llegar los tres núcleos a esa cota, se empezaron a construir los muros perimetrales, que son postesados y se elevan hasta la planta +2".

Todo el envoltorio de ladrillo del edificio lleva interiormente un muro de hormigón que es el que realmente soporta el edificio. La fachada de ladrillo visto se ancla al muro de hormigón postesado mediante un apoyo perimetral en la parte inferior, abriendo una roza de gran canto y una profundidad de





50 cm. Asimismo, se realizaron una serie de conexiones mediante penetraciones del muro de hormigón en la

fachada de ladrillo visto. Para finalizar, se colocaron conectores metálicos a lo largo de la fachada. De esta mane-

ra, se transmiten las cargas del muro de ladrillo al muro de hormigón postesado. "En el muro de ladrillo, sin atravesarlo, se hicieron unas cajeritas cosidas a la armadura, con unas jaulas incrustadas de acero corrugado, así como conectores metálicos con resina. Posteriormente, hubo que tirar la parte baja del muro, que estaba en mal estado, y reconstruirla y conectarla con el techo de la plaza (una placa metálica de 12 mm que pesa 300.000 kg, y que trabaja estructuralmente).

La estructura básica consta de los muros perimetrales, los tres núcleos y dos grandes vigas.

Los niveles de planta se han ejecutados mediante vigas armadas metálicas y forjado de chapa nervada. Dos muros transversales arriostran



# Edificio Singular

20

b

i

a

los muros postesados de la fachada, quedando las salas de exposiciones totalmente exentas, con luces de 20 m. Destaca Javier Antona que "los vuelos superiores a los 20 m se explican por la existencia de esas dos vigas de hormigón armado de gran canto, una que va en el núcleo 1, de la calle Alameda a la calle Cenicero, y otra que va del núcleo 2 al 3. La primera trabaja con sus extremos en voladizo hasta encontrarse con los muros perimetrales. Las salas diáfanas de exposiciones están entre las vigas-muro de gran canto 1 y 2 (20m x 30 m). La 1 abarca dos plantas, y la 2 tres plantas".

Al subir los muros de hormigón, en cada planta, el forjado incorpora 11 vigas metálicas armadas de 90 cm de canto, 30 de ancho, con

alas de hasta 80 mm, en función de las cargas. El total del forjado alcanza 1,20 m. En la planta primera, las vi-

gas son vistas, y en las siguientes, dedicadas a exposiciones, están recubiertas por cajones de pladur, com-



pletándose con 11 unidades falsas.

Los forjados son iguales en las plantas 2, 3 y 4. En la 1, sobre la plaza, el techo del lobby tiene tres grandes vigas entre 25 y 27 m, y otras tres entre 30 y 33 m, en dos vanos de 20+13, con un apoyo soldado en la viga de canto que está sobre ellas.

En su parte superior, a partir de la planta +3, el muro de hormigón lleva unas ménsulas, sobre las que van unas placas con unos pilares metálicos que recorren toda la fachada, (excepto donde hay núcleos, que llegan hasta la parte superior), y pórticos metálicos y celosías. La



cumbreira tiene 35 m de longitud, con apoyos en las vigas 1 y 2, y por tanto una luz central de 20 m. La planta 4 cuenta con "nichos" o entrantes de la fachada cubiertos con un elemento visual formado por piezas metálicas troqueladas de 1m x 1m y 10 mm de espesor, y en el interior va el muro cortina de aluminio. Uno de estos nichos ocupa la planta 4 y se incrusta en la 3.

El techo de la plaza es otro elemento singular del edificio. La intención de los arquitectos de dejar el edificio

flotando sobre la plaza (lo cual se consigue al eliminar el zócalo del mismo) para dar una sensación de transparencia visual, se refuerza gracias al falso techo que cubre la plaza, formado por triangulaciones en acero que reflejan la luz.

El acceso principal al edificio se realiza a través de la primera planta. Esta sala queda suspendida de la superior, al igual que su mobiliario, por tirantes metálicos. En el perímetro de los muros de hormigón hay cuarenta y cinco ménsulas

de apoyo. "Como en la plaza no hay pilares (sólo los tres núcleos y la escalera ceremonial de acceso al lobby) se planteó que el forjado colgara de unos tirantes metálicos anclados a las vigas de la planta +2, formados por vainas metálicas a nivel de planta +1, de 18 cm de diámetro visto. En la planta 1 se ven 11 de éstos tirantes (otros 2 van empotrados). En consecuencia, el suelo va apoyado perimetralmente en las ménsulas de borde y colgado por una serie de elementos vertica-

# Edificio Singular

22

b

i

a



les de las vigas del suelo de la planta 2".

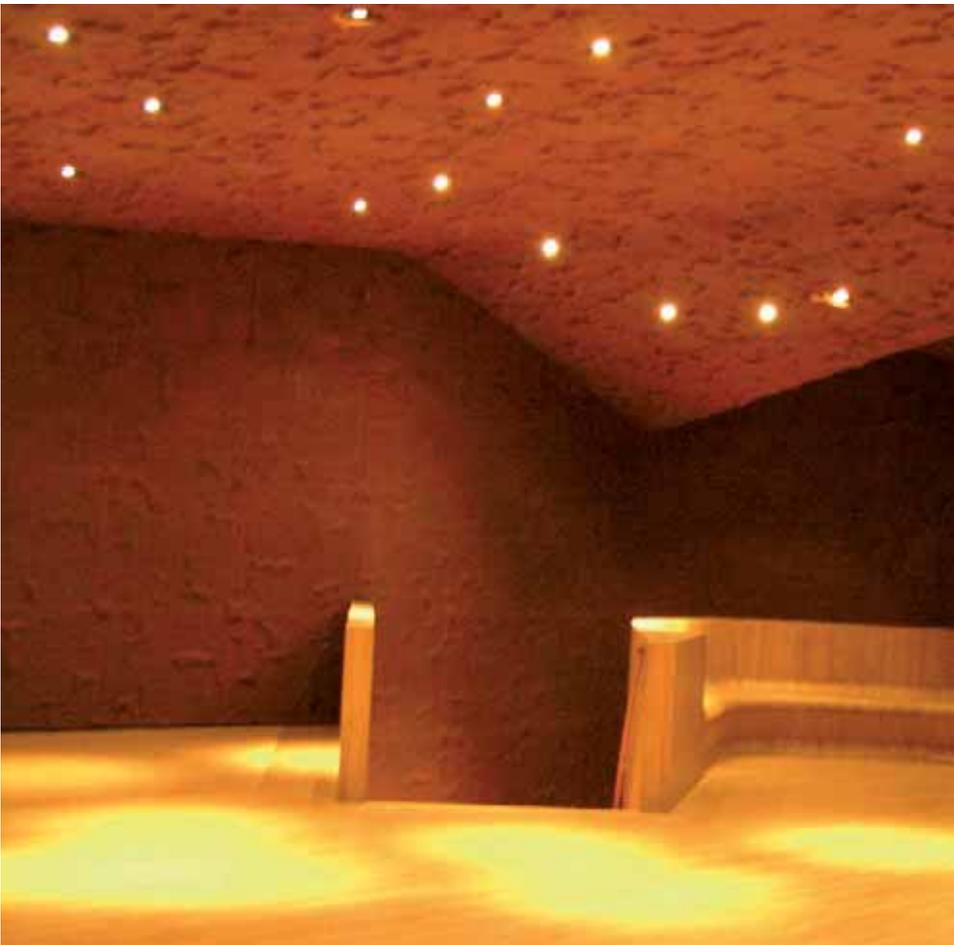
La razón de los salientes y entrantes del techo de la plaza está fundamentado en que las "tripas" del forjado son unas vigas especiales, de canto variable, que arrancan en 30 cm y acaban en 90 cm. El plano va cambiando según el canto de las vigas, que ha sido diseñado por los autores del proyecto.

## **Materiales**

Resulta sin duda espectacular el juego de materiales y formas de los espacios interiores del edificio. Por ejemplo, la complejidad de los espacios de la planta 4 (administración y cafetería) contrasta con las salas de exposición (plantas segunda y tercera), dos espacios diáfanos, simples y flexibles.

Las paredes del vestíbulo (primera planta), al que se accede a través de la escalera ceremonial serpenteante que arranca en la plaza cubierta, son de hormigón, mientras que el foyer y el auditorio (sótanos primero y segundo) aparecen revestidos por una malla metálica deformada por una estudiada presión que dibuja una estructura ondeante.

Mención aparte merece el proceso de restauración de las fachadas de ladrillo, sobre cuya recuperación y proceso de limpieza existían ciertas dudas, por lo que se realizaron distintas pruebas con





chorro de arena, y se optó por una fórmula intermedia. "Existían unas partidas para la reposición ladrillo a ladrillo, por lo que se acudió con unas muestras a una fábrica de Toledo, pero no fue posible conseguirlas. Sí se logró en Arévalo, y el resultado final es que el muro es en parte antiguo y en parte nuevo. Existen algunas diferencias apreciables, porque lo antiguo no se ha limpiado. Además, en la fachada de la calle Gobernador existía un edificio adosado que hubo que demoler, con lo que ahora

existe un paño liso, ciego y todo nuevo. Sí hubo una recuperación parcial de ladrillos de los muros intermedios de las tres naves originales, pero esos ladrillos no eran iguales que los del exterior. Al final, se dejó aparcado el proyecto de recuperación de los ladrillos. También se han tapado todas las ventanas, se han rehecho las cornisas, y se han hecho tres ventanas nuevas en la planta 1 y otra en la planta 2".

Tanto la escalera de acceso como el solado de planta está realizado en acero inoxi-



24

b

i

a

dable de 2 mm de espesor, formando un despiece triangulado a modo de puzzle.

En la primera y segunda planta están las dos salas de exposiciones, de 600 m<sup>2</sup> cada una, amplias, diáfanas y neutras. Las paredes de yeso de estas salas de exposiciones no llegan al suelo, quedando 1 cm de hueco en su parte inferior para el aire de retorno.

Elemento emblemático de este edificio es la escalera de hormigón blanco auto-

compactable que distribuye los distintos niveles. Apunta Fco. Javier Polo Rodríguez que "el encofrado del peto va haciendo curvas, y se ejecutó con unos moldes de poliéster preparados por una empresa dedicada a la fabricación de esculturas para parques temáticos. Su colocación fue bastante compleja, por la necesidad de sellar perfectamente las juntas, ya que se trata de un fluido".

Otro de los rasgos caracte-

rísticos del edificio es su envolvente superior, compuesta por paneles de hierro fundido. El cerramiento de la planta 4 (restaurante y zona de administración) y la cubierta se realiza con una piel de chapas de fundición de 1m x 1m, suspendidas de tirantes metálicos. Como se ha señalado anteriormente, su trazado espacial es laberíntico, y está salpicado por ocho nichos irregulares con entrada de luz natural y celosías de



chapa galvanizada. Las chapas macizas se simulta-  
nean con troqueladas para  
dar luz a las zonas con ven-  
tanales en su trasdós, mod-  
ulado según esta retícula  
de 1 m . De esta forma, ex-  
teriormente se percibe una  
piel continua.

En el auditorio, salas mul-  
tiosos y foyer de distribu-  
ción en sótanos se resuelve  
la ejecución de revesti-  
mientos de paramentos ver-  
ticales y falsos techos me-  
diante un sistema de chapa  
troquelada en cuatro posi-  
ciones distintas, denomina-  
do deployé, en cuadrícula  
de 1m x 1m con un basti-  
dor, colgados a una subes-  
tructura de la pared y for-  
mando dibujos que se ajus-  
tan entre sí. Todos los en-  
cuentros perimetrales, tanto  
en vertical como en hori-  
zontal, son piezas especia-  
les distintas entre sí, lo que  
supone la ejecución de un  
elevado numero de piezas  
especiales ajustadas in si-  
tu. "Se partió de la idea de  
que tuviera un relieve de  
unos 4 cms, pero se com-  
probó que al estampar, en  
las crestas se partía por  
tracción, y hubo de modifi-  
car tanto la figura como la  
altura del impacto, quedan-  
do finalmente con un relie-  
ve entre 2,5 y 3 cm. Van pe-  
gadas una a una, y dobladas  
en los rincones".

Los suelos del foyer y del  
auditorio están entarimados  
de madera de roble america-  
no, el vestíbulo con piezas  
trianguladas de acero inoxi-  
dable y las galerías de arte



con un pavimento blanco de  
terrazo continuo.

Finalmente, tanto F. Javier  
Antona del Val como Fco.

Javier Polo Rodriguez quie-  
ren destacar todo lo que esta  
obra ha supuesto de "expe-  
riencia nueva y apasionante,

# Edificio Singular

26

b

i

a



por la existencia de un numeroso equipo de profesionales y por el trato día a día con los arquitectos desplazados del estudio de Basilea, imprescindible para la toma de multitud de decisiones que aún siendo de carácter técnico, han requerido el visto bueno de los proyectistas, pues su sello tiene que estar en el conjunto del edificio. Ese equipo desplazado ha seguido todo el desarrollo de la ejecución del edificio, buscando fundamentalmente la presencia de la impronta característica de los trabajos del estudio de Herzog & de Meuron".



## FICHA TÉCNICA

### EDIFICIO:

CAIXAFORUM Madrid

### PROPIEDAD:

Caja de Ahorros y Pensiones de Barcelona. "La Caixa".

### PROYECTO Y DISEÑO:

Herzog & de Meuron.

### PROYECTO DE EJECUCIÓN:

Mateu i Bausells Arquitectura, S.L.

### DIRECCIÓN DE OBRA:

Sebastià Mateu Bausells (arquitecto).

Fco. Javier Polo Rodríguez (arquitecto técnico).

### PROYECTO DE ESTRUCTURAS:

NB-35.

### PROYECTO DE INSTALACIONES:

Úrculo Ingenieros.

PROYECTO DE FACHADAS Y CUBIERTAS: ENAR.

### COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD:

Genaro Martínez Marqués, arquitecto técnico

(Spril Norte, S.L.)

### PROJECT MANAGER:

Construccio y Control.

Antonio García Bragado (La Caixa).

F. Javier Antona del Val (arquitecto).

### OCT:

Applus Norcontrol, S.L.U.

### EMPRESA CONSTRUCTORA:

Ferrovial Agromán, S.A.

-Jefe de Grupo: José M<sup>a</sup> Sanz Pecharoman (arquitecto técnico)

-Jefe de Obra: Javier Raisuni Muñoz .

FECHA DE INICIO: Octubre de 2004.

FECHA DE FINALIZACIÓN: Diciembre de 2007.



b

i

a

## En edificación residencial ya hay que hablar de recesión

*Doctor en Ciencias Económicas y estadístico superior del Estado, Julio Rodríguez López es uno de los principales expertos españoles en el mundo inmobiliario. Ha sido consejero de Economía e Industria de la Junta de Andalucía, presidente de la Caja General de Ahorros de Granada, presidente del Banco Hipotecario de España entre 1985 y 1994, y de la Federación Hipotecaria Europea.*

*En la actualidad es vocal del Consejo Económico y Social de la Comunidad de Madrid, vocal de Sumpasa (empresa local de vivienda y suelo de Pozuelo) y vocal del Consejo Superior de Estadística del Instituto Nacional de Estadística (INE).*

**BIA.-** ¿Es el parón del mercado inmobiliario el problema económico más importante o más grave de nuestro país en estos momentos y de cara al próximo futuro?

**JULIO RODRÍGUEZ LÓPEZ.-** En este momento coinciden varias crisis: la del mercado de vivienda, la derivada de la subida de los precios de las materias primas, la ocasionada por los mayores precios de los alimentos, y también existe una crisis financiera, de falta de liquidez, que en Estados Unidos se ha convertido en una crisis de solvencia. Esto se traduce en que los bancos están desarrollando una política de contención crediticia que resulta bastante restrictiva. Esta actuación ha acentuado el problema del mercado de vivienda, lo que ha transformado un aterrizaje "suave" en un claro derrumbe de demanda y de ventas. Puede decirse que de los cuatro problemas, en este momento es el del cambio del mercado de vivienda el que más afecta a la situación de la economía española, que también puede resultar algo "tocada" por la crisis financiera que viene de Estados Unidos.

**P.-** ¿Cabe seguir hablando de "desaceleración"?

**R.-** Se puede aplicar solo al conjunto de la economía hasta el 2º trimestre de 2008. En la edificación residencial, que ha llegado a ser en por-



centaje la mitad de la construcción, no cabe hablar de desaceleración: ahí hay recesión. El conjunto de la economía y de la construcción están sufriendo una acusada desaceleración, pero el segmento de la vivienda está en recesión. En los dos primeros trimestres de 2008 la actividad constructora residencial está retrocediendo. Dicha evolución se notará más cuando se terminen las actuales promociones iniciadas en los dos años pasados. Así, a finales de 2008 y durante 2009 se dejará sentir aún más la caída de la inversión en vivienda.

**P.-** ¿Considera correcta la actitud de dejar que el mercado corrija por sí mismo la situación?

**R.-** Aunque no hay cifras exactas, existe un excedente importante de viviendas sin vender, tanto usadas como de nueva construcción. Se estima en algo menos de un millón de viviendas nuevas las que hay sin vender, que significan prácticamente dos años de ventas de viviendas de nueva construcción en los años buenos. Se puede decir, por tanto, que ante el exceso de oferta (a los precios existentes, hay más viviendas en venta que compras), una cierta corrección de mercado resulta positiva, en el sentido de aproximar los precios de venta a lo que el mercado puede absorber. Pero también debe haber una cierta intervención pública, sobre todo para apoyar a los prestatarios, a los hogares que por una subida

adicional de los tipos de interés pueden verse abocados a perder y ver subastada su vivienda. De acuerdo, pues, con que el mercado funcione en lo que se refiere a conseguir una posición más equilibrada de precios, pero también adelante a cierta intervención estatal para ayudar a los prestatarios endeudados y que se facilite el que se siga construyendo vivienda de protección oficial en las áreas metropolitanas, en especial en las que hay mayor demanda embalsada de vivienda de precio asequible.

## ***“La crisis del mercado de vivienda es la que más afecta ahora a la situación de la economía española”***

**P.- ¿En qué sentido se deberían orientar las ayudas públicas para paliar los efectos negativos de la situación?**

**R.-** En este momento se debe de garantizar financiación para un volumen determinado de viviendas de protección oficial. Está todavía vigente el Plan 2005-2008, queda por ejecutar el Programa 2008 de dicho Plan, que requería financiación crediticia para construir nuevas viviendas protegidas del orden de unos 8.000 millones de euros. El Gobierno ha estado acertado en cuanto a garantizar las emisiones de títulos efectuadas por los bancos que habían concedido anteriormente créditos destinados a la promoción y venta de nuevas viviendas protegidas. Ése esfuerzo es positivo. Pero sería conveniente asegurar que la financiación conseguida por las entidades financieras se destina efectivamente a garantizar el cumplimiento del Programa 2008. Ello implica, pues, dos tipos de acciones: ampliar hasta 8.000 millones de euros ese volumen de financiación y, en segundo lugar, garantizar que la financiación adicional que consiguen las entidades de crédito en el mercado gracias

al aval del Estado, que es el que está detrás del ICO, se destina en realidad al Plan 2005-2008, concretamente a garantizar la financiación crediticia del último ejercicio de vigencia de dicho Plan.

**P.- ¿Qué debería tener en cuenta el Plan en las actuales circunstancias?**

**R.-** Conocemos que la ministra ha mantenido una conferencia sectorial, ha pedido ideas a las comunidades autónomas, algunas parecen convenientes, como es la de considerar también como hogares problemáticos los de separados y de mayores, pero en este momento está en etapa de recibir ideas. En mi opinión el todavía vigente Plan 2005-08 tiene demasiadas actuaciones protegidas. No quiero decir que haya que reducir su alcance financiero, sino que en lugar de tener ocho o nueve actuaciones protegidas, tenga sólo tres o cuatro, para que estas se apliquen con mayor intensidad.

**P.- ¿Está respondiendo el Gobierno con medidas suficientes, en cantidad e intensidad, a los peligros potenciales de la evolución del mercado inmobiliario sobre el empleo y el crecimiento económico?**

**R.-** Faltan algunas actuaciones. Algunas, como los avales del ICO pueden ser muy importantes para el mercado de vivienda, así como la ampliación del plazo a los hogares endeudados. Esta medida ha sido objeto de crítica, pero creo que es conveniente y debería de haberse facilitado más su efectiva implantación desde el gobierno, pues proporciona a los hogares endeudados un alivio momentáneo. Cabe hacer más en materia de mercado y política de vivienda y a la vez garantizar que el crecimiento de la economía no llegue a caer por debajo de cero. A la vista de la evolución de la afiliación a la Seguridad Social, se advierte



que está cayendo el empleo en torno al 5% en la construcción, y que el empleo global se va aproximando al crecimiento cero o incluso negativo. Tomando este indicador como símbolo de toda la economía, habría que conseguir que no hubiera una variación negativa significativa del conjunto del empleo. Esto significa dinamizar cuanto pueda contribuir a un mayor crecimiento económico. En este sentido los programas de inversiones públicas en la construcción no residencial pueden resultar trascendentes, así como el garantizar la financiación del Programa 2008, en el sentido de hacer algo por el empleo. En presencia de un descenso importante del número de puestos de trabajo será difícil vender incluso la vivienda protegida, pues antes de adquirir una vivienda, por muy asequible que sea el precio de esta última, es necesario tener un empleo.

**P.- ¿Qué importancia concede en estas circunstancias al sistema de financiación de las haciendas locales?**

***“Debe jugar el mercado, pero también debe haber una cierta intervención pública”***

**R.-** Entiendo que la escasez de recursos de las corporaciones locales ha dado lugar a que éstas resulten excesivamente dependientes de la construcción residencial. Esto no resulta conveniente, pues conduce a que en ocasiones se haya calificado suelo como urbanizable residencial en exceso, en detrimento de suelo susceptible de ser destinado a otras actividades productivas. Incluso se ha llegado a expulsar actividades sostenibles para

construir viviendas que ni siquiera se han podido vender después. Y no pienso sólo en la agricultura, sino en parques o polígonos industriales y empresariales. Hoy, muchos de esos suelos sirven hasta de pasto de jabalíes.

## **“Un descenso de los precios de la vivienda en torno al 25% parece inevitable. Eso será sano para todo”**

Significa que en ese suelo en el que hasta hace poco se cultivaba, hoy no se desarrolla ninguna actividad.

**P.- ¿Cómo habría que empezar a corregir lo que usted ha descrito como "más que especial afección de los gobiernos locales a la promoción inmobiliaria"?**

**R.-** Entiendo que a los ayuntamientos se les han asignado y han asumido un elevado nú-

## **“En los ayuntamientos se tiene que producir un cambio de mentalidad. El retorno de los jabalíes es todo un símbolo”**

mero de competencias y que sus recursos no han crecido proporcionalmente, por lo que habría que transferir a dichas administraciones parte de los recursos que han ido a parar a las comunidades autónomas. En estos momentos los ayuntamientos no deben de aceptar más competencias si no van acompañadas por recursos paralelos. Ha habido una descentralización muy potente en favor de las autonomías, mientras que los ayuntamientos han recibido competencias y no dinero. Conviene reforzar la base fiscal de los ayuntamientos, no suprimiendo impuestos sin compensación, como se hizo con el IAE, que se quitó sin ningún tipo de compensación. Si los ayuntamientos han llegado a depender tanto del ladrillo, a partir de ahora viene un periodo más o menos

prolongado en el que la construcción residencial va a ir a menos, por lo que toda la estructura administrativa local debe de adaptarse a la nueva circunstancia.

**P.- Siempre se ha dicho que los problemas de la vivienda exigen la colaboración de las distintas administraciones públicas. ¿Cómo debería**

**concretarse esa colaboración en estos momentos?**

**R.-** Se trata de que todas las administraciones colaboren a la solución del problema de acceso a la vivienda, y que no se considere dicho problema como una cuestión de otra administración. Todas las políticas diseñadas por el gobierno de España y por el Ministerio de Vivienda han tenido un fuerte componente autonómico. Bastantes artículos del Plan 2005-2008 fueron objeto de corrección a instancias de las comunidades autónomas. Esta voluntad de colaboración existe, y debe persistir y reforzarse. Y cuando se alude a la conveniencia de construcción de cientos

de miles de nuevas viviendas protegidas, deben ir acompañadas de apoyos a la generación de suelo para poder construir ese tipo de viviendas.

**P.- ¿Qué responsabilidad achaca usted a los bancos centrales y a la banca comercial en la creación de las circunstancias que han dado lugar a la situación actual del mercado de vivienda en nuestro país?**

**R.-** No debemos olvidar que la autoridad monetaria en España es el Banco Central Europeo. El Banco de España tiene competencias específicas de supervisión. El BCE ha mantenido una política de mantenimiento de los tipos de interés, distinta a la de la Reserva Federal norteamericana, y de suminis-

tro de liquidez a corto plazo. Dicha política de tipos de interés parece adecuada, a la vista de la diferencia importante que existe entre el tipo de interés del mercado interbancario a doce meses y el tipo de intervención del BCE (4,25%), que revela que existe tensión de liquidez. Por parte del Banco de España, la supervisión ha sido acertada. La fijación de la mayor provisión para insolvencias ha reforzado la solvencia de las entidades de crédito. En cuanto a las entidades de crédito, banca comercial y cajas de ahorro, han concentrado quizá una proporción excesiva del crédito en el subsector inmobiliario. Habrá que atender a la evolución de la morosidad, que ya ha registrado un crecimiento importante.

**P.- Ha hablado usted de un "inevitable descenso de los precios de la vivienda". ¿Se atrevería a cuantificarlo en porcentaje?**

**R.-** Si en estos momentos hay un exceso de oferta a los precios vigentes, el ajuste se está haciendo bastante más por la vía de descenso de ventas que por el descenso de los precios. Si hubiera un descenso significativo de los precios, habría más ventas y una más pronta recuperación de la actividad constructora. Entiendo que es inevitable dicho descenso, y es posible que las estadísticas de mercado resulten muy agregadas para reflejar la realidad del mercado, en el que en este momento manda el comprador que dispone de financiación. Las menores ventas de viviendas de segunda mano reflejan la realidad de una escasa y más cara financiación crediticia, que afecta más a dicho tipo de viviendas que a las de nueva construcción. Es difícil cuantificarlo, pero un descenso en torno al 25% respecto de los niveles actuales parece inevitable, aunque hay muchos mercados de vivienda y situaciones muy diferenciadas a nivel local.



**P.- ¿Qué opinión le merecen las continuas previsiones que se formulan sobre la duración de la crisis del mercado de la vivienda?**

**R.-** Los políticos deben dar un mensaje de expectativas positivas, aunque se pueden hacer diagnósticos más concretos de lo que está sucediendo. En el caso de la crisis de 1990-91, fue preciso esperar a 1996 para que hubiera una recuperación clara de las tasas de crecimiento y del mercado de vivienda. Extrapolando la experiencia del pasado a la actual situación, el período peor está siendo 2008. Hay por delante unos tres años de ciclo bajista del mercado de vivienda, los dos próximos se mantendrán a niveles bajos de demanda y de construcción, y vendrá después otra etapa de crecimiento débil. Se puede hablar, por tanto, de unos cinco años de mercado débil (ya ha pasado más de un año de dicha fase), durante los cuales el crecimiento económico será muy débil, y a partir de tres años habrá crecimiento económico. Cinco años de debilidad económica parecen, pues, inevitables, y es de desear que no genere problemas adicionales la presente tor-

menta financiera que ahora está actuando en Estados Unidos.

**P.- ¿Qué rasgos distintivos tiene la situación actual del mercado de la vivienda en la Comunidad de Madrid en relación al resto de España, si es que tiene alguno?**

**R.-** Madrid tiene elementos diferenciales evidentes. Ha sido la primera autonomía en la que se advirtió el cambio de coyuntura del mercado de vivienda, con una caída rápida de ventas. Tiene también un sobrante de unas 50.000 viviendas sin vender, una cifra importante, resultado de restar de las viviendas terminadas las viviendas nuevas vendidas. Se trata de una comunidad muy dinámica, que ha sido la primera en reflejar el cambio de perfil del ciclo, que se advertido en el descenso de las ventas y en la más intensa caída de las viviendas iniciadas, y en la que pesa menos la construcción que en la media de España. En la estadística de precios de tasación del Ministerio de Vivienda aparece Madrid con un des-

censo interanual del -0,2%, frente a un aumento del 2% para el conjunto de España en el 2º trimestre de 2008. Y lo mismo que el ajuste de precios de vivienda está siendo más rápido y más intenso en Madrid, es posible que esta autonomía sea de las primeras en superar la situación.

Todo apunta a que cuando el mercado de vivienda se recupere en España lo hará sobre unos niveles de actividad y de ventas muy inferiores a los que han estado presentes entre 1998 y 2007 (seis millones de viviendas iniciadas en España en 1998-2007 frente a unos tres millones y medio de hogares creados, aumentos medios anuales de los precios de venta superiores al 11%, precios equivalentes a más de nueve salarios medios anuales, aumento en más de un 10% del parque de viviendas en 2007 sobre el existente en el Censo de 2001. Lo anterior confirma que ha existido una auténtica burbuja de precios de la vivienda y de la nueva construcción).

□



# Un edificio con historia ESPECIAL CENTENARIO

## Tres momentos de la historia de una esquina: el área urbana de la sede del COATM

Por Javier ORTEGA VIDAL y Francisco José MARÍN PERELLÓN

*El siguiente trabajo, cuyos autores son Javier Ortega Vidal, de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, y Francisco José Marín Perellón, del Instituto de Estudios Madrileños, forma parte del libro editado por el COATM con motivo de la conmemoración del primer centenario de la sede colegial.*

### Justificación

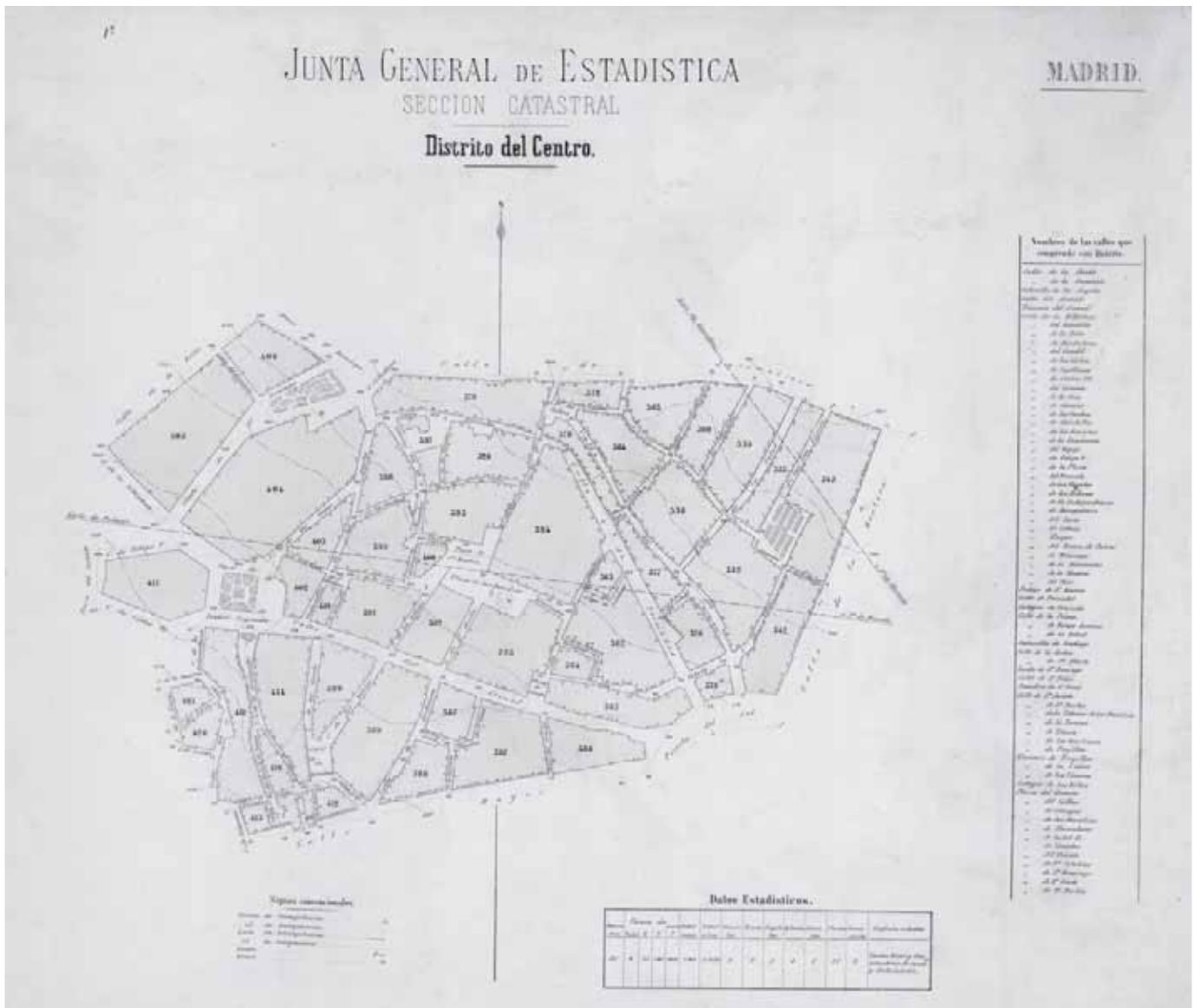
El título rememora un trabajo de Pedro Ortiz Armengol dedicado a narrar los acontecimientos y personajes más notables que, a lo largo de más de cuatrocientos años, han contribuido a que la actual encrucijada de las calles del Maestro Victoria y de la Misericordia

debamos vincularla a nombres tales como los de la princesa Juana de Portugal (fundadora de las Descalzas Reales), el padre Francisco Piquer (impulsor del Monte de Piedad de Madrid), Benito Pérez Galdós o Pío Baroja, entre otros. La razón evidente es que esa esquina se ubica en uno de los puntos más céntricos de la trama urbana de la ciudad, si

no la más antigua (pues se formó a raíz de la creación del arrabal de San Martín, allá por el siglo XII), sí una de las más señeras de la historia de Madrid, merced a la fundación del monasterio Real de Nuestra Señora de la Consolación, "las Descalzas Reales", en 1557. La notable transformación de toda la zona como consecuencia de los decretos desamortizadores de Juan Álvarez Mendizábal, en 1837, y el efecto de la alineación del callejero desde la década de 1850, hicieron que los cambios en la propiedad y usos de los espacios radicados en su entorno modificaran el tejido social de sus residentes, y, con ello, la aparición de nuevos nombres propios a esa trama. El siglo XX, a la vez, acentuaría los signos de transformación mediante la implantación y desarrollo de instituciones tales como Caja Madrid y El Corte Inglés. Si bien es cierto que todo lo anterior

Plano de Teixeira.





ya está dicho y sabido, no lo es menos que también puede contarse de otro modo. Nos referimos al uso del dibujo de la ciudad como poderoso elemento de análisis y persuasión. El procedimiento es, en sí, muy sencillo. Se trata de trazar sobre una misma base los distintos momentos de la ciudad, de modo que sus elementos (trama urbana, manzanas, parcelas y edificaciones) coincidan exactamente en el espacio, siempre que no hayan experimentado cambios en el tiempo. Para ello partimos del plano ciudad del Ayuntamiento de Madrid, referido al año 2000, retro trayéndonos ciento veinticinco

años, hasta 1875, fecha convencional que representa el plano parcelario del General Ibáñez Íbero, y un nuevo salto de otros ciento veinticinco años para situarnos en 1750, fecha de ejecución de los planos originales de la Planimetría General de Madrid. En cada uno de esos tres momentos se representan los planos de distribución interior de aquellos edificios que, ya por su carácter monumental, ya por su uso público, otorgan a cada área concreta los rasgos distintivos de su espacio. El resultado del procedimiento, aplicado al área inmediata de la sede del Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técni-

# Un edificio con historia

## ESPECIAL CENTENARIO

38

b

i

a



*Convento de las Descalzas Reales.*

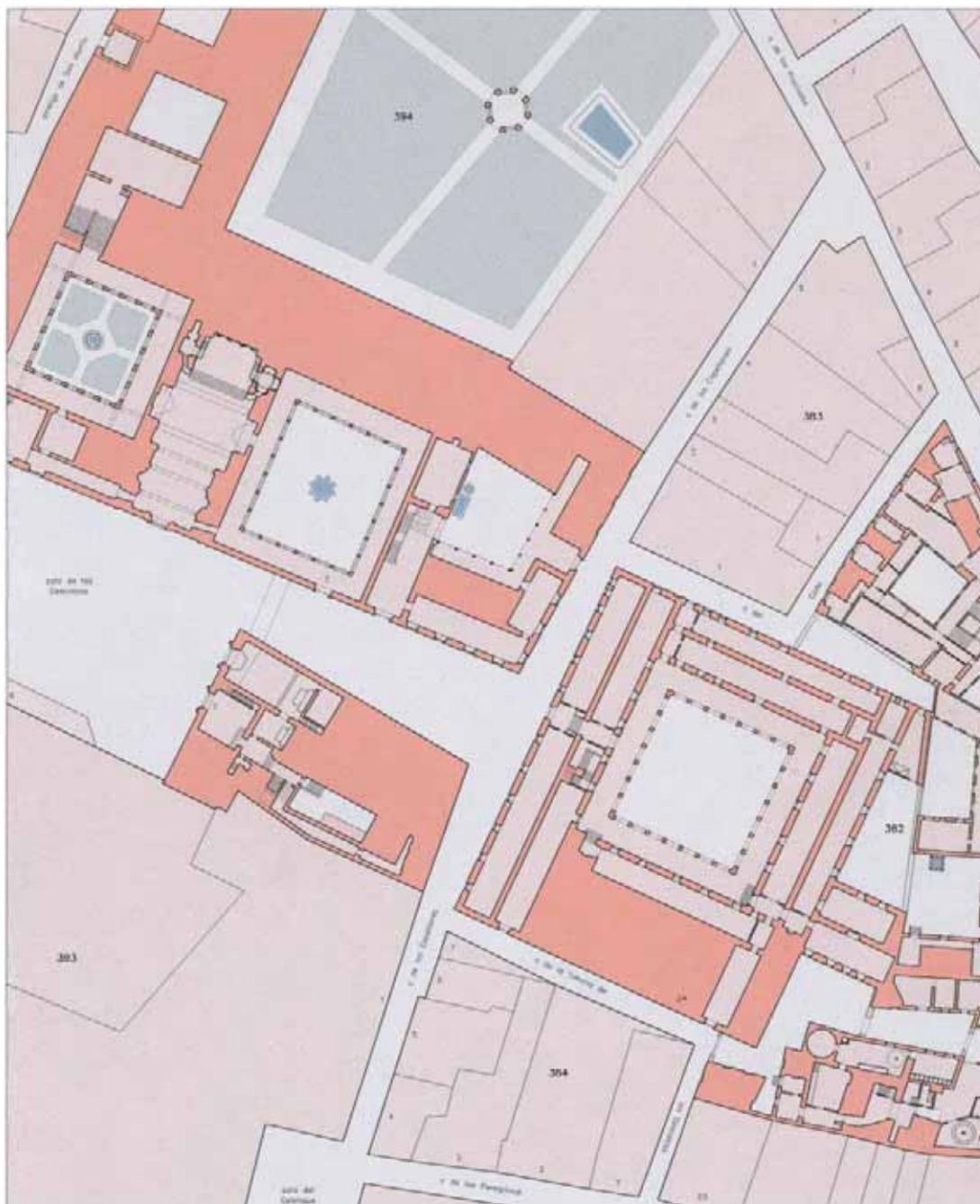
cos de Madrid, depara una densa historia urbana para los hitos temporales de 1750, 1875 y 2000.

### **El área urbana en 1750**

En esencia, la trama urbana representada a mediados de la centuria del setecientos es la heredera de la implantación en ese espacio del monasterio de las Descalzas Reales en 1557. Comúnmente conocido bajo ese nombre, pese a que su advocación original sea la de Monasterio Real de Nuestra Señora de la Consolación, de franciscas descalzas, tal fundación ocupó gran parte del espacio próximo a la plaza de San Martín, núcleo del arrabal medieval homónimo, aunque ya desde las postrimerías de su existencia irradió su influencia en la trama urbana próxima, con el establecimiento de la Casa Real de la Misericordia, fundada en 1559, y la Tahona de las Descalzas, ambas en la manzana 382, casa n.º 24. A ello habrían de añadirse la extensa huerta monástica (celosamente resguardada de las vías públicas inmediatas), una serie de edificaciones destinadas al servicio de la comunidad en la propia manzana en la que se erige el convento (la número 394), y la denominada Casa de Capellanes, destinada a servir de residencia a los numerosos presbíteros que, con un beneficio curado, atendían a la necesidades de culto de la regia fundación.

Fuera de ese núcleo originado en la segunda mitad del siglo XVI, quedan la Casa Real de Nuestra Señora del Sacro Monte de Piedad (manzana 393, casa n.º 7), fundación del padre Francisco Piquer del año 1702; y la casa palacio de José Antonio de Rojas, conde de Mora y marqués de la Torre (manzana 382, casa n.º 1). Lamentablemente, no hemos podido reconstruir otros espacios de gran im-

portancia por falta de datos, tales como el palacio de los duques de Nájera, Arcos y Maqueda, en manos de Francisco Ponce de León, su titular (manzana 393, casa n.º 1); o el colindante de José Joaquín de Medrano y Angulo, conde de Torrubia, que, como residencia de Juan Manuel Fernández Pacheco, marqués de Villena, fue testigo en 1713 de la fundación de la Real Academia Española. El resto de la trama representada, que incluye parte de las manzanas 377, 383 y 384, estaba ocupado por casas de una relativa calidad edificatoria, de dos o tres plantas sobre rasante: las denominadas "a estilo de Corte". Todas estas grandes construcciones imprimen el rasgo distintivo de la trama urbana formada por las calles de Capellanes, de la Tahona de las Descalzas, Preciados y de las plazas de las Descalzas y del Celenque. Pese a que la más notable sea el conjunto monumental de las Descalzas Reales, no debemos obviar la Casa Real de la Misericordia, obra atribuida al arquitecto Juan Bautista Monegro, erigida a lo largo de la segunda mitad del siglo XVI. Se trataba de una gran construcción de crujías dobles en torno a un patio cuadrangular, de tres plantas sobre rasante, destinada a la atención hospitalaria de doce sacerdotes pobres, amén de la botica de las propias monjas franciscas. Los intersticios que quedaban entre el propio hospital y los límites de la parcela se ocuparon por la Tahona de las Descalzas, representada con su conjunto de molinos de sangre, hornos, paneras



Plano 1750.

y caballerizas, y una serie de crujías situadas en el testero para servicio del conjunto. Igual ocurre, por último, con la casa del conde de Mora, que ofrece el modelo típico de la arquitectura de la nobleza madrileña: ajustada a los irregulares límites de la parcela, de dimensiones medias, se organiza por una serie de crujías alrededor de un pequeño patio de planta cuadrangular. Compuesta de dos plantas, la baja la ocupaban dependencias de servicio y cocinas; el acceso principal, a la calle de Preciados, y la escalera monumental. La planta alta se reservaba a las salas de residencia del título, estrado de caballeros y de damas, alcobas, retretes; y, por último, la enorme sala destinada a solana ubicada en su crujía meridional.

### *Edificios singulares del área en 1750*

*-Monasterio Real de Nuestra Señora de la Consolación, "las Descalzas Reales", de franciscas descalzas.*

*Iglesia y convento, huerta y Casa de Capellanes.*

*-Casa Real de la Misericordia .*

*-Casa Real de Nuestra Señora del Sacro Monte de Piedad.*

*-Casa palacio del conde de Mora y marqués de la Torre, José Antonio de Rojas.*

*-Casa Palacio del conde de Torrubia, José Joaquín de Medrano y Angulo.*

*-Casa palacio del duque de Nájera, Arcos y Maqueda, Francisco Ponce de León.*

# Un edificio con historia

## ESPECIAL CENTENARIO

40

b

i

a

### El área urbana en 1875

Ciento veinticinco años después de la imagen anterior, dominado por el conjunto monumental de las Descalzas Reales, su apariencia en 1875 denota cambios sustanciales. Es cierto que la mayoría de los edificios representados son los mismos que los de 1750, pero es evidente que sus usos son bien distintos. Igual cabe decir de la trama urbana, sensiblemente transformada a causa de las operaciones del nuevo trazado de la calle de Preciados, vinculadas a la reforma de la Puerta del Sol.



*Panadería Viena Capellanes.*

El primer signo del cambio de los tiempos vino de la mano del rey José I, cuando abordó la desamortización eclesiástica en 1809. Sin embargo, ni esta ni la que siguió a manos del gobierno del Trienio Liberal entre 1820 y 1823 tuvieron efectos sobre la trama urbana y la estructura de la propiedad, a excepción de la demolición de algunas sedes, como

la de la iglesia parroquial de San Martín, acometida en la Guerra de la Independencia. La desamortización planteada por Juan Álvarez Mendizábal, al contrario que las anteriores, sí tuvo verdaderos efectos sobre la transformación del espacio urbano madrileño y, en mucha mayor medida, sobre la estructura de la propiedad. Aquí, la comunidad de las Descalzas Reales se salvó de la excomunión merced al Patronato Real de que disfrutaba; pero eso no ocurrió con otras dependencias de la fundación monástica, tales como la Casa Real de la Misericordia o la Casa de Capellanes, las cuales fueron tasadas por los funcionarios del Ministerio de Hacienda y pasaron a pública subasta. La primera fue rematada, en su totalidad, en Victoria Quiroga de Rada en el decenio de

1840, una vez abordadas las obras correspondientes de segregación entre la misma y el colindante convento de las Descalzas. Ignoramos la fecha y adjudicatario de la segunda, aunque sí sabemos que el antiguo Hospital se segregó para viviendas, tabicando las antiguas crujías que formaban su fábrica. Más tarde, el propio patio se habilitó para teatro, bajo proyecto del arquitecto Joaquín María Vega, disponiendo de varias de las crujías inmediatas y la totalidad de la crujía septentrional. Comenzó sus representaciones en las Navidades de 1867, con el nombre de Teatro Alarcón, aunque poco después se conociera con el común de Salón de Capellanes.

El segundo signo del cambio es la nueva alineación de la calle de Preciados, abordada como consecuencia de la reforma de la Puerta del Sol, en aplicación de Real Orden de 11 de mayo de 1854. En esencia, tal transformación pertenecía a la ambiciosa operación conocida como Alineación General de Madrid, que trataba de reformar la trama de acuerdo a los principios generales del urbanismo imperante; no obstante, la materialización de la reforma de la calle de Preciados debe entenderse como uno de los efectos de la magna operación de la Puerta del Sol. Interesa destacar, en cualquier caso, que la realización de la obra supuso una notable ampliación de la anchura de la vía, con lo que hubo de proceder a la demolición de la mayoría de las casas ubicadas en la acera de los impares, entre ellas la casa palacio del conde de Mora, amén de la segregación de una banda considerable de la huerta de las Descalzas Reales. Como consecuencia de esa operación, también quedó demolida la antigua Tahona de las Descalzas.

El tercer signo del cambio tiene que ver con la creación de la Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Madrid, en aplicación de un decreto del Gobierno Provisional de 22 de abril de 1869. La nueva institución, resultado de la fusión del Monte de Piedad (creado por el padre Piquer a principios del siglo XVIII) con la Caja de Ahorros de Madrid, fundada el 25 de octubre de 1838 bajo los auspicios de José Vizcaíno, marqués viudo de Casa



Plano 1875.

Pontejos, propiciaría una transformación radical del entorno a partir de la antigua sede de la Casa Real de Nuestra Señora del Sacro Monte de Piedad. Esa transformación se desarrolló en dos líneas distintas: la primera fue la creación de la sede social de la nueva institución bancaria; la segunda, la reforma y ampliación del edificio destinado a operaciones de la Caja de Ahorros, ubicado en la antigua sede del Monte de Piedad. La sede social se abordó de inmediato, a partir de mayo de 1870, casi a seguido de la constitución de la nueva Caja de Ahorros y Monte de Piedad. Se convocó un concurso público, adjudicado al proyecto presentado por los arquitectos Fernando Arbós y Tremanti y José

María de Aguilar, que fue el que finalmente se erigió en 1871. El resultado fue la actual Casa de Alhajas. La reforma se abordó a partir de 1877, cuando el consejo de la Caja de Ahorros y Monte de Piedad encargó al propio Arbós (con la colaboración de Aguilar), la reedificación de la nueva planta de la antigua sede, destinada a edificio de operaciones y depositaría, conocido comúnmente como "el almacén del Monte de Piedad". El anteproyecto, realizado por ambos arquitectos en octubre de ese mismo año, comenzó a materializarse a partir de 1884, cuando se inician las obras para su construcción. A la par, la Caja adquirió el antiguo palacio del conde de Torralba, propiedad entonces del

# Un edificio con historia

## ESPECIAL CENTENARIO

42

b

i

a

marqués de Guadalest, para ampliar sus dependencias. Ello exigió la realización de una serie de reformas en el edificio para su adecuación al fin propuesto, dirigidas también por Arbós y Aguilar según proyecto de julio de 1882. La imbricación definitiva de Caja Madrid en las plazas de San Martín y de las Descalzas supuso una transformación radical del antiguo ámbito situado frente al monasterio de las Descalzas Reales, no solo por la creación de dos nuevas sedes y la radical transformación del antiguo palacio del conde de Torralba, sino por las nuevas alineaciones que afectaron a la plaza y calle de San Martín, la plaza de las Descalzas y las calles de la Misericordia y Capellanes, además del nuevo ajardinamiento acometido para la plaza de las Descalzas.

Al margen de la evolución de los edificios notables del ámbito y de la transformación de la trama, el año 1875 es testigo de una paulatina sustitución del caserío ubicado en la zona. El auge comercial del centro urbano, auspiciado por las propias reformas urbanísticas, la estima social y la demanda de vivienda provocarían un aumento de la edificación desconocido hasta entonces, plasmado en el modelo de casa de renta: edificios de tres o cuatro plantas sobre rasante, destinados a viviendas de alquiler por cuartos, en los que la planta baja se reserva para su explotación como locales comerciales. Este modelo, tomado en parte de las nuevas construcciones erigidas en la Puerta del Sol como consecuencia de su reforma, se implantaría en el ámbito de modo masivo, sustituyendo la práctica totalidad de las viviendas comunes existentes en 1750-1751.

### **Edificios singulares del área en 1875**

*-Monasterio Real de Nuestra Señora de la Consolación, "las Descalzas Reales", de franciscas descalzas. Plaza de las Descalzas, nº 3, con vuelta a calle del Postigo de San Martín, nº 2. Iglesia y convento, y huerta.*

*-Casa de Matías Lacasa, antigua de Capellanes, panadería Viena Capellanes en 1875.*

*Calle de la Misericordia, nº 2, con vuelta a calle de Capellanes, nº 5.*

*-Tahona de las Descalzas. Calle de la Tahona de las Descalzas, nº 4.*

*-Teatro Alarcón o Salón de Capellanes. Calle de Capellanes, nº 10, con vuelta a callejón de Preciados, nº 3.*

*-Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Madrid. Depósitos y almacenes. Plaza de las Descalzas, nº 1, con vuelta a calle de la Misericordia, s. n., con vuelta a calle de Capellanes, nº 3.*

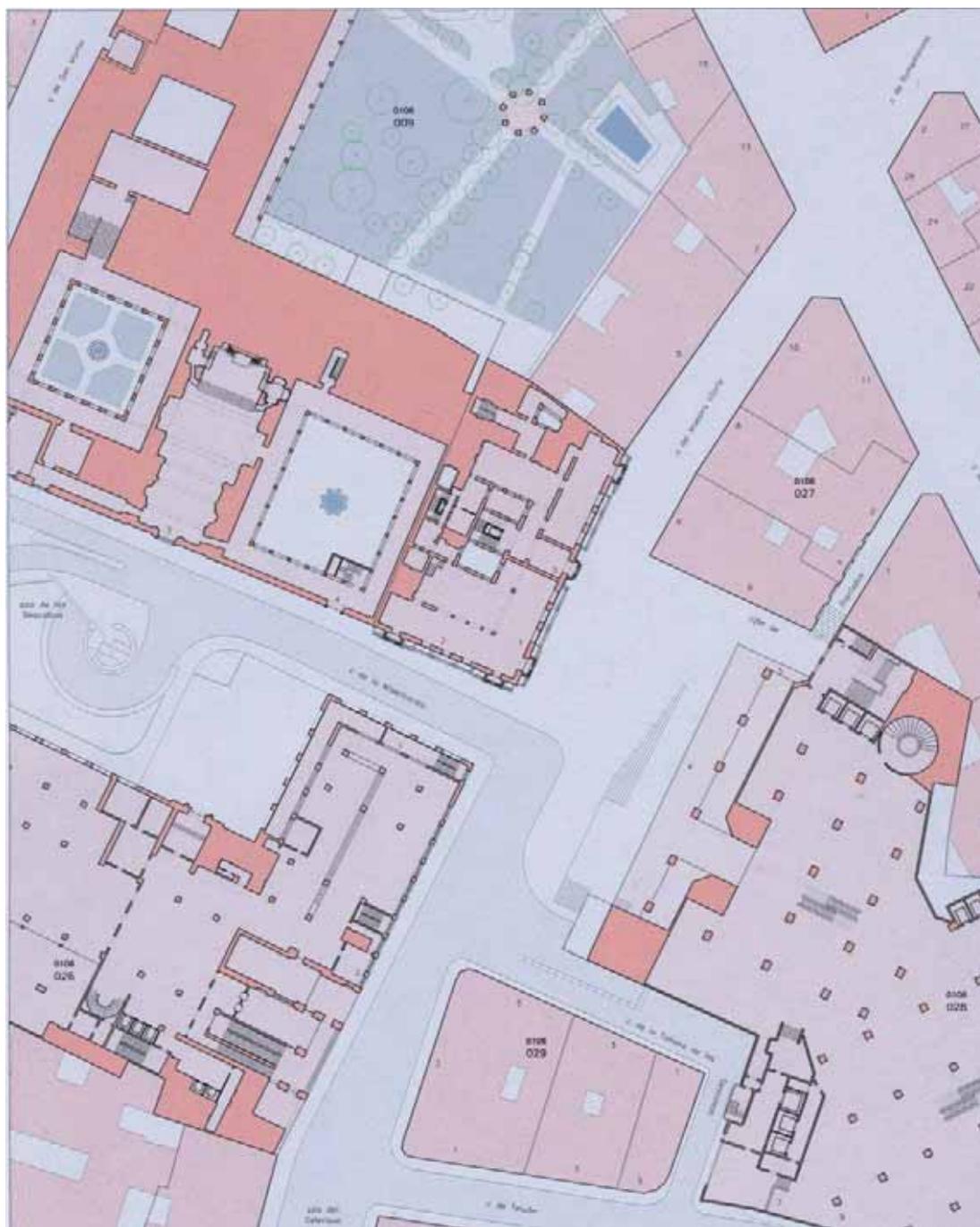
*-Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Madrid. Dependencias, antes casa palacio de Fernando de Arteaga y Silva, marqués de Guadalest. Plaza de las Descalzas, nº 2, con vuelta a calle de San Martín, nº 8.*

### **El área urbana en 2000**

Sorprende constatar los notables cambios de la apariencia urbana del ámbito en una fecha como el año 2000. De todo el elenco de construcciones singulares descrito anteriormente, solo queda en pie el monasterio de las Descalzas. El resto de los edificios iría demoliéndose por causas distintas, constituyendo un área dominada en la actualidad por Caja Madrid y El Corte Inglés. Por último, la antigua Casa de Capellanes, luego Viena Capellanes, es hoy un edificio obra del arquitecto Manuel de Medrano, auspiciada por su propietario, el conde de Romanones, en 1903.

No hay razones estructurales, como las hubo en el siglo XIX, que expliquen la radical transformación de que ha sido objeto la zona entre 1875 y la actualidad, sino más bien la acentuación de las tendencias ya contenidas desde 1869. De hecho, lo que se percibe es el crecimiento de las sedes de Caja Madrid y de El Corte Inglés a expensas de las edificaciones que entorpecían su propio desarrollo; ambas, con el paso del tiempo, han ido fagocitando gran parte del espacio existente, creando así un ámbito característico.

La Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Madrid prosiguió su ampliación, como era de esperar, a lo largo del siglo XX. La primera operación de envergadura consistió en



Plano 2000.

la adquisición de una casa colindante, ubicada en la plaza del Celenque, número 2, y calle de Mariana Pineda. Se trataba de la antigua casa palacio del duque de Nájera, la cual había pasado a María Cayetana de Silva, duquesa de Alba, como legado de su madre, la duquesa de Arcos, y enajenada por sus herederos a favor de Ramón Álvaro Benito en 1826. La Caja de Ahorros encargó el proyecto a su arquitecto, Luis Sáinz de los Terreros, y, aprobadas las obras por Real Orden de 1916, se iniciaron de inmediato para inaugurarse finalmente un 13 de junio de 1922, tan solo seis años después. No obstante, no fue la última transformación acometida por la

Caja de Ahorros, ya que en la década de 1960 la institución bancaria acariciaba la idea de sustituir todas sus instalaciones por una nueva y moderna edificación. El proyecto fue acometido por el arquitecto de la Caja de Ahorros, a la sazón Manuel de Cabanyes y Mata, quien proyectó poco antes de 1967 un edificio diáfano, de corte racionalista, que ocuparía el palacio del conde de Torrubia, luego del marqués de Guadalest, el edificio creado por Arbós como casa de operaciones, y el recientemente edificado por Luis Sáinz de los Terreros. El 14 de febrero de 1973, el nuevo conjunto fue inaugurado por los entonces príncipes de España.

# Un edificio con historia

## ESPECIAL CENTENARIO

44

b

i

a



*Interior del Convento de las Descalzas Reales.*

*Fachada del Monte de Piedad.*



El otro edificio emblemático es El Corte Inglés. En su origen, se trataba de una sastrería para niños fundada en 1890 en la confluencia de las calles de Preciados, Carmen y Rompe-lanzas. El giro se produce en 1934, cuando Ramón Areces adquiere esa sastrería y, con la misma denominación, inicia una andadura ya conocida que la convierte en la primera empresa comercial de España. En 1939, El Corte Inglés se establece en

una casa ubicada en la confluencia de las calles de Preciados y de Tetuán; entre 1945 y 1946 se amplía el área comercial hasta cinco plantas; nueva ampliación entre 1953 y 1955 con la adquisición del número 5 de la calle de Preciados, y otra más, en 1961, con la anexión de los inmuebles situados a lo largo de las calles de Tetuán y Tahona de las Descalzas. La dinámica de crecimiento, a costa de las casas inmediatas, se remata en la década de 1970, cuando se

adquiere el vetusto edificio de la calle de Capellanes, la antigua Casa Real de la Misericordia.

Entre ambos conjuntos, que caracterizan de forma singular este ámbito, queda la esquina de las calles de la Misericordia y Maestro Victoria. Su edificación data de 1903, cuando Álvaro de Figueroa y Torres, conde de Romanones, y su hermano Gonzalo encargaron al arquitecto Manuel de Medrano la construcción de un edi-

ficio de nueva planta que sustituyera a la vetusta Casa de Capellanes, ocupada por la panadería Viena Capellanes. Este es el edificio que hoy alberga el Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid.

### *Edificios singulares del área en 2000*

*-Monasterio Real de Nuestra Señora de la Consolación, "las Descalzas Reales", de franciscas descalzas. Plaza de las Descalzas, nº 3 y 4, con vuelta a calle del Postigo de San Martín, nº 2. Iglesia y convento, y huerta.*

*-Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid. Calle del Maestro Victoria, nº 1 y 3, con vuelta a calle de la Misericordia, nº 2.*

*-Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Madrid. Sede central. Plaza del Celenque, nº 2, con vuelta a calle de la Misericordia, nº 1, con vuelta a plaza de las Descalzas, nº 1 y 2, con vuelta a calle de San Martín, nº 4.*

*-El Corte Inglés. Calle de Preciados, nº 3 y 5, con vuelta a calle de Tetuán, nº 7 a 15, con vuelta a calle de la Tahona de las Descalzas, nº 2 a 6, con vuelta a C. del Maestro Victoria, nº 4, con vuelta a callejón de Preciados, nº 3 y 5.*

### **Conclusión**

En este recorrido de doscientos cincuenta años hemos contemplado, de la mano del dibujo, la transformación singular de que ha sido objeto el ámbito urbano ubicado en el entorno de las calles de Maestro Victoria, de la Misericordia y plazas de las Descalzas y del Celenque. El hilo argumental de todo este dilatado período ha sido siempre el cambio, con protagonistas destacados, a partir de la estima social del espacio y, sobre todo, de los intereses económicos sobre un ámbito urbano de considerable valor. La única permanencia del pasado es la del monasterio de las Descalzas, verdadero artífice de la creación de este singular fragmento de la trama urbana de Madrid.

□

## Rehabilitación de pavimentos en instalaciones deportivas de exterior

**Pedro MORETA ROMERO**  
**Arquitecto Técnico**

**Especialista en Equipamientos e Instalaciones Deportivas por el INEF (UPM)**

### INTRODUCCIÓN

Uno de los índices sobre los que se mide el bienestar de la sociedad actual se basa en el tiempo que se dedica al ocio, y es seguro que dentro del ocio el sector que más tiempo acapara es la práctica del deporte. Esto hace que las distintas Administraciones se impliquen de una manera más directa en la construcción de nuevas canchas deportivas y en la rehabilitación de las existentes. El presente artículo va a incidir en este segundo aspecto. A las instalaciones deportivas de exterior y concretamente a las patologías más frecuentes que se localizan en estos pavimentos deportivos, y apuntar después una propuesta de solución efectiva.

Este artículo tiene por objeto exponer las circunstancias observadas en varias instalaciones deportivas, reflejando las causas que originan los problemas detectados.

En todo caso, la idea es la de efectuar un trabajo que evalúe la posibilidad de rehabilitación de los pavimentos, ya que he considerado que los usuarios de todas las instalaciones deportivas van a ser deportistas conocedores de la calidad de los mejores pavimentos y van a exigir que las que tengan en su colegio, club o barrio estén a la altura de las mejores del mercado.

La práctica del deporte exige que el usuario se mueva sobre una superficie segura desde el punto de vista biomecánico además de satisfacer los requerimientos propios y particulares de cada deporte tanto en instalaciones cubiertas como en instalaciones al aire libre.

Tal número de variables hace imposible la existencia de un solo pavimento deportivo multiuso, por lo que el proyectista en cada caso deberá seleccionar aquel pavimento que satisfaga a la mayoría de los usuarios de la instalación, pensando en el deporte dominante que en la misma se prevea practicar, ya que las limitaciones presupuestarias en la mayoría de los casos harán prohibitiva la utilización de suelos desmontables.

Otros factores determinantes son aquellos que afectan a los gastos de explotación de la instalación, especialmente en deportes cuya práctica se efectúa mayoritariamente al aire libre. Nadie puede dudar de la satisfacción que supone jugar al fútbol en un campo de hierba natural o al tenis en una cancha de tierra batida.

Estos factores son los que han obligado a la industria a investigar y ofrecer soluciones alternativas al usuario, con superficies "todo tiempo", con menos gastos de manteni-

miento y por lo tanto más rentables. Consecuentemente más accesibles a todas las clases sociales, contribuyendo a la popularización de muchos deportes reservados hasta hace poco a un número muy limitado de practicantes.

### A) TIPOS DE PAVIMENTO

En el mercado podemos encontrar varios tipos de acabado de los pavimentos deportivos. En este caso nos vamos a centrar solamente en los soportes que se denominan en el sector como pistas duras. Esta denominación se basa en que desde hace muchos años los suelos deportivos se realizan con hormigón, ya sea pulido o poroso.

La característica principal de este pavimento es que el hormigón dota a la superficie de juego de una gran dureza, lo que implica una absorción de impactos casi nula por lo que se considera que la superficie de juego es "rápida".

Otra característica muy importante y origen de muchos de los problemas de estas pistas, es la necesidad de dotar a las grandes superficies realizadas con este material de juntas de dilatación que absorban los movimientos que se producen por las dilataciones y contracciones características de este producto.

Las visitas de inspección a las instalaciones deportivas sobre las que se basa este trabajo se han realizado a varios centros, tanto públicos como privados, localizadas en distintas provincias del centro de España.

### B) PROBLEMAS DETECTADOS

El estado de integridad que presentan los pavimentos deportivos de las instalaciones en algunos casos es muy deficiente, manifestando patologías externas que indican varios tipos de deterioro de las distintas partes que forman la totalidad de la instalación. Lo más habitual es encontrar abultamientos, charcos, desprendimientos, fisuras y grietas en el suelo.

Las zonas de juego no suelen estar en buen estado, en algunos casos se localizan varios problemas que hacen necesaria la reparación a fin de que las instalaciones queden en buen estado para la práctica de juego placentera.

Las distintas patologías observadas hacen que la práctica de juego en muchas de estas pistas esté mermada. Se han encontrado pistas totalmente arruinadas en las que es imposible practicar ningún tipo de juego o deporte, y en caso de jugarse se corre un grave riesgo de lesiones.



En esta pista de baloncesto el acabado superficial del hormigón pulido

se ha levantado, quedando al aire el árido que conforma el hormigón. De manera constante se seguirá disgregando el acabado. El origen de este problema puede estar en un deficiente pulido del hormigón.



En esta otra fotografía las placas de hormigón poroso se han levantado. Este problema puede ser debido a que la junta de dilatación está mal calculada, o a un movimiento excesivo de las distintas pastillas del hormigón poroso. Siempre debemos tener en cuenta que las dilataciones y contracciones del hormigón van a producir movimientos en la masa que, en el caso de no estar bien realizados los cálculos y colocadas las juntas de dilatación, se traducirán en fisuras, abombamientos y roturas no deseadas.



El paso siguiente al anterior es el de la rotura de pavimento después del abombamiento.



También existen problemas generados por la mano del hombre. Como en este caso en el que se puede notar como después de construir la pista de tenis, a alguien se le ocurrió pasar algún tipo de instalación con un trazado extraño.



Hay veces en las que se le añade una solución más nefasta que agranda el problema. Como en estos casos (foto sobre estas líneas y página siguiente) en el que a la rotura de la superficie del pavimento poroso se le añade un parche de mortero fratasado.

# Rehabilitación

48

b

i

a



Es muy habitual encontrar grandes fisuras con pérdida de material. En unos casos son debidas a la deficiente instalación del material y en otras al empuje de raíces de árboles situados en el perímetro de la instalación deportiva.



Probablemente la mas común de las patologías de las superficies de hormigón poroso o pulido es la de las "cejas" o diferencias de altura en las juntas del pavimento. Esta deficiencia es muy peligrosa ya que a la incomodidad que produce en la practica del juego un bote "falso" (denominado así al cambio de dirección y sentido distinto del previsto que toma la pelota tras impactar en esta junta) se producen habitualmente tropezones que pueden terminar en caídas y consiguientes lesiones en los usuarios.



En otros casos se han salido plantas que han germinado en los residuos sólidos de la junta o son raíces que brotan de árboles cercanos.

Las pistas realizadas con hormigón poroso a veces presentan varias zonas con desprendimiento del material que conforma la parte superficial del pavimento. Esta patología es debida a lo que habitualmente conocemos por meteorización. Esto es porque el polvo del ambiente unido a los restos vegetales se depositan en el pavimento y taponan los poros impidiendo que el agua se filtre y sea conducida a la red de saneamiento. Este hecho unido a las bajas temperaturas que se sufren en invierno hacen que el agua no filtrada se hiele, con un aumento de volumen que hace que las piedras de "garbancillo" que forman el pavimento se rompan y se desprendan dando lugar a esta patología.

Algunas veces, como solución a estas pistas de hormigón (poroso o pulido), se aplica una capa de aglomerado asfáltico sobre éste. El resultado es que al unir dos materiales con un distinto coeficiente de dilatación, las necesarias juntas de dilatación del hormigón se "calcan" en el aglomerado asfáltico que no necesita de estas ni cuando se extiende en grandes superficies.



Como se puede notar en la anterior fotografía de un aglomerado asfáltico aplicado recientemente, las fisuras superficiales están en la misma disposición que las juntas del hormigón que soporta el nuevo pavimento.



Cuando se da el caso de aglomerados asfálticos antiguos, las juntas están más abiertas y con los bordes elevados y por tanto el deterioro que impide la práctica de juego es más importante.

### C) SOLUCIONES

Para eliminar de una manera permanente todos los problemas que en las páginas anteriores se han reflejado, existen varias soluciones que dependerán de dos tipos de actuaciones previas.

- 1) Con demolición.
- 2) Sin demolición.

La diferencia entre los dos casos apuntados está básicamente en el incremento de coste y de tiempo por la ejecución de la unidad de demolición y desescombro de la misma en el supuesto primero. En el segundo caso la única limitación a tener en

cuanta es la posibilidad de aumentar la altura del pavimento final.

Dependiendo del acabado final que elijamos para nuestra instalación podremos elegir una u otra solución. De entre todos los acabados que hay en el mercado los mas habituales son:

- Aglomerado asfáltico.
- Aglomerado asfáltico acabado con resinas o slurrys.
- Césped artificial.
- Hormigón poroso.
- Hormigón pulido.
- Solado de baldosas pulidas.

#### Aglomerado asfáltico

Es un acabado muy habitual sobre el que se pintan las líneas de juego. Su textura es gruesa y con el paso del tiempo, por el uso y la acción de la lluvia y el viento, se elimina el betún que sirve de aglomerante quedando a la vista el árido de la mezcla.

Debe de garantizar la capacidad resistente de todo el conjunto, teniendo especial importancia la uniformidad de la planimetría final, ya que el revestimiento es totalmente impermeable y el agua superficial procedente de la lluvia principalmente, deberá evacuar por escorrentía siguiendo la pendiente prevista, que para uso deportivo será aproximadamente del 1% y en sentido transversal.

Su mantenimiento es mínimo.

#### Aglomerado asfáltico acabado con resinas o slurrys

Para evitar los efectos apuntados anteriormente es conveniente proteger el aglomerado con capas de resinas sintéticas o slurrys que además de proteger, dotan al pavimento de una estética mas vistosa. La aplicación de estas resinas es totalmente



recomendable, tanto por el incremento de la duración del soporte en el tiempo, como por el tipo de textura y color con el que dotamos a la superficie.



Su mantenimiento es mínimo y cuando las capas están desgastadas se puede rehabilitar la pista con la aplicación de otras capas de resinas quedando los pavimentos como nuevos.

#### Césped artificial

Se utiliza esta solución dependiendo del estado en el que se encuentre el soporte. No es recomendable si el hormigón tiene cejas, depresiones,



# Rehabilitación

50

b

i

a



charcos o roturas. El mantenimiento se incrementa pues el árido del lastrado y el caucho triturado que se suele colocar sobre el césped se puede desplazar en determinadas zonas de uso intensivo. Es conveniente rastrillar y regar periódicamente la superficie de juego. Se puede sustituir fácilmente cuando está desgastado.



## Hormigón poroso

Si se opta por esta solución es necesario estudiar previamente el soporte actual. Se podrá realizar teniendo en cuenta las juntas de dilatación y deberá ser ejecutado por empresas especializadas en la aplicación del mismo y con un seguimiento por profesionales. El mantenimiento es mínimo pero necesitará de una limpieza periódica de los poros para eliminar los residuos acumulados. En zonas frías las heladas pueden acelerar el proceso de disgregación del hormigón.



## REHABILITACIÓN CON DEMOLICIÓN

Como ya se ha indicado anteriormente, la rehabilitación con demolición se basa en eliminar el pavimento actual e instalar uno nuevo con el acabado que deseemos tener. Una vez realizada la demolición del soporte antiguo, sólo restará ejecutar el nuevo en función del que hallamos elegido como si realizáramos una obra nueva.

## REHABILITACIÓN SIN DEMOLICIÓN

Lógicamente cada instalación tendrá sus características y será necesario estudiarla de manera individual, pero podemos asegurar que en el 95 % de los casos esta solución es la definitiva. Este sistema se basa en colocar un elemento que separe el pavimento actual deteriorado del aglomerado asfáltico que se necesita para colocar el césped artificial o las resinas sintéticas del nuevo acabado. Con este planteamiento conseguimos que al no estar pegados los dos soportes, trabajen cada uno de manera independiente y los movimientos de las "pastillas" de hormigón sean absorbidos por el elemento de separación.

Estos separadores son dos. Primero se dispone una lámina de geotextil, y sobre ésta se extiende una capa de zahorras niveladas y compactadas con el acabado final y con un espesor medio de 10-15 cm. Se garantiza que los nuevos elementos del soporte trabajen de manera independiente del suelo antiguo, por lo que la transmisión de las juntas de dilatación o de las fisuras existentes son eliminadas con lo que ahorramos en tiempo y dinero las unidades de picado y desescombro.



## Hormigón pulido

Igual que en el caso anterior hay que cuidar las juntas de dilatación y el pulido de la capa superficial para evitar fisuras no deseadas y el deterioro prematuro de la capa superficial.

## Solado de baldosas pulidas

Este acabado se usa menos, pero es muy común como pavimento de hockey sobre ruedas. Hay que vigilar el solape de las piezas y la disposición de las juntas de dilatación.



Primero se colocan unos bordillos para el cajado de la pista.



Después se coloca el geotextil y sobre éste se extiende y compactan las zahorras artificiales.



Sobre las zahorras se extiende y compacta una o dos capas de aglomerado asfáltico.



Sobre el aglomerado se realiza un bacheo de la superficie para eliminar los charcos.



Después se sella el aglomerado asfáltico.



Se aplican varias capas de resinas.



Se definen los juegos y se pintan las líneas en varios colores.

## Empleo del carburo de silicio biomórfico, bioSiC, como elemento de unión en estructuras de madera

Por A. RAMÍREZ DE ARELLANO AGUDO, A. R. DE ARELLANO LÓPEZ, M. MARRERO y J. J. QUISPE CANCAPA

Arquitectos Técnicos

La madera, material muy usado en construcción, posee en general un buen comportamiento estructural, también ante el fuego. En este caso, su uso se ve limitado debido al comportamiento de las uniones metálicas de la estructura, que pierden su capacidad portante diez veces antes que la madera y además actúan como concentradores del calor (1, 2). Una alternativa a los materiales metálicos es el empleo de cerámicas estructurales avanzadas en las uniones para mejorar su comportamiento a alta temperatura. Su elevado coste ha sido una de las causas principales de que el uso de esta clase de cerámicas no haya sido considerado. Un reciente desarrollo de la Universidad de Sevilla (USE), permite fabricar compuestos silicio-carburo de silicio (Si/SiC) a partir de madera mediante un proceso de mineralización rápida para obtener productos finales duros, resistentes y estables químicamente, con mecanización precisa (3,4,5). Este nueva materia prima posee el nombre comercial de bioSiC®. El presente trabajo es la primera etapa para estudiar la viabilidad del bioSiC como material para conectores de madera. Se han empleado métodos numéricos para caracterizar el comportamiento mecánico del sistema madera - bioSiC. También se han realizado pruebas mecánicas de adherencia y resistencia ante el fuego preliminares obteniéndose buenos resultados, superiores a los del acero de las muestras de control.

### Introducción

El empleo de madera como material estructural está ganando importancia frente a otros materiales como el hormigón o el acero, gracias a su reducido impacto ambiental, presente desde su obtención hasta su reciclaje. Su obtención requiere un bajo consumo energético, inferior a la de otros materiales para la misma aplicación. También es interesante destacar que en Andalucía, pueden ser aprovechados los bosques ya plantados, que de no utilizarse en los próximos 10 años se perderán. Estos bosques de árboles de porte pequeño pueden ser usados para fabricar madera laminada. El ahorro energético continúa una vez edificada la estructura. Durante su servicio la madera mantiene sus propiedades como buen aislante acústico y térmico (6,7) y una vez concluida su vida útil la madera puede ser completamente reciclada.

En esta línea de empleo de materiales con reducido impacto ambiental encontramos al carburo de silicio biomórfico. A principios de los años 90, se comenzaron a desarrollar cerámicas de SiC a partir de infiltración con silicio (líquido o gas) de estructuras de fibra carbono artificial. Ello llevó de forma inmediata a considerar como preformas alternativas piezas de carbón obtenidas a partir de pirólisis controlada de maderas. Los resultados fueron excelentes. A esta nueva familia de materiales se la ha venido denominando bioSiC (4).



El bioSiC, que se fabrica a partir de maderas u otros precursores carbonosos, mediante un proceso de mineralización rápida que consiste en pirólisis de la madera e infiltración reactiva con silicio líquido. La tecnología básica de fabricación de cerámicas de SiC mediante infiltración reactiva de silicio en preformas de carbón vegetal se implantó en la Universidad de Sevilla en el año 2000. Desde este punto se comienza una sistemática de trabajo de pruebas de distintas maderas, formas y protocolos de procesado que tiene un gran éxito, dando como resultado una primera caracterización de la técnica que se patenta en el año 2001 en España. En la Figura 1 se muestra las piezas de madera originales y el resultado después de la pirólisis e infiltración, obteniéndose un material cerámico de alta resistencia.

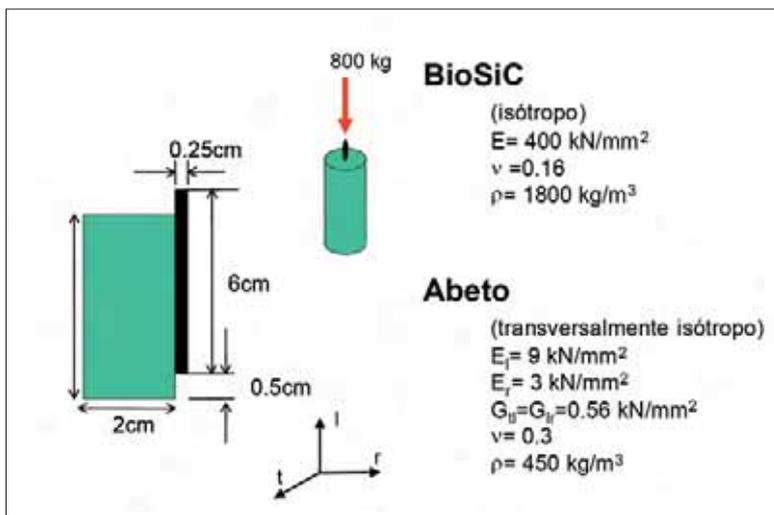
Para el estudio de los elementos de unión de las estructuras de madera con bioSiC se propone, de forma preliminar, modelar numéricamente, mediante el método de los elementos finitos (8) la geometría que deben tener las piezas permitiendo una mejor comprensión del problema mecánico y ahorrando trabajo experimental. Una vez definidas y optimizadas las características geométricas y mecánicas, se fabricaron prototipos, en los cuales se realizaron pruebas de adherencia entre la madera y el bioSiC y pruebas de comportamiento ante al fuego pertinentes para su eventual utilización en la industria de la construcción (9, 10).



**Figura 1. Preformas de madera y piezas de bioSiC terminadas.**

## Modelo

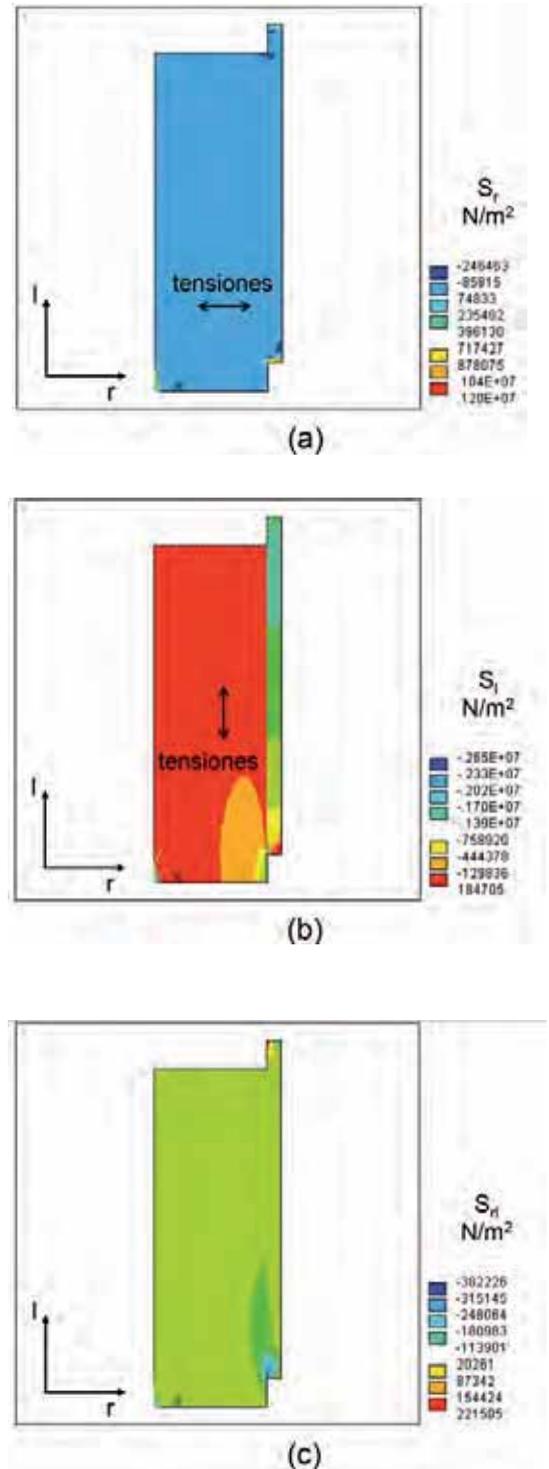
Para simular el comportamiento de las probetas durante las pruebas de adherencia se modeló el problema en el cual la madera y el bioSiC tienen una geometría cilíndrica que permite una simplificación bidimensional del problema, Figura 2.



**Figura 2.** Modelo simplificado para simular el comportamiento de las probetas durante los ensayos y diseñar la geometría óptima de éstas.

Las propiedades mecánicas que se han empleado en el modelo se muestran en la Figura 2 donde  $\nu$  es el módulo de Poisson,  $E$  el módulo de Young y  $\rho$  la densidad. Los subíndices  $r$ ,  $1$  y  $t$  corresponden a las direcciones principales de la madera: radial, longitudinal y transversal, respectivamente. La dirección  $1$  coincide con la dirección de crecimiento del árbol. El bioSiC se ha representado como un material isótropo a pesar de su comportamiento transversalmente isótropo, debido a que en la dirección  $1$  posee un módulo elástico de un orden de 100 veces superior al de la madera. La carga aplicada es de 8 toneladas, aplicada en la varilla de bioSiC.

En el modelo realizado con elementos finitos, figura 3, a, b y c las tensiones más significativas ocurren alejadas de los bordes de la probeta con lo cual queda garantizado que las condiciones de contorno de las caras laterales exteriores de las probetas de madera no afectan los resultados. Las tensiones más altas son de compresión en la varilla de bioSiC en la dirección  $1$  donde se alcanzan los 2.65 MPa.



**Figura 3.** Resultados de modelo de elementos finitos empleando el programa comercial ANSYS: a) tensiones en la dirección  $r$ , b) tensiones en la dirección  $1$ , c) tensiones cortantes  $r1$ .

### Ensayos a compresión

Una vez obtenida la geometría de las probetas, se realizaron 30 ensayos a compresión de las probetas formadas por un prisma de abeto, una varilla de bioSiC y pegamento. Se utilizó resina epoxi con una formulación a base de poliamida (Araldit Standard). Las varillas de bioSiC formado a partir de sapelly tienen un diámetro de 5 mm x 60mm de altura, ver figura 4. También se ensayaron 6 probetas de control en las que se utilizó abeto con varillas de acero de 5 mm de diámetro. Los prismas de abeto eran de sección cuadrada: 4cm x 4cm y 6cm de altura.



**Figura 4. a) Máquina para los ensayos de adherencia entre el bioSiC y la madera de abeto, b) probeta.**

El bioSiC fue obtenido a partir de varillas de sapelly infiltradas con silicio, tenían una longitud promedio de 59.4 mm y área de la sección de 17.6 mm<sup>2</sup>. Se realizaron 30 ensayos con una velocidad de carga de 15 N/s y tardaron en romper las probeta un tiempo medio de 5.2 minutos.

Las varillas de bioSiC soportaron 245.3 MPa a compresión y el esfuerzo cortante entre el bioSiC y la madera fue superior a los 5 MPa. Este último valor coincide aproximadamente con la resistencia a cortante de la madera, indicando que fue la madera la que causó la rotura de la unión.

Lo anterior se confirma al observar las probetas, figura 5. En algunas zonas se puede apreciar que la madera se ha quedado unida a la varilla de bioSiC, indicando que en esas zonas ha roto la madera y no la varilla de bioSiC o el pegamento.

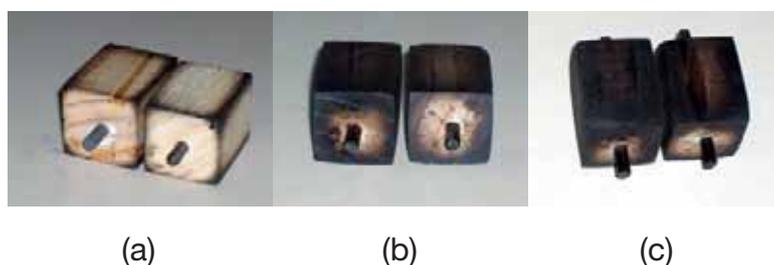
En el caso de las probetas de control madera - acero, con las que se realizaron 30 ensayos, la resistencia fue un 11% menor. La diferencia puede atribuirse a que falla el pegamento y el acero se desliza dentro del prisma de madera y no arrastra a la madera consigo. El acero no es un material poroso y el pegamento no penetra en él, convirtiendo a este último en el punto más débil del conjunto.



### Ensayos de resistencia al fuego

Se ha analizado el comportamiento ante el fuego del bioSiC como material de unión. Para ello se han preparado probetas con igual geometría a las empleadas en las pruebas de adherencia. Dichas probetas, madera-bioSiC y madera-acero, se calentaron en un horno a temperaturas de 350 y 400° C durante 100 segundos, 4 y 7 minutos. En la figura 6 se aprecian algunas de las probetas, el comportamiento ante el fuego es muy similar cuando se emplea

**Figura 5. Fotos de las probetas abiertas después del ensayo de adherencia.**



**Figura 6. Fotos de las probetas después del ensayo de resistencia al fuego, a la izquierda probeta de madera - bioSiC y a la derecha madera - acero. a) 100 segundos. b) 4 minutos. c) 7 minutos a 400° C.**

bioSiC o acero. Esto se debe a que el bioSiC tiene una conducción térmica similar a la de algunos aceros.



**Figura 7. Fotos de las probetas abiertas después del ensayo de resistencia al fuego. A la izquierda, probeta de madera - bioSiC y a la derecha madera-acero.**

Las probetas ensayadas se abrieron y se observó que para las temperaturas y tiempos estudiados las varillas, tanto las de acero como las de bio-

SiC no llegan a promover el fuego, figura 7. Otro dato interesante es la diferencia en la geometría de las probetas después de la prueba, donde las formadas por bioSiC - madera han experimentado una merma significativa. Se puede deber a que la varilla de bioSiC absorbe la resina de la madera, dejando, además, un aspecto fibroso en el prisma. Este hallazgo puede representar una desaceleración en el desarrollo de fuego debido al carácter inflamable de las resinas de la madera.

## Conclusiones

En el presente trabajo se ha estudiado la adherencia entre la madera y el carburo de silicio biomórfico (bioSiC). Se ha encontrado que la adherencia es buena, en torno a un 11% superior a las probetas de control formadas por madera - acero. La mejoría puede deberse a la porosidad de bioSiC que absorbe el pegamento y este deja de ser el punto débil de la unión, siendo la resistencia de la madera la que fija la resistencia final, las piezas fallan cuando la madera rompe. En el caso de la madera-acero, el pegamento rompe y el acero se desliza dentro del prisma de madera.

En cuanto al estudio de la repuesta a altas temperaturas de la madera y el bioSiC como elemento de unión, se ha identificado un comportamiento similar a las probetas de madera y acero. Siendo interesante resaltar que el bioSiC, un material poroso, parece absorber las resinas naturales de la madera causando una merma de los prismas. Este aspecto será estudiado con mayor detenimiento en ensayos futuros para identificar su efecto en la resistencia final de las estructuras durante un incendio.

El trabajo se completará con el estudio de la tenacidad de las piezas en aplicaciones similares a las finales y el desarrollo de piezas con la geometría definitiva a ser directamente utilizadas en la industria de la construcción.

## Referencias

- (1) S. Vignote, Tecnología de la madera en la construcción arquitectónica. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid (2000).
- (2) S. Vignote, J. Martos, J. Zazo, S. Soria. "Análisis de la influencia de las características de la madera en la calidad de los productos". Boletín Técnico de AITIM, nº 132, pp. 8-36(1988).
- (3) F.M. Varela-Feria, A. R. de Arellano López, J. Martínez-Fernández., "Maderas Cerámicas: Fabricación y Propiedades del Carburo de Silicio Biomórfico", Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidrio 41(4) 377-384 (2002).
- (4) FM. Varela-Feria, J. Martínez-Fernández, A. R. de Arellano López, M. Singh, "Precursor Selection for Properties Optimization in Biomorphoic SIC Ceramics". Ceram. Eng. Sci. Proc., Vol. 23 [4] pp. 681-685 (2002)
- (5) F.M. Varela-Feria, J. Martínez-Fernández, A.R. de Arellano-López, and M. Singh, "Low Density Biomorphoic Silicon Carbide: Microstructure and Mechanical Properties", J. Europ. Ceram. Soc, Vol. 22 [14-15] pp. 2719-2725 (2002).
- (6) AENOR, (2003) Madera Estructural. AENOR, Madrid.
- (7) AITIM (1993) La madera en la construcción. AITIM, Madrid.
- (8) Zienkiewics, O.C., The Finite Element Method, McGraw-Hill, UK (1977).
- (9) Norma Española UNE 23-102-90 Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción.
- (10) Norma Española UNE 23-702-88 Ensayos de reacción al fuego.

## Estructura y cerramiento de edificio bioclimático

Por Aurelio CALDERÓN TRECEÑO y Ana María GONZÁLEZ FERNÁNDEZ-CARRIÓN  
Arquitectos Técnicos

Lo que se expone seguidamente es una reciente invención surgida de la necesidad de crear la estructura-cerramiento de un edificio bioclimático. Fruto de esta necesidad, y basándose en la naturaleza como modelo a imitar, surge una forma simple y natural a la vez que segura y bella: la catenaria, el alma de todo arco, bóveda o cúpula.

Si a nuestra curva le damos el espesor, la proporción, el volumen y la orientación adecuada, ésta nos regala un cerramiento estructural seguro y sencillo de ejecutar; un espacio interior armónico, abierto a múltiples distribuciones, y una fachada sur captora solar. Si por último se protege lo creado con faldones y aleros, a poder ser también curvos, se remata la creación obteniéndose un edificio de belleza singular y naturalidad en formas.

Y ¿dónde está lo sostenible del invento? Pues muy claro: aprovechamiento solar pasivo, ventilación y refrigeración natural, cerramiento aislante y transpirable, estructura y cerramiento en muros de carga (ausencia de hormigón armado), materiales sanos y fáciles de implementar; recuperación de agua de lluvia; utilización de energías limpias, y sobre todo... no se cae.

### Características

La estructura y cerramiento de edificio bioclimático que la invención propone, se configura en una bóveda de curva catenaria.

La bóveda se apoya en dos zapatas corridas de hormigón armado, en la dirección de su genera-

triz, una en cada apoyo de la misma. La cimentación de un apoyo y otro se unen y atan mediante unas vigas de arriostamiento que evitan el movimiento entre apoyos, además de mejorar la capacidad sismorresistente del edificio.

La bóveda, en su composición constructiva, consta de dos hojas.

La primera, al interior, es de fábrica de ladrillo macizo de medio pie cogido con mortero bastardo de cal, cemento blanco y arena de río. Su función principal es la de masa térmica, aunque colabora en la función estructural. Además, si el ladrillo macizo es de cara vista, puede ser un elemento decorativo en sí mismo.

La segunda, sobre la anterior y al exterior, es de fábrica de bloque cerámico aligerado de 29 centímetros de espesor, cogido con mortero bastardo de cal, cemento blanco y arena de río. Su función principal es la de elemento estructural portante y aislamiento termoacústico. Ambas hojas o roscas están unidas mediante llaves a base de redondos de acero inoxidable, colocados cada metro.

En la parte superior de la bóveda, en la clave, hay un hueco circular de ventilación, por donde sale el aire caliente acumulado.

La estructura en bóveda con curva catenaria es una estructura muy resistente, pues es el arco más mecánico, ya que la línea de presiones sigue exactamente la forma del mismo.

Esta forma en curva se obtiene suspendiendo una cadena por sus extremos a merced de la gravedad, lo que forma una curva espontánea y natural, además de útil, siempre que la carga sea

uniforme, como es el caso de edificios donde la catenaria se usa de cerramiento.

**Ventajas**

Esta estructura en bóveda tiene muchas ventajas en cuanto al diseño bioclimático:

**Forma y orientación**

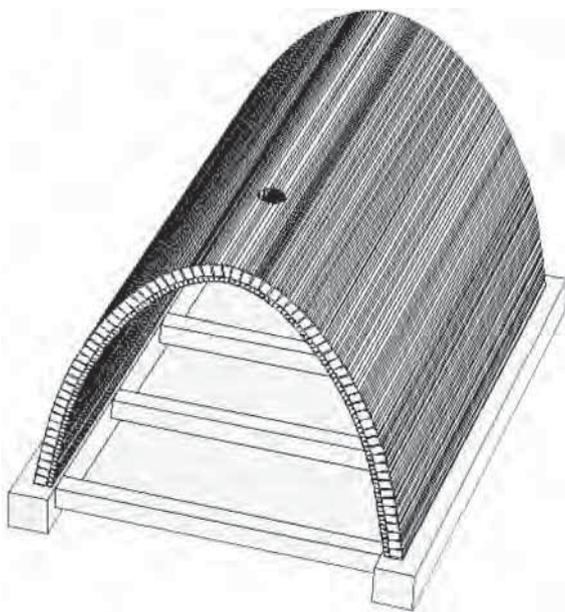
La forma curva es aerodinámica, es decir, con poca resistencia al viento. Al situar la bóveda con la generatriz en dirección norte-sur, obtenemos una fachada sur caracterizada por tener una captación solar elevada, apta para colocar una fachada con grandes ventanales. Así pues, la fachada norte es un muro vertical con gran aislamiento.



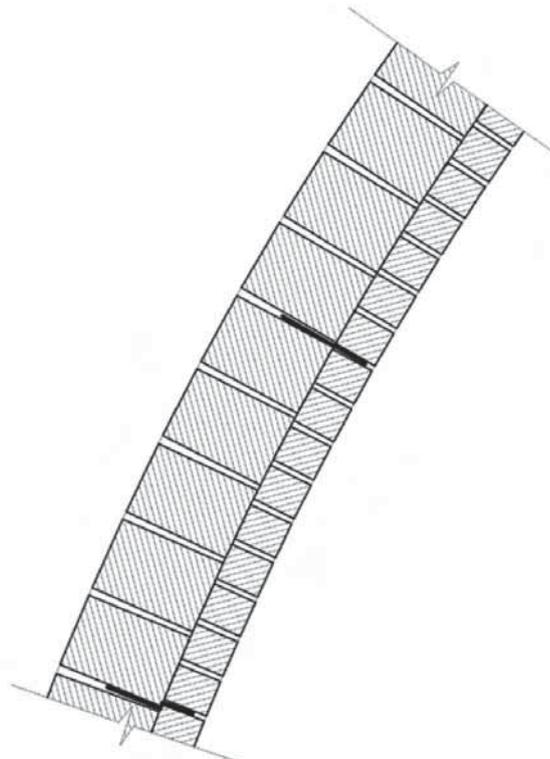
*Ejemplo de utilización de la invención en vivienda sostenible.*

**Captación solar pasiva**

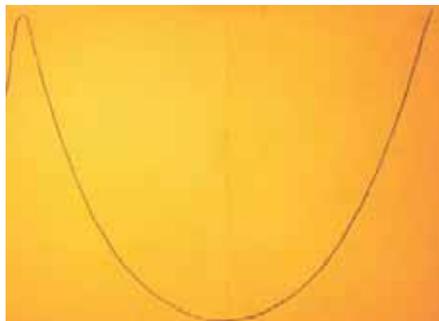
La forma curva en catenaria colocada de forma adecuada, configura una entrada de energía solar por la parte sur. Ésta energía, se retiene en el interior del edificio acumulándose en



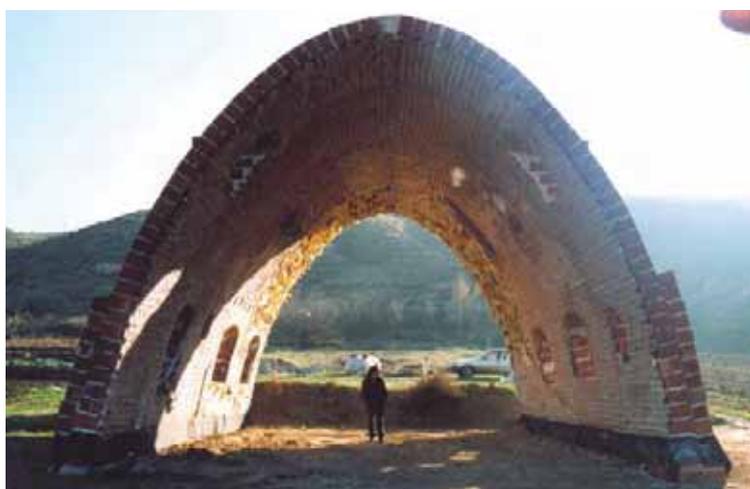
**Bóveda en curva catenaria y cimentación.**



**Detalle de sección de bóveda.**



**Formación de la curva catenaria.**



**Bóveda en curva catenaria.**



**Bóveda desnuda.**

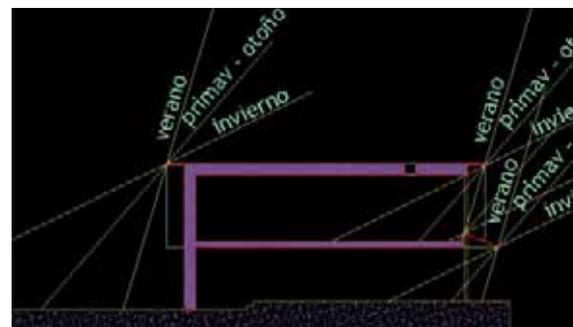
los elementos que gozan de una considerable inercia térmica. Uno de esos elementos es la propia bóveda, puesto que la masa térmica de su hoja interior es alta y por tanto es capaz de retener y transmitir lentamente el calor captado.

### **Aislamiento y masa térmica**

La fábrica de bloque cerámico aligerado de la capa exterior de la bóveda es un elemento constructivo caracterizado por su alto aislamiento térmico y acústico, y la fábrica de ladrillo macizo de la capa interior de la bóveda por tener una considerable masa térmica. La unión de las dos hojas y su composición interior-exterior, configuran un cerramiento bioclimático ideal.

### **Ventilación**

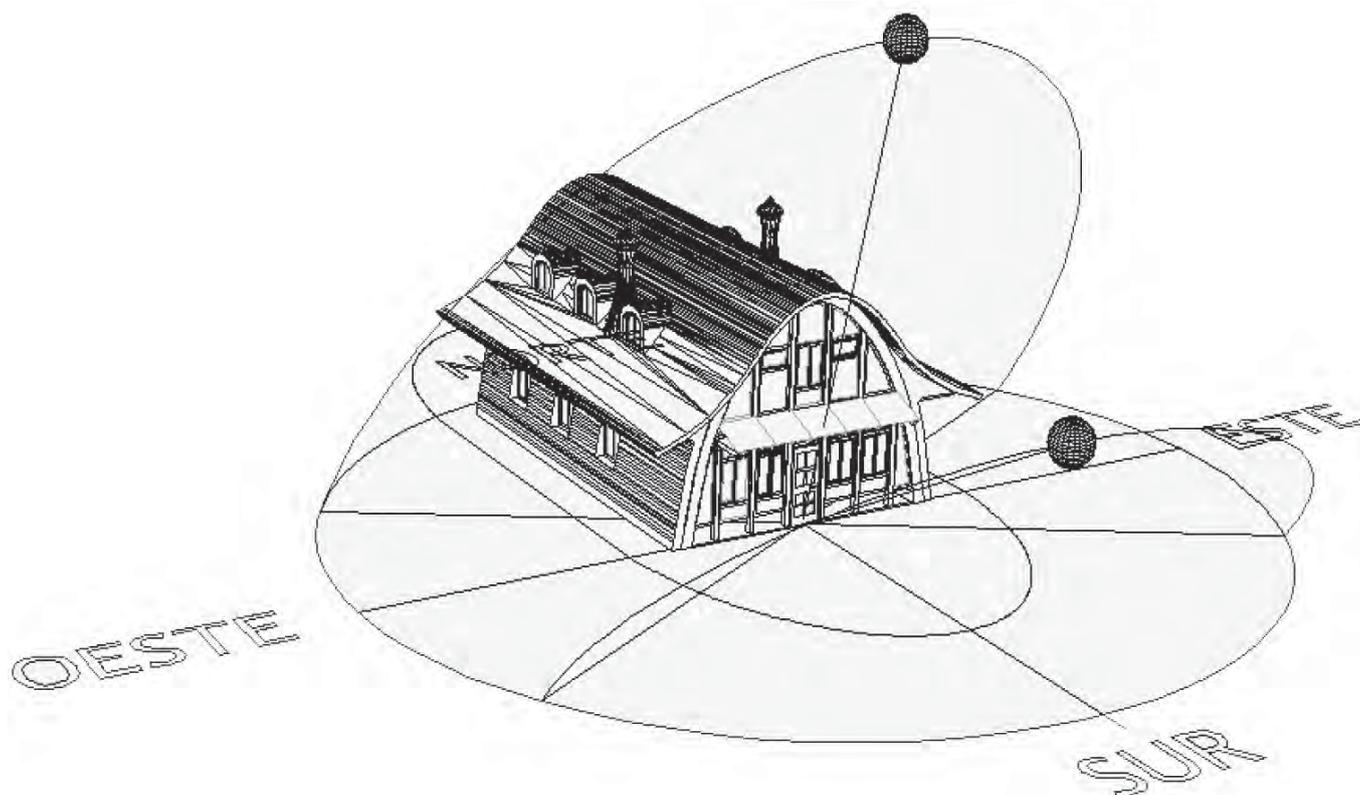
El aire calentado por la captación de energía solar, pesa menos que el frío y por lo tanto tiende a situarse en la parte superior de las estancias de los edificios. La bóveda está dotada en su clave de un hueco circular por el que sale el aire más caliente del interior de la misma.



**Diagrama de inclinaciones solares. Cálculo de aleros.**



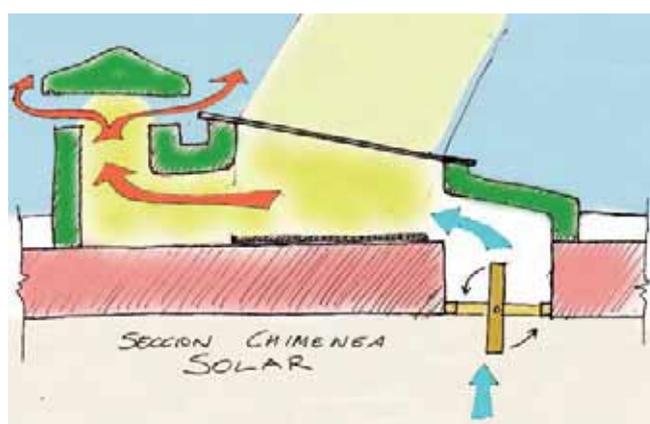
**Fachada sur.**



**Orientación ideal para el aprovechamiento solar.**



**Detalle de formación de muro de carga en bóveda.**



**Detalle de hueco en bóveda y chimenea solar.**

Además, tiene la ventaja de que se caracteriza por tener una forma de embudo invertido que favorece el flujo ascendente de aire caliente del interior al exterior, y crea una succión natural que puede ser utilizada para introducir aire fresco por la parte inferior del edificio.

Implementando una chimenea solar sobre el hueco de la bóveda se logra un aumento de la succión que garantiza la ventilación y refrigeración natural. Cuanto más calor, más diferencia de temperatura y mayor movimiento de aire.



*Sobre estas líneas, montaje de la cimbra. A la derecha, bóveda en proceso de construcción.*

Otras ventajas de la invención son su ejecución simple, rápida y segura.

Para la construcción de la bóveda, se fabrica previamente una cimbra o camión que sirve de molde a la bóveda.

La cimbra se coloca sobre unas guías para poder ser desplazada sobre su generatriz.

Una vez colocada la cimbra, sólo hay que subir las fábricas de ladrillo, apoyándolas sobre el molde.

Al ser una fábrica de bloques de gran formato, la fábrica se elabora desde la hilada ejecutada. Esto nos hace prescindir de andamios para la ejecución de la bóveda.

El riesgo de caída en altura se protege mediante redes y arnés atado a la parte superior de la cimbra.

Al no ser un muro vertical, el operario se puede apoyar sobre el paramento inclinado, lo que minimiza el riesgo de caída.

Se trata de una técnica rápida y segura.

### **Innovación arquitectónica**

La aplicación de la invención en edificios bioclimáticos conlleva el cumplimiento de la mayoría de las conclusiones de innovación arquitectónica del 1<sup>er</sup> Encuentro Nacional de Visiones Arquitectónicas (<http://www.visionesarquitectonicas.com/conclusiones.html>).

-Impulsar una arquitectura 100% sostenible al menor coste posible.

-Aumentar el aislamiento de los edificios, permitiendo a su vez la transpirabilidad de los mismos.

-Establecer ventilación cruzada en todos los edificios, y la posibilidad de que los usuarios puedan abrir cualquier ventana de forma manual.

-Orientación sur de los edificios: disponer la mayoría de estancias con necesidades energéticas al sur, y las estancias de servicio al norte.

-Disponer aproximadamente la mayor parte de las cristalerías al sur de los edificios.

-Disponer de protecciones solares al este y al oeste, de tal modo que sólo entre luz indirecta.

-Disponer protecciones solares al sur de tal modo que en verano no entren rayos solares al interior de los edificios, y que sí puedan hacerlo en invierno.

-Aumentar la inercia térmica de los edificios, incrementando considerablemente su masa (cubiertas, jardineras, muros) y favorecer la construcción con muros de carga en edificios de poca altura.

-Favorecer la recuperación, reutilización y reciclaje de materiales de construcción utilizados.

-Favorecer la prefabricación y la industrialización de los componentes del edificio.

-Disminuir al máximo los residuos generados en la construcción del edificio

-Disponer de sistemas de reaprovechamiento del agua de los edificios.

-Utilización de energías renovables.



*Fachada sur de diseño bioclimático.*



*Fachada norte de diseño bioclimático.*



*Recogida de aguas pluviales mediante canales.*



*Fachada sur de Vivienda Laureana.*



*Fachada norte de Vivienda Laureana.*

### **Aplicación en bioconstrucción**

El acto de construir, de edificar...genera un gran impacto en el medio que nos rodea.

La Bioconstrucción persigue minimizarlo en la medida de lo posible ayudando a crear un desarrollo sostenible que no agote al planeta sino que sea generador y regulador de los recursos empleados en conseguir un hábitat sano, saluda-

ble y en armonía con el resto.

La vivienda debe adaptarse a nosotros como una 3ª piel, debe procurarnos cobijo, abrigo, salud.

### **Decálogo de criterios en bioconstrucción:**

- 01.- Ubicación adecuada.
- 02.- Integración en su entorno más próximo.
- 03.- Diseño personalizado según las necesidades del usuario.

**Detalle de bóveda en fachada sur.**



**Detalle de alero.**

10.- Manual de usuario para su utilización y mantenimiento.

La aplicación de la invención en la bioconstrucción encaja perfectamente con sus criterios. A continuación se expone un ejemplo de aplicación.

### **Vivienda Laureana**

(Toledo)

-Tipología: Vivienda unifamiliar aislada.

-Superficie construida: 140 m<sup>2</sup>.

-Plantas: 2.

-Características:

Diseño bioclimático; empleo de materiales transpirables lo más sanos posible; óptima adecuación de espacios; instalación solar térmica y fotovoltaica; depuración natural de aguas; recogida de aguas pluviales en aljibe enterrado; carpinterías de madera; revestimiento cerámico y de cal en fachadas; calefacción por suelo radiante; ventilación y refrigeración natural por chimenea solar y tuberías captoras enterradas.



**Perspectiva sur.**

- 04.- Adecuada distribución de espacios.
- 05.- Empleo de materiales saludables y biocompatibles.
- 06.- Optimización de recursos naturales.
- 07.- Implantación de sistemas para el ahorro energético.
- 08.- Equipamiento de mobiliario de bajo impacto.
- 09.- Programa de tratamiento de los elementos residuales.



## Los nuevos estadios

Por Pascual BOLUFER

(Asociación Española de Comunicación Científica)

Desde el primer estadio, el de Olimpia, en el Peloponeso occidental de Grecia, inaugurado el año 776 a.C., los estadios no han cesado de evolucionar. La pista de atletismo tenía un estadio, una medida de longitud de 190 m griega. Esa era la longitud del Olimpia. Inicialmente sólo había un tipo de competición, y el ganador recibía la corona de laurel.

gar para deportes al aire libre. Con el paso de los siglos han aparecido nuevos deportes, que requieren terrenos de dimensiones y forma diferentes. Por ello tenemos muchos estadios que han sido diseñados solo para un deporte.

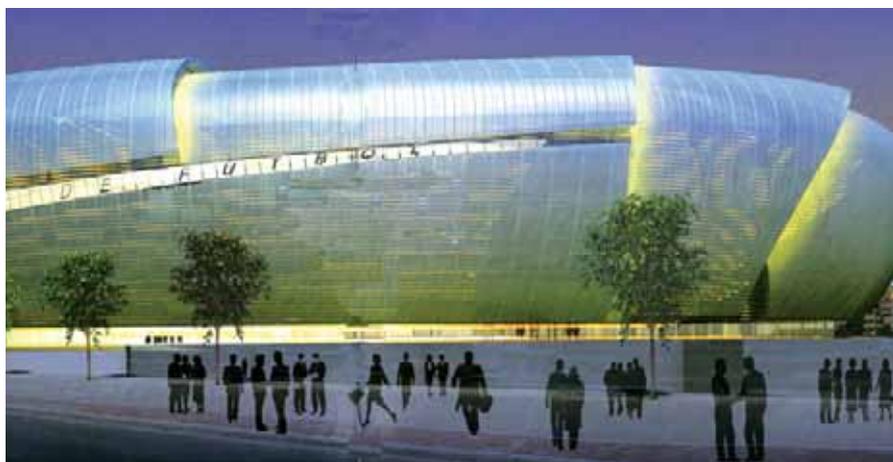
Los espectadores estaban unos sentados y otros de pie, pero el desastre del estadio Heysel y el de Hillsborough, mostró que el diseño del edi-

Hoy día se impone en los nuevos estadios que todos los espectadores estén bajo cubierta. Además no puede haber postes o columnas que dificulten la visión. Esas condiciones suponen un reto para la arquitectura: construir una cubierta inmensa, que debe resistir un vendaval y la nieve. El coste del estadio se ha disparado; ya no bastan *sponsors*, y construir un estadio depende de recalificar unos solares para viviendas. Sin la recalificación no es posible.

El coste se basa en dos cantidades: los materiales consumidos y el tiempo humano invertido. Las dimensiones del inmueble son variables, en función de los miles de espectadores. En España tenemos las siguientes:

- FC Barcelona: 98.787, Nou Camp.
- Real Madrid: 80.354, Santiago Bernabeu.
- At.Madrid: 57.200, Vicente Calderón.
- RDC Espanyol: 56.000, Montjuic.
- Valencia CF: 55.000, Nou Mestalla, etc.

Pocas funciones del edificio se pueden aislar de las demás. Casi todos los componentes del estadio tienen más de una función, porque las mismas son interdependientes y están entrelazadas. Es una visión simplista que las gradas sirven para que se sienten los espectadores: también han de mostrar la grandiosidad del club. Lo mismo vale para la fachada lateral y las cubiertas: no sólo protegen de elementos incómodos de la



**El Nou Mestalla, de Valencia, lo ha diseñado Reid Fenwick Asociados, con sede en Londres y Madrid. Para la cubierta usa cáscaras delgadas de tipo cilíndrico, cortado. Para dar la sensación de ligereza, la fachada lateral comienza a 5m de altura del pavimento. Su capacidad será de 75.000 espectadores. Quedará finalizado para la temporada 2010.**

El Olimpia tuvo muchos imitadores por todo el imperio romano, que también incluía Grecia. El Coliseo romano organizaba varios tipos de competición. En las graderías se sentaban los espectadores. Se consolidó el edificio Estadio, como lu-

ficio estadio era deficiente, y se impuso el criterio de FIFA World Cup, que exige que todos los espectadores estén sentados. Con el aumento de nivel de vida apareció la tribuna cubierta, que protegía a la cuarta parte de los espectadores.

**Estadio del Nou Camp, de FC Barcelona, remodelado por Norman Foster. La foto mira hacia el Norte, Collserola. En primer plano, la calle Travessera de les Corts. Un voladizo cubre las graderías totalmente. El dibujo y colores de las fachadas laterales cambian según el programa preferido. La remodelación no ha comenzado debido a varios problemas del Club.**



Meteorología, también realzan la solera y excelencia del club.

Un estadio de bandera requiere varios especialistas de diseño, en campos como la estructura, las cimentaciones, la red eléctrica, la iluminación nocturna adaptada a la TV en color, la acústica, la pantalla panorámica LCD, riesgos de incendio, evacuación, seguridad, etc.

Los pliegos de condiciones enumeran detalladamente el tipo y calidad de los materiales que se emplearán en el estadio, y las normas de construcción. Así se trasladan al edificio real las ideas de diseño del propietario y del arquitecto. Sirven de base para tramitar la financiación de la obra, para varios seguros y para el permiso legal de construcción.

### **Cáscaras delgadas para la cubierta del estadio**

La cáscara del huevo ha inspirado al diseñador. La cáscara es una estructura resistente por la forma. La nueva capacidad portante no se obtiene

aumentando la cantidad de material, sino dándole forma adecuada. La resistencia lograda es proporcional a las cargas que debe soportar. La cáscara es suficientemente delgada, sin desarrollar tensiones apreciables de flexión, pero también suficientemente gruesa, para resistir cargas por compresión, corte y tracción.

Aunque se las ha construido de madera, acero y materiales plásticos, son ideales para construirlas de hormigón armado. Las cáscaras delgadas permiten la construcción económica de techos curvos de formas diversas y cúpulas de gran belleza y excepcional resistencia mecánica. Figuran entre las expresiones más refinadas del moderno diseño estructural.

Como hemos indicado, la cáscara delgada debe su eficiencia a su curvatura y al alabeo. A menudo es necesario aumentar su espesor para impedir el pandeo. Todo elemento estructural delgado sometido a tensiones de compresión puede pandear, y las cáscaras no constituyen una excepción a la regla.

Para una cúpula delgada, la carga de pandeo es proporcional al módulo de elasticidad del material y al cuadrado de la relación espesor/radio. Con relaciones tan pequeñas como 1/300 a 1/400, la carga típica de pandeo puede resultar excepcionalmente baja.

Para una cúpula cuyo diámetro es de 30 m y el espesor de 75 mm, esa carga supone aproximadamente 750 kgs/m<sup>2</sup>, con un factor de seguridad de 2.5. La carga máxima sobre la cúpula no puede superar los 300 kgs/m<sup>2</sup>. Esto equivale al peso propio de la cáscara, incluyendo la cubierta y los materiales aislantes. Y no tenemos en cuenta la posible carga de nieve. Una cubierta así es posible construirla en el trópico, pero no en latitudes elevadas, por ejemplo en Noruega.

La resistencia de una cúpula al pandeo se puede aumentar substancialmente, sin aumentar el espesor de aquella, empleando nervaduras dispuestas según los paralelos y meridianos. Las cúpulas de hormigón ra-

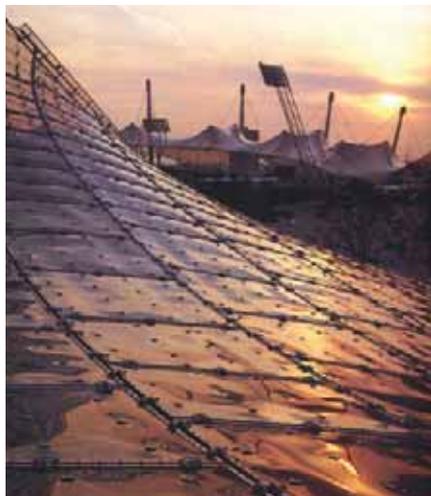
# Sistemas constructivos

68

b

i

a



*En el estadio de los Juegos Olímpicos de Munich de 1972, en el Olympiapark, se cubrieron las gradas con láminas tensadas, de gran superficie y poco peso, bien recibidas por los espectadores.*

ra vez se refuerzan por medio de nervios, debido al coste de los encofrados, a excepción del caso de grandes tramos.

Una cúpula debe satisfacer las tres condiciones siguientes, si su acción es de cáscara delgada:

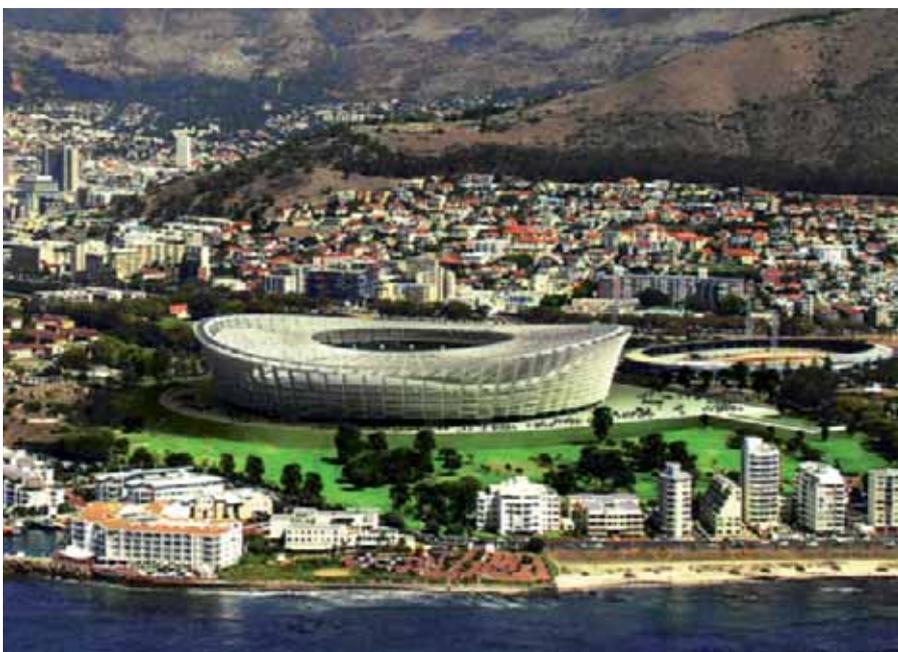
1-Debe ser delgada, incapaz de desarrollar flexión en grado sustancial.

2-Su curvatura será adecuada, para ser resistente y rígida, debido a la resistencia derivada de la forma.

3-El apoyo será el adecuado. De esa manera desarrollará una pequeña flexión, en una porción limitada de la cáscara.

Las tres condiciones son esenciales para la acción de cáscara delgada, sea cual fuere su forma y las cargas que actúen sobre ella.

Cuando esas condiciones no se reúnen, debido a las dificultades de construcción, consideraciones estéticas o requerimientos arquitectónicos, la acción de flexión se hace importante, y se reduce la eficiencia estructural de la cáscara.



*El ordenador nos muestra el nuevo estadio de la Ciudad de El Cabo, Sudáfrica.*

Las cáscaras cilíndricas, o en forma de bóveda, se usan para cubrir áreas rectangulares, y apoyan comúnmente en pórticos extremos, rígidos en su propio plano y flexibles en dirección normal a él.

Su comportamiento puede conside-

rarse como una combinación de la acción de viga en dirección longitudinal y un efecto particular de arco en dirección transversal.

En una bóveda larga las tensiones longitudinales de membrana son similares a las desarrolladas en una

viga. La cáscara delgada deriva su resistencia de su forma curva. Por ello cabe considerar al cilindro como una viga de sección transversal curva.

### Cubiertas de estadio a base de membrana

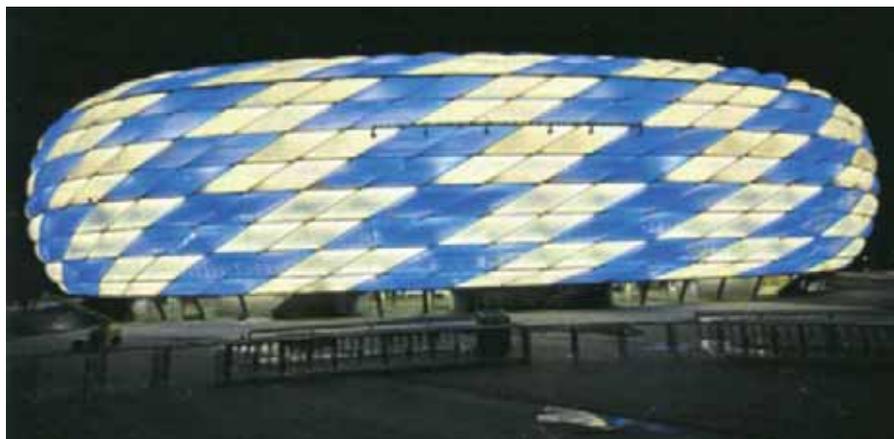
Los Juegos Olímpicos de Munich en 1972 popularizaron la membrana como un recurso elegante para cubrir el estadio, pero no era el único. Una membrana es una hoja de material tan delgada que, para todo fin práctico, puede desarrollar solamente tracción.

Las pompas de jabón son la membrana más delgada que existe, ya que tienen un espesor de unas pocas milésimas de centímetro. Pueden ser planas, y tienen la notable propiedad de ser superficies de área mínima. La tela de paraguas, la carpa de circo y el antiguo dirigible Zeppelin son otro ejemplo popular.

Aunque la membrana es una estructura bidimensional, no desarrolla tensiones apreciables de placa -flexión y corte-, pues su espesor es muy pequeño comparado con la luz. Un cable puede desarrollar cargas de tracción, porque se deforma, y es eficiente desde el punto de vista estructural, porque sus tensiones de tracción se distribuyen de modo uniforme en toda su sección transversal. Una membrana sostiene cargas por acción de un mecanismo similar, y presenta el mismo tipo de eficiencia estructural.

Las membranas que no pandean resisten las cargas normales sin cambiar la forma, por medio de tres mecanismos separados:

- 1.- La acción de cable, debido a la curvatura en una dirección.
- 2.- La acción de cable, debido a la



**Allianz Arena en Monaco, Alemania, 66.000 espectadores. Inaugurado en abril 2005. La cubierta en voladizo protege al público. El sótano alberga el aparcamiento de coches mayor de Europa: 10.500 automóviles. Las fachadas laterales están hechas de membrana Efte, reciclable, 2.816 almohadones, de 4 x 8m, mantenidos a presión, que dan la sensación de ligereza. La fachada lateral comienza a 4m de altura sobre el suelo, como si el estadio fuera de goma. Por eso lo llaman Schlauchboot (bote neumático). Realzan al estadio, porque de noche se revisten de colores variables. Las celdas de membrana lucen los colores de los dos equipos del partido: arriba, los colores del Bayern, y abajo, los colores del Tsv 1860.**

curvatura en dirección perpendicular a la anterior.

3.- Acción de corte, debida al alabeo.

Las tensiones de membrana, tanto de tracción como de corte, se desarrollan siempre en la superficie, y nunca en dirección perpendicular a ella.

La acción de la membrana depende fundamentalmente de las caracterís-

ticas geométricas de la forma, es decir, de sus curvaturas y alabeos.

Cuando la distribución de la carga de una membrana cambia, las tensiones de la membrana cambian también, pero como las nuevas tensiones no la pandean, la membrana no tiene que cambiar la forma para soportar la nueva carga.

Una membrana es más estable que un cable, pero en general, las mem-

# Sistemas constructivos

70

b

i

a

branas deben estabilizarse, principalmente, porque su forma funicular para cargas horizontales difiere de las de las cargas verticales. La estabilización se obtiene por pre-tensión.

El pretensado permite que una membrana cargada desarrolle tensiones de compresión hasta valores capaces de equilibrar las tensiones

ga. El paraguas es un ejemplo de membrana pretensada con tensiones incorporadas. Las varillas metálicas, apoyadas en los elementos de compresión conectados a la vara, someten la tela a tracción, y le dan una forma apta para resistir cargas. El ingenio humano halla maneras de usar membranas para fines estructurales, sobre todo, debido a su bajo

Olímpicos de Munich. Está sostenida por 9 mástiles de 79 m de altura, con cables pretensados, de una capacidad de 5.000 toneladas. Los cables sostienen losas translúcidas de plexiglas, ligeramente coloreadas en color marrón grisáceo.

La mayor carpa es la pretensada para la Terminal Haj del aeropuerto de Jiddah, en Arabia Saudita, diseñada y construida en 1986 por Geiger-Berger, para los peregrinos a la Meca. Consta de 210 módulos, que cubren un área de 23 acres (unos 93.000 m<sup>2</sup>).

La membrana pretensada tiene siempre la forma de silla de montar, diseñada por Frei Otto. La membrana pretensada es más rígida y más estable que la no sometida a tracción. No flamea, ni se mueve con tanta facilidad bajo la acción de cargas variables.

La membrana también se usa mucho en las estructuras neumáticas de todo tipo; por ejemplo, la cúpula de aire a presión, para una exhibición de feria, provisional, pero no nos ocuparemos de ellas aquí.

Los techos y cubiertas de membrana se construyen no sólo con telas plásticas, sino también con láminas metálicas. Se adaptan muy bien a la transferencia de cargas por tensiones de tracción.

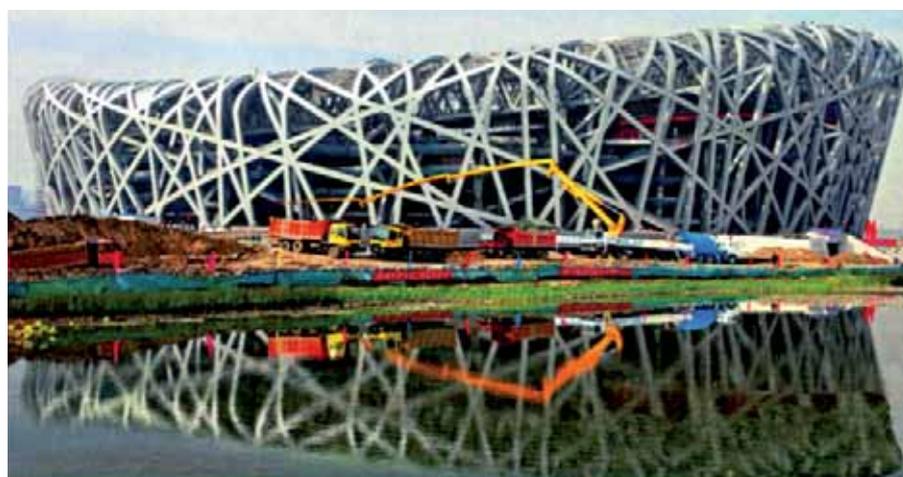
La cubierta de membrana, por su peso liviano, tiene un futuro asegurado en arquitectura.

## Referencias

-Ching, F. *Guía de construcción*. Li-musa Wiley, 2004.

-Salvadori, M. y Heller, R. *Estructuras para arquitectos*. Ed. Kliczkowski Publisher, 1998.

-Schmitt, H y Heene, A. *Tratado de construcción*. Gustavo Gili, 1998.



**El estadio Nacional de Pekín, 2008. El simbolismo es un nido de pájaros, apropiado a la mentalidad china. Una estructura muy sólida, de hormigón armado y 45.000 Tn de tubos de acero representan las pajas del nido. La estructura, bien visible, envuelve a los espectadores. Coste: 325 millones de euros.**

de tracción incorporadas a ellas.

Como las tensiones de una membrana son casi en su totalidad de tracción, se distribuyen de manera uniforme en su espesor. La utilización del material es óptimo en las membranas. Las deformaciones por tracción son siempre pequeñas, comparadas con las deformaciones por flexión. Así pues, dada la índole de su acción portante, las membranas son livianas, económicas y rígidas, cuando se las somete a cargas permanentes.

La acción estructural de la membrana mejora sobremanera sometiéndola a tracción, antes de aplicar la car-

peso. El uso más conocido es la carpa de circo, en donde la membrana se comporta como una superficie funicular bidimensional, que vibra o flamea, bajo la acción del viento.

La carpa también sirve como cubierta permanente, si es altamente pretensada.

Viene a la memoria Frei Otto, que usó grandes membranas sostenidas por sistemas de cables, sobre mástiles de compresión verticales, o inclinados, para construir pabellones permanentes y temporales.

La segunda mayor carpa, sobre un solar con césped de 247.000 m<sup>2</sup> es el estadio ya citado de los Juegos

□

## Segundos Premios del Concurso de Relato Corto convocado por el COAATM



Seguidamente publicamos los relatos que obtuvieron el 2º Premio del Concurso de Relato Corto convocado por el COAATM, en las Categorías de Colegiados y No Colegiados.

### SEGUNDO PREMIO (COLEGIADOS)

## *La vida nos jugó una mala pasada*

Por Juan Antonio PÉREZ SEVILLA

Un manto de nubes negras cubría el cielo impidiendo que la luna, en cuarto creciente, posara un solo rayo de luz sobre el húmedo suelo; la oscuridad era casi absoluta. Frank sentía miedo, le costaba comprender qué demonios hacía en ese agujero, el casco le molestaba terriblemente pero no se atrevía a quitárselo por temor a hacer ruido. Estaba a unos doscientos metros de su unidad, en misión de escucha; en noches como esa solo se podía hacer eso: escuchar. Un incomodo viento, cargado de malos presagios, le golpeaba la cara. Cansado de intentar, sin éxito, ver algo fuera de la trinchera; ahora trataba de oír el más mínimo ruido. Solo el viento y los latidos de su corazón rompían la tensa calma.

--

Casi a tres mil kilómetros de aquel agujero Rona reposaba en su cama, faltaba poco para que amaneciera y el insomnio seguía acompañándola. Su cabeza colgaba hacia el suelo dejando que su mirada recorriera los curiosos pliegues que la tela de su camisón formaba sobre la alfombra, el mismo camisón que Frank había retirado no hacía mucho de su cuerpo. Se deleitó con el recuerdo de las manos de él deslizándose ceremoniosamente por la piel de su espalda y el roce de la tela, detrás de ellas, acrecentando esa sensación de calida suavidad.

Sus ojos se llenaron de lagrimas, como le dolía

su ausencia, porque había tenido que irse a esa horrible guerra. Giró su cuerpo y se quedó boca arriba mirando el techo, poco a poco el color salmón fue diluyéndose y apareció la imagen de él: su pelo ensortijado, sus ojos grises, su amplia sonrisa. Levantó las manos en un vano intento por abrazarle y se quedó así hasta que el dolor de los brazos la obligó a dejarlas caer.

La brisa del amanecer penetró por la ventana, tras jugar levemente con los visillos avanzó hacia su desnudo cuerpo; tocó sus pies, ascendió por los muslos, besó su pubis, apenas rozó su vientre y chocó con sus pechos provocando una turgente reacción en sus pezones.

Le quería tanto, le deseaba tanto. Llevó una de sus manos a sus pechos y se acarició con toda la dulzura que fue capaz, la otra no tardó en llegar a su sexo, sus piernas sabiendo lo que tenían que hacer se separaron lentamente. Solo dejaba de morderse el labio inferior para gemir - Te quiero mi amor, te quiero-.

--

Hacía rato que Sofie había terminado su turno de trabajo; era camarera en el hotel "Mar Azul". El hotel, que se encontraba situado sobre el mar, ascendía escalonadamente por un acantilado, sus plantas formaban terrazas a distintas alturas acompañadas por grandes zonas ajardinadas, todo protegido por barandillas de piedra torneada.



Eran las dos de la madrugada, estaba sola en la terraza del comedor, aún vestía su uniforme de color negro con cuello y delantal blanco, se quitó los zapatos, la gustaba estar descalza, de pequeña se llevó muchas regañinas por ese motivo pero nada pudo hacerla cambiar de opinión; ella siempre había pensado que los zapatos eran una prisión para sus pies. Mientras se quitaba la cofia miró hacia las habitaciones, aún había luz en algunas de ellas. Le gustaba imaginar lo que podía estar pasando tras esas ventanas: casi todo el mundo dormiría, algunas personas leerían (a ella le encantaba leer, era capaz de perder el sueño de una noche con tal de no dejar a unos personajes, abandonados, en medio de un relato), otras hablarían, y seguro que alguna pareja estaba amándose entregada a la locura del placer.

Muchas veces había recreado cómo sería perderse en los brazos de Michel en una de esas lujosas habitaciones. Un escalofrío recorrió todo su cuerpo “Michel” ¿Dónde estaría ahora? ¿Seguiría vivo? Hacía casi cinco meses que partió para el frente y solo sabía de él por las dos cartas recibidas; la última hacía ya más de tres meses.

Llevó una vez más la mirada hacia el edificio, la gustaba esa construcción: los dinteles de las

ventanas en forma de arco relajaban la vista de la fachada, las paredes de color albero producían un suave contraste con las contraventanas de láminas venecianas pintadas de un azul blanquecino, las barandillas de las terrazas eran de piedra y daban un pequeño toque rústico, las pérgolas de madera armonizaban con las celosías casi todas abrazadas por enredaderas, todo estaba salpicado de plantas con flores y envuelto por una dulce fragancia. Se giró lentamente dejando que sus ojos se perdieran en la calma del mar. La luna, insultantemente majestuosa, tintaba las aguas de un fresco color plateado. Todo era calma menos su interior. Un pensamiento arañaba su cerebro: No podría seguir viviendo si le pasara algo a Michel. Apenas habían podido disfrutar de un año de matrimonio, un increíble y maravilloso año. Ansiaba: el contacto de su piel, beber aquellos besos con sabor a ternura, oír su voz grave susurrándole al oído; él siempre la susurraba frases cuando hacían el amor ¿El amor?, su miedo se acrecentó ¿Volvería a sentirle dentro de ella?

Dejó que su mirada volviera a viajar por la superficie del mar. Su inmensidad la abrumbaba, sentía que solo esa grandeza podía compararse con sus sentimientos. Toco su abulta-

do vientre; si era niño le pondrían Michel y si fuese niña: María; su madre siempre había deseado que una nieta llevara su nombre. Sintió la humedad que las lágrimas dejaban sobre sus mejillas y trató de consolarse con la visión de la luna, Michel solía decirle –Eres tan sensual como la luna- Más lágrimas abandonaron sus ojos, ignoraba si el conocía su estado.

--

Michel se arrastraba tratando de hacer el menor ruido posible, su misión era calcular a que distancia estaban las tropas enemigas para que la artillería pudiera castigarlas al amanecer. El amanecer es el mejor momento para una descarga de artillería, los soldados dormidos tardan en reaccionar y la sorpresa y el miedo juegan siempre a favor del atacante.

Se golpeó su rodilla con algo, seguramente una piedra, y un punzante dolor le obligó a detenerse, miró a su alrededor, no veía nada pero su intuición le decía que estaba cerca de su meta. El corazón le latía con agobiante prisa, aunque no era cobarde sentía miedo, trató de serenarse, se llevó la mano al cinturón, el transmisor aún seguía con él, era importante que la información llegara cuanto antes. No estaba allí por casualidad, era topógrafo y estaba acostumbrado a calcular distancias sobre el terreno.

Siguió avanzando, no había recorrido más de diez metros cuando oyó unas pequeñas explosiones secas sobre su cabeza, las bengalas dejaron escapar su luz y todo se iluminó a su alrededor, se quedó totalmente inmóvil, levantó levemente su cabeza y lo vió; era sin duda el casco de un alemán, tuvo la certeza de que aquel centinela no tardaría en percatarse de su presencia. En seguida supo que hacer: debería atacarle por sorpresa antes de que ese cerdo se diera cuenta de nada. Se levantó eléctricamente, como impulsado por un resorte, dio tres rápidas zancadas y saltó sobre él.

--

Frank estaba inquieto, hacía rato que debía haber llegado el relevo pero él seguía en ese oscuro agujero, no podía hacer otra cosa que esperar.

Recordó el último día con Rona: la recogió al

salir ella del trabajo, estuvieron cenando en el café Ruffer, a Rona la volvían loca las tartas con frambuesa que su dueño, un hombre grueso con grandes bigotes de morsa, confeccionaba con la receta de su ya fallecida abuela.

Tanto la plaza Braen como las estrechas callejas que la rodeaban eran los lugares favoritos de ambos, solían perderse por el entramado de calles, entrando y saliendo de las viejas tiendas de libros y antigüedades que inundaban el barrio. El paseo terminaba en la plaza, normalmente en el café Ruffer. El café ocupaba un viejo local en una de las esquinas de la cuadrada plaza, la fachada de madera pintada en negro y dos ventanales cuyos cristales estaban estampados con el nombre del establecimiento y las especialidades de la casa. El interior era sobrio, una barra de madera desgastada escoltada por altos taburetes, paredes blancas cubiertas por un friso de madera de pino y salpicadas de innumerables fotografías de los más diversos temas, de las vigas de madera del techo colgaban unas lámparas de tela en tonos verdes que arrojaban una matizada luz sobre las mesas, al fondo una especie de reservado; allí, un banco corrido junto a la pared vestía unos cojines de rayas verdes acompañado de una mesa baja de madera de pino, en la otra pared un hueco en forma de arco permitía ver el resto del local.

Aquel era el rincón preferido de los dos y el que ocupaban cuando nadie osaba usurpárselo. Allí la besó aquella tarde mientras ella lloraba pidiéndole que no fuera. ¡Que no fuera! ¿Y qué otra cosa podía hacer? El reclutamiento era forzoso y la negativa implicaba la cárcel. La besó una vez más mientras acariciaba su tembloroso cuerpo, después tomó su cara entre las manos y se perdió en la profundidad de sus ojos “amaba a esa mujer”.

El resplandor de las bengalas le devolvió al presente, algo se movía fuera, enseguida se dio cuenta que aquel cerdo francés se le venía encima, se echó hacia atrás y levantó su arma. Dos disparos se perdieron en el silencio de la noche.

*(18 años después)*

María pese a su juventud, apenas algo más de dieciocho años, estaba cansada, el día había sido agotador y ser camarera en julio en el hotel Mar Azul no permitía apenas un descanso. Mientras se peinaba desnuda delante del espejo sintió como los nervios la encogían el estomago. Había conocido a un chico que se hospedaba en el hotel, se llamaba Sven y a ella le parecía encantador; esa carita de niño bueno con una sonrisa entre infantil y pícaro y esos ojos ávidos de mirar la atraían profundamente. Esa noche iba a conocer a sus padres, no entendía muy bien porqué pero se sentía especialmente nerviosa.

Prácticamente tenía toda su ropa encima de la cama pero era incapaz de decidirse por alguna prenda, como echaba de menos en esos momentos a su madre. Su madre que también fue camarera de ese mismo hotel falleció cuando ella tenía siete años, jamás superó la tristeza que le causo la muerte de su marido y se fue apagando poco a poco hasta morir sin apenas hacer ruido. María no conoció a su padre, este murió en la guerra antes de que ella naciera.

Se quitó la falda vaquera y la camiseta de rayas que se acababa de poner y probó con el vestido corto de punto ¡sí! ese era el elegido. El moreno de sus torneadas piernas resaltaba con el azul claro del vestido. Se calzó sus sandalias preferidas, unas sandalias de tacón alto que la habían regalado sus compañeras por su último cumpleaños, cogió el bolso y salió.

Sven la vio aparecer por entre las mesas, como le gustaba esa francesita: su corto pelo negro, su cara redonda, su cuerpo menudo perfectamente proporcionado. Si su físico no fuera suficiente para atraerte solo tenías que oírle reír para desear pasar el resto de tu vida a su lado. No retiró su mirada hasta que ella estuvo a su altura, la besó y empezó la ceremonia de presentación. María besó a la madre; era una mujer elegante y bella que con seguridad no llegaba a los cincuenta, intercambiaron unas tímidas sonrisas y se volvió hacia el padre, sus miradas coincidieron.

El padre de Sven se puso blanco como la servilleta que aún sostenía en sus manos; un sudor frío empezó a empañar su cuerpo. Rona miró a su marido, su estupor apenas la dejó pronunciar una frase:

- ¿Qué te pasa Frank?

Frank se quedó paralizado mientras unos tristes recuerdos irrumpían en su cerebro: El francés disparó primero, Frank sintió un golpe seco en el pecho, disparó su arma sin tiempo para apuntar, calló al suelo junto al cuerpo del francés, no podía moverse y le costaba respirar, las bengalas seguían interpretando su sinfonía de luz y sonido ajenas a la tragedia humana que se estaba desarrollando en aquel agujero. Michel agonizaba junto a él, sus miradas se encontraron y aquellos ojos llenos de miedo y dolor se le clavaron; abriendo sus entrañas como un cuchillo al rojo vivo. Aún tuvo que soportar, hasta ser rescatado, esos ojos sin vida durante lo que le pareció una terrible eternidad.

Y ahora después de tantos años sentía que aquellos ojos volvían para cobrarse su deuda. Retrocedió inundado de terror, no pudo ver al camarero que pasaba por detrás de él, sus piernas se enredaron y su cuerpo se venció hacia atrás. El encuentro de su cabeza con aquella silla produjo un audible sonido a algo que se quiebra, él no lo oyó, solo notó que la oscuridad lo apagaba todo, incluso su miedo. Su última respiración fue serena.

--

A vista de pájaro la terraza del restaurante del hotel brillaba en la cálida noche, la solista de la orquesta acariciaba el aire con su aterciopelada voz:

*La vida nos jugó una mala pasada...*

□



## Sumidero

Por Juan Carlos GARCÍA ESCARPÍN

Nadie sabe cómo empezó. Algunos dicen que fue un monje loco que pintó una enorme bestia de fauces abiertas, oscuras como las tinieblas, usando pigmentos especiales elaborados con hojas marchitas, las cenizas de antiguos pergaminos y sangre humana reseca. Ciertas sectas animistas hablaron del regreso de los espíritus del color a sus hogares más allá de las estrellas. Cuenta otra leyenda, la más popular, que todo empezó en los sótanos de un gran museo, en las salas abovedadas de los almacenes, donde los cuadros y las reliquias de tiempos pasados duermen y esperan a que los despierten y los adecen para salir al público.

Un restaurador trabajaba con desgana sobre una obra de un pintor maldito americano de principios de los años veinte. Se contaba de él que había hecho un pacto con el Diablo para que sus cuadros revolucionaran el mundo, pero pronto se hundió en el olvido, perdido en el remolino de la Historia, y ya por aquel entonces nadie recordaba cómo ni cuándo había muerto. En el cuadro se mostraba un cuarto de baño, posiblemente de una de las numerosas pensiones que eran la residencia habitual del pintor. Era un lienzo rectangular, algo más alto que ancho, que medía un poco menos de medio metro entre lado y lado. Ligeramente por encima de los ojos aparecía un espejo con aspecto desgastado, con pequeñas grietas en los bordes y una pátina de suciedad que empañaba como un velo el reflejo de una puerta de madera entreabierta y una ducha. Aunque el espejo era lo primero que se encontraba un observador, el centro de la composición era el lavabo desconchado que había debajo. El lavabo estaba medio lleno, o medio vacío, según opiniones, y dentro flotaban varios hilos de colores. Tres hebras principales, una roja, una

amarilla y otra azul, bailaban rodeadas de pequeñas tiras de color con todas las mezclas imaginables. En el borde del lavabo, junto a los grifos, se veían los tubos de óleo abiertos y, en su boca, la pintura aún sin secar goteaba sobre el agua, "tal vez símbolo de la fragilidad de la creación artística o del bloqueo del pintor", según rezaba el cartel que iba a acompañar al cuadro.

La pintura se había deteriorado, pero el cuadro no era lo suficientemente antiguo como para necesitar un trabajo a fondo. Bastaba con una limpieza rutinaria. Y ocurrió que, como el restaurador quería acabar cuanto antes para poder dedicarse a la nueva adquisición, una exquisita tabla flamenca de fama internacional, y no a esta obra menor, se olvidó del tapón. La limpieza apenas había afectado al original. Algunos detalles se habían difuminado un poco, sobre todo en las partes más castigadas por los años, pero no era nada que los retoques habituales no pudiesen solucionar. Recuperó algunas de las líneas semiborradas, reintegró los pequeños trozos donde la pintura se había levantado y pasó a otra cosa.

El tapón era un tapón de goma negra, sin cadena, del que sobresalía una pequeña anilla de cobre. En el original, la anilla estaba gastada y apenas era una línea parduzca en el fondo del lavabo. Tras la limpieza, se difuminó y el tapón se convirtió en un agujero negro, vacío, dispuesto a tragar el agua y todos los colores que flotaban en ella.

Nadie sabe cómo empezó y ésta es una historia tan buena como cualquier otra. Lo que sí se sabe es que fueron las grandes pinacotecas y los aficionados a la pintura los primeros en notar los cambios. Los cuadros parecían ligeramente más pálidos, con esa pérdida de viveza de una camiseta desteñida al sol. Era el fi-



nal del verano. La primera reacción fue cambiar la iluminación, cerrar más las cortinas, evitar que diese tanta luz a las pinturas. Era un efecto sutil, pero algo enervante, porque, al contrario que en otras ocasiones en las que había sido necesario hacer algún ajuste similar, no se pudo arreglar del todo el problema y los cuadros seguían teniendo un aire raído. Ni siquiera la restauración devolvía la vida a los pigmentos. Poco después, los pintores se encontraron con el mismo problema, la obra del día anterior aparecía súbitamente envejecida al despertar.

Pronto empezó a notarse el efecto en las fotografías, que se fueron apagando lentamente. Al llegar el otoño, coincidiendo con la caída de las hojas, se desvanecieron los tonos de las películas que, en una evolución inversa, pasaron a colores sepías primero y, en el plazo de unos pocos meses, al blanco y negro. Los primeros prototipos de holovisión que por aquel entonces se estaban desarrollando, convertidos en un mero juego de sombras, se abandonaron antes de nacer.

La luz grisácea del invierno, en lugar de irse aclarando al alargarse los días, conservó el aspecto plomizo de las tardes de lluvia y cuando llegó la primavera los colores no volvieron

con ella. Las flores brotaron con aspecto marchito y, al final, todas acabaron negras o grises, blancas en el mejor de los casos, y parecían papeles doblados a medio quemar. Poco después las hojas de los árboles y la hierba perdieron su verdor.

También las noches habían cambiado. Los rojos, naranjas, amarillos y azules de las estrellas, normalmente tenues e imperceptibles, desaparecieron y el firmamento se llenó de puntos de luz blanca uniforme. La gente se sentía incómoda mirando al cielo nocturno y pronto los astrónomos se dieron cuenta de que esa luz del corazón de las estrellas, que les contaba su vida, su historia; que era su naturaleza y sus entrañas, no volvería.

Las puestas de sol pasaron de rojo a burdeos, luego a ocre, y acabaron por parecer un boceto al carboncillo de lo que habían sido. Al invierno siguiente, las auroras boreales, en vez de iluminar las noches del norte con brillos verdes y sus pinceladas rojizas y azuladas, se presentaron tímidamente como si fueran humo de chimenea. Gritos de horror resonaron por los campos cuando se vieron los primeros arcoíris unicolores, reducidos a ser el código de barras de la esfera celeste.

El mar y el cielo se empezaron a confundir, fu-

# Concurso

78

b

i

a

sionados en una enorme capa de nubes de tormenta. Las arcillas rojizas y las arenas doradas ya no se distinguían. La tierra abandonó su variedad y sólo se presentaba con aspecto de suelo volcánico o de un paisaje lunar. Las piedras preciosas, cuando pudieron mantener su brillo, lo hicieron transfiguradas en basalto. Los tonos metálicos acabaron en acero mate. El oro empezó a parecer plata y, con el tiempo, ambos se convirtieron en plomo, como al final de una triste cadena de desintegración radiactiva o en la pesadilla de un alquimista.

Las radios sólo captaban estática y las televisiones nieve, puntos blancos y negros bailando en la sartén de la pantalla. Los aparatos de comunicaciones quedaron ciegos a todas las frecuencias, que al fin y al cabo no son más que los colores con los que ven las antenas. Se habló de una "uniformización no explicada de la energía fotónica", que es la forma técnica de decir lo que todo el mundo sabía: que algo es-

taba drenando el color del mundo sin que nadie comprendiera qué era ni cómo lo hacía.

En menos de dos años, las ricas gamas de tonalidades de los animales se habían difuminado. Todos los pelajes eran grises. Los pavos reales, incapaces de llamar la atención de las hembras, dejaron de criar y se extinguieron tras un par de décadas. La carne de las personas se fue ensuciando. Los ojos, el último e inquietante reducto de color que quedaba en el mundo, cedieron poco después. Todo era ceniza. Gradualmente los sueños perdieron también su color y se condenó a la Humanidad a las noches monocromas de los perros. Ya no quedaba nadie capaz de recordar cómo era el azul o el rojo.

Nadie sabe cómo empezó, hace más de cien años, cuando la gente no era una carcasa vacía como un árbol gris y reseco y no bastaba un pequeño golpe para que se derrumbase y sólo quedara un polvo ceniciento que se lleva el viento. □



# Galería de Aparejadores

80

b

i

a



## Julio González Díez

(Madrid, 12-XI-1925)

**N**ació Julio González Díez el 12 de noviembre de 1925 en lo que él considera, no sin argumentos, “el sitio más bonito de Madrid: la plaza de la Encarnación, 3, frente al Real Convento de la Encarnación y al Palacio Real”. Y en esa casa vivió hasta un año antes de finalizar la guerra civil. “Hubimos de abandonarla, pues por su situación puede decirse que formaba parte del frente, como lo prueba el hecho de que se veía muy afectada por la artillería. Viviendo nosotros en la casa, cayeron en la misma seis obuses y tres bombas de aviación”.

Hizo el ingreso y el primer curso de Bachillerato antes de la

guerra, examinándose por libre en el Instituto San Isidro. Al finalizar ésta, hizo el segundo curso en Valladolid, y el resto del Bachillerato, de vuelta a Madrid, en el Colegio Maravillas.

Julio González estuvo en contacto desde muy pequeño con el mundo de la construcción, pues su padre era ingeniero de Caminos. Empezó preparando su ingreso en la Escuela de Caminos, pero para hacer la milicia universitaria decidió hacer una carrera corta, y se presentó a Aparejadores, aprobando a la primera. Empieza la carrera en la Escuela de la calle San Mateo y la finaliza, en la Escuela de Arquitectura, en 1944. Con

una especial facilidad para las matemáticas, manifiesta haber “disfrutado mucho, desde siempre, con los temas de construcción”.

Tras el cursillo de oficial de la carrera universitaria en Melilla en el batallón de Transmisiones, como voluntario, encuentra un puesto de trabajo en Agromán y es destinado como jefe de obra a Badajoz, para la construcción de la residencia sanitaria del Seguro de Enfermedad. En ella trabajó durante dos años, trasladándose a Madrid en 1951, al haberse presentado y superado las oposiciones al cuerpo de Inspectores de Contribución Urbana en el Ministerio de Hacienda.

Tras un primer destino en Almería durante unos meses, pasó a llevar una obra de interés nacional a propuesta del INI, la Siderúrgica de Avilés, para lo que solicitó una comisión de servicios en Hacienda. Permaneció en Avilés tres años y medio, durante los cuales, además de la edificación de la siderúrgica, intervino en la construcción de las viviendas de los empleados de la misma.

Se casó en el año 1953 en San Jerónimo el Real con María Luisa del Consuelo García. Una afección asmática de su primer hijo aconsejaba el cambio de clima, por lo que solicitó el reintegro en Hacienda, donde prestó sus servicios ininterrumpida-





mente, en las Delegaciones de Albacete, Guadalajara y Madrid, hasta su jubilación en 1990.

Este puesto funcional permitió a Julio González profundizar en sus conocimientos del mundo inmobiliario, imprescindibles para poder determinar las valoraciones de derechos reales, actos jurídicos documentados (herencias y transmisiones patrimoniales), impuesto de bienes inmuebles y de solares; en suma, de todos aquellos elementos técnicos que permiten al ayuntamiento la fijación de la cuantía de las con-

tribuciones. “Me gustaba esa actividad, porque entraba dentro de mi formación como aparejador. A través de la misma he podido ir siguiendo la evolución del crecimiento urbanís-

tico interior del municipio de Madrid. Y además, la jornada sólo de mañana me permitía por la tarde trabajar libremente la profesión, cosa que he hecho durante toda mi vida”.

Al decir “durante toda mi vida”, Julio González refleja la más estricta realidad, pues el próximo mes procederá a la entrega de la última promoción (seis chalets en Madrid)

***Sesenta años de ejercicio continuado de la profesión libre, como técnico, contratista y promotor, simultaneado con funciones de inspector de contribución urbana de Hacienda***

en la que ha intervenido como técnico.

Han sido, en definitiva, más de sesenta años de actividad profesional ininterrumpida, en la doble faceta de funcionario y

# Galería de Aparejadores

82

b

i

a

aparejador, a lo largo de la cual ha intervenido en la construcción de más de mil viviendas en Madrid, quinientas viviendas subvencionadas en Leganés, y varios centenares más en municipios adyacentes (además de las más de mil que dejó en marcha en Avilés para los empleados de la siderúrgica). “No hay ninguna zona de Madrid en la que no haya hecho viviendas o locales comerciales”.

Además de su trabajo técnico, en diversas etapas ha ejecutado promociones como contratista (350 viviendas en el Camino Viejo de Leganés, y otras tantas en Vallecas para las Hermandades del Trabajo). Y también ha actuado como promotor en promociones de pequeño tamaño

en Madrid, Pozuelo, Leganés, Fuenlabrada y Azuqueca de Henares.

Ha sido larga la lista de arquitectos con los que ha trabajado a lo largo de estos años: Santiago Fernández Pirla, Julio López Iturriaga, Antonio de Mesa Rodríguez, José Paz Rodríguez, Mariano García de Benito, Miguel González Gómez, Javier Ramos de Molins, González de Buitrago, Antonio Velasco Plo, Juan Manuel Bsutamante García, José de Antonio García...

Su trato profesional con arquitectos y su amistad con numerosos contratistas, así como su actuación esporádica como promotor, han permitido a Julio González ejercer la profesión con absoluta asiduidad antes y después de su jubilación como

funcionario en 1990, al cumplir los 65 años.

Ha tenido Julio González cuatro hijos, una hembra y tres varones, el primero de los cuales es también arquitecto técnico, funcionario del ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes, y curiosamente también en la concejalía de Hacienda de dicho ayuntamiento.

A lo largo de seis décadas, ha podido apreciar la evolución del ejercicio de la profesión desde diversas perspectivas, y considera que el arquitecto técnico actual “sabe de todo”. “Cuando yo salí de la carrera, sin duda sabía cosas, y la prueba es que pude ponerme al frente de la obra de la Seguridad Social de Badajoz, una residencia sanitaria de más de 500 camas, de una complejidad superior a la de la edificación de viviendas. Pero hoy la preparación abarca más aspectos y es más concienzuda”.

Ha sido Julio González un gran aficionado a la caza, actividad que casi ha abandonado, “porque el ejercicio que hay que realizar en ella no es ya propio de mi edad”. Sin embargo, se encuentra en condiciones físicas realmente notables, como demuestra el hecho de que todavía nade todos los días más de un kilómetro durante sus veraneos en Santiago de la Ribera del Mar Menor (Murcia), donde posee una casa, y de que no piense en la retirada, y sí en seguir en contacto con el Colegio de Madrid, que durante todos estos años “ha sido para mí un amistoso y cercano colaborador que me ha ayudado a solucionar infinidad de cuestiones”. □



Muere el escritor que contó al mundo la verdad del Gulag

## Alexander Solzhenitsin, el último disidente

Miguel Castellví

**E**l domingo 4 de agosto de 2008 fallecía en su casa de Moscú, a los 89 años, el escritor ruso y Premio Nobel de Literatura en 1970, Alexander Solzhenitsin, a consecuencia de un ataque cardíaco.

El escritor había nacido el 11 de diciembre de 1918 en Kislovodsk, en la región soviética del Cáucaso, estudió Matemáticas y Física en la Universidad de Rostov, hasta 1941, y seguidamente se incorporó al Ejército ruso en la II Guerra Mundial (1939-45).

Por sus críticas a Stalin fue condenado en 1945 a ocho años de prisión en un campo de trabajo en Siberia.



Entre sus primeras obras destacan "Pabellón de Cánceros" (1965) y "Un día en la vida de Ivan Denisovich". El 8 de octubre de 1970 obtuvo el Premio Nobel de Literatura.

En 1974, durante el régimen de Leonidas Breznev, Solzhenitsin fue privado de la nacionalidad soviética y expulsado de la URSS, acusado de traición a la patria tras haber escrito "Archipiélago Gulag" y "Carta abierta a los dirigentes soviéticos".

El escritor se trasladó entonces a Estados Unidos y regresó a Rusia en 1994, cuatro años después de haber recuperado su nacionalidad original.

"Desde los 9 años supe que iba a ser escritor, pero no sabía qué iba a escribir. Poco después, me apasioné con el tema de la Revolución, y desde 1936, a la edad de 18 años, nunca dudé sobre cuál

era mi tema, y nada podría haberme hecho apartarme de él". Sesenta años después, Solzhenitsin había concluido su tarea. Pero Occidente no parecía interesado, mientras en Rusia sólo un pequeño grupo de fieles mantiene la devoción por el gran disidente. ¿Qué nos deja este extraordinario escritor cuando la llama de la disidencia ha perdido su misión?

Desde sus primeros días, la vida de Solzhenitsin está marcada por la Revolución. Su padre, que había luchado en el frente como oficial de artillería, muere en accidente de caza en junio de 1918, pocos meses después de la toma del poder por los bolcheviques. Solzhenitsin nacerá en diciembre, y la figura de su padre, que no pudo conocer, adquiere perfiles heroicos en su imaginación infantil. Tanto la familia materna como la paterna perdieron sus posesiones durante la Revolución. El primer recuerdo de Solzhenitsin es su madre, que lo levanta por encima de las cabezas de los fieles de la iglesia del pueblo mientras un grupo de solda-



dos rojos atraviesa la nave.

La obra de Solzhenitsin sobre la Revolución comprende tres grandes "nudos": la entrada en guerra de Rusia y la

primera gran derrota militar en agosto de 1914, la crisis militar y política de noviembre de 1916, y la gran revolución democrática de febrero-marzo de 1917. Es a este tercer nudo al que Solzhenitsin dedica más atención, con cuatro tomos –tres de relato y uno de documentación–, en los que describe las semanas de febrero y marzo de 1917 que vieron la caída del zar y la proclamación del primer gobierno democrático ruso. Solzhenitsin, en cambio, no ha escrito ni una línea sobre el "octubre rojo": para él, la gran revolución fue la de febrero. "El acontecimiento realmente decisivo –explicano fue la revolución de octubre, que en realidad no fue ninguna revolución. Lo que entendemos por revolución es



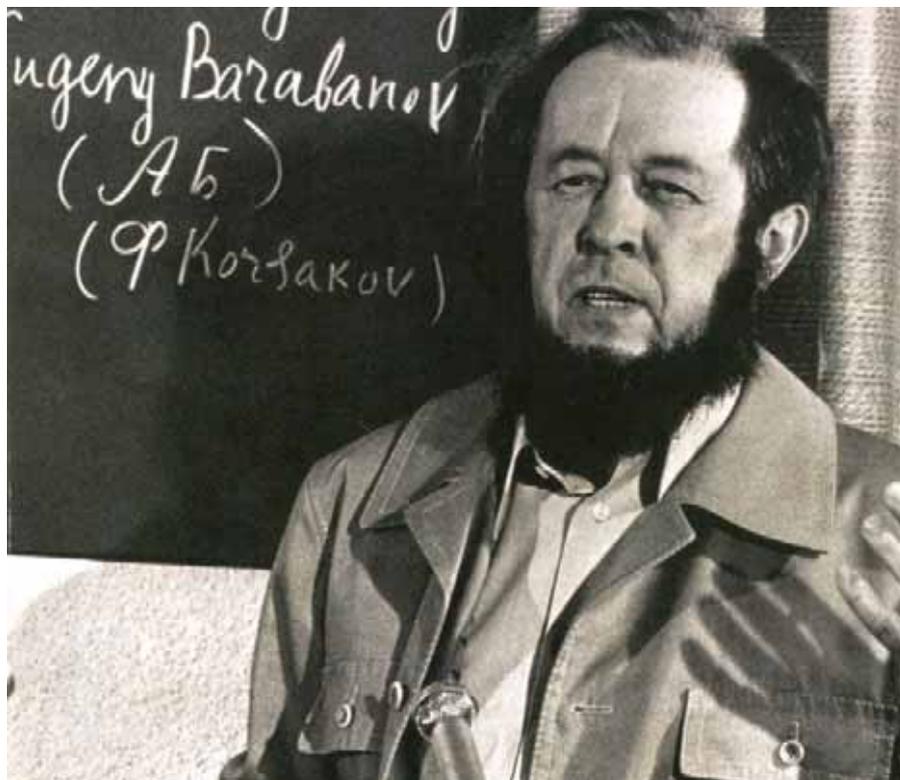
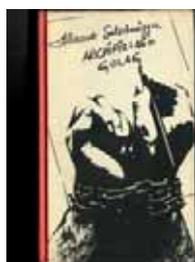
un acontecimiento masivo y espontáneo, y nada de esto hubo en octubre. La verdadera revolución fue la de febrero, la de octubre no merece ese nombre: fue un golpe de Estado, y durante la década de los años veinte los bolcheviques la llamaban el golpe de Octubre".

De su familia recibió una formación cristiana, aunque al final de la adolescencia se dejó deslumbrar por la ideología marxista. Años más tarde recuperó la fe y se convirtió en un devoto ortodoxo. Cursó con brillantez estudios universitarios de matemáticas y física. En 1941 se alistó voluntario en el Ejército Rojo—"no se puede ser un gran escritor ruso sin haber estado en el frente", parece ser que dijo-, y alcanzó el grado de capitán de artillería. Sus experiencias bélicas cuajaron en el poema *Noches de Prusia*.

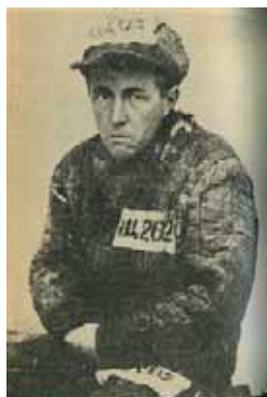
Estaba al mando de una batería en el frente de Prusia, muy cerca de Kaliningrado (Königsberg), cuando en febrero de 1945 fue detenido. El servicio secreto militar había interceptado sus cartas a otro oficial, gran amigo suyo, en las que criticaba a Stalin. Condenado a ocho años de prisión, fue desterrado a Kok Terek, en la estepa de Kazajstán. Allí se le diagnosticó un cáncer, del que se salvó. La enfermedad, el tratamiento en el hospital de Tashkent y su curación dio origen a un gran relato, *Pabellón del cáncer*. En 1956 llega la rehabilitación y el retorno a Moscú.

### Escritor en el Gulag

Desde que era estudiante de bachillerato escribía sin cesar. En el frente redactó un diario, incluso bajo los bombardeos. Esos cuadernos fueron destruidos por el KGB tras su detención: el propio Solzhenitsin describe su alivio—los diarios contenían textos comprometedores para muchos amigos suyos—y su pena por la pérdida de sus notas, que le habrían sido



de gran utilidad para su proyecto de crónica de la Revolución. Corriendo graves riesgos, continuó escribiendo en el Gulag. Una tarde, cuando ya no había luz, el viento le arrancó de las manos uno de sus apuntes. Pasó la noche sin dormir: si los guardias hubieran encontrado el papel, le habría costado muy caro. Pero sus oraciones fueron escuchadas, y cuando salió el sol, en un montón de basura pudo encontrar la



nota. Nunca más volvió a arriesgarse. Y en vez de escribir, memorizaba sus poemas ayudándose de rosarios de migas de pan confeccionados por católicos lituanos compañeros de prisión. La creatividad le salía por los poros de la piel, e incluso en el Gulag recitaba poesía pa-

ra los presos. Uno de sus compañeros de destierro recuerda que él y su mujer pasaron una noche entera oyendo a Solzhenitsin que recitaba para los dos solos su obra de teatro *El ingenuo y la complaciente*, inspirada en una experiencia personal en el campo de trabajo de Kaluga. Tras su rehabilitación enseñó en la escuela de un pueblo cercano a Moscú (allí le pasó lo que cuenta en uno de sus mejores relatos, *La casa de Matriona*), y más tarde en

un instituto de Ryazan. 1959 fue un año decisivo: empezó a recoger datos para *Archipiélago Gulag*, hizo el borrador de *El primer círculo* y redactó *Un día en la vida de Iván Denisovich*.

### Un nuevo Gogol

En diciembre de 1961, Alexander Tvardovsky, buen poeta, editor de la

revista literaria *Novi Mir*, leyó el manuscrito de *Un día...*, que había sido rechazado por otras publicaciones. Tvardovsky se lo llevó a casa un viernes por la noche, para leerlo con tranquilidad.

Empezó a verlo en la cama. Cuando se dio cuenta de su importancia, se levantó, se vistió y se fue a su despacho. Luego explicó que aquella obra no podía leerse en batín: "Hubiera sido un insulto al autor". Sin dormir, a primera hora de la mañana fue a la redacción de la revista, y con otro escritor, Víktor Nekrasov, brindó con vodka al nacimiento de "un nuevo Gogol", dijo.

Después de una larga campaña que duró casi un año y que incluyó una edición secreta de *Un día...* para los miembros del comité central del PCUS, en octubre de 1962 consiguió que Jrushchov autorizara la publicación. Cuando se supo la noticia, en la redacción de *Novi Mir* estalló una salva de aplausos: todos habían leído el manuscrito, por Moscú circulaban copias ilegales, y la publicación se esperaba con ansiedad. En noviembre salía a la luz el libro que cambió la vida de Solzhenitsin y logró difusión mundial en poco tiempo.

Con *Un día...*, Solzhenitsin entró con pleno derecho en la intelectualidad rusa. "Dentro de un mes, usted será la persona más famosa de la tierra: ¿será capaz de resistir a la fama? Es muy difícil resistir a la fama; Pasternak no fue capaz", espetó a Solzhenitsin Ana Achmatova, la mayor poetisa rusa del pasado siglo.

### La década heroica

Solzhenitsin resistió a la fama, pero el gobierno soviético no fue capaz de resistir a Solzhenitsin. Lo que vino después fue la década heroica de los



grandes disidentes: Solzhenitsin, Sajarov, Daniel, Siniavsky... los pocos pero valerosos profetas que denunciaban desde el interior los crímenes del sistema soviético. En el caso de Solzhenitsin, las autoridades

comunistas repitieron la historia de Pasternak. En 1971, el Ministerio del Interior elaboró un largo memorándum sobre el trato a los escritores, subrayado por el propio Brezhnev: "En el asunto Solzhenitsin estamos repitiendo los mismos errores que cometimos con Boris Pasternak. *Doctor Zhivago* debió ser 'suavizado' y publicado aquí, para así reducir el interés en el extranjero".

Pero, como escribe el historiador Raymond Carr, Solzhenitsin era imposible de suavizar. En 1971, el KGB intenta resolver el problema asesinando al disidente. Durante un viaje al sur de Rusia, el escritor sufre una grave intoxicación; todo indicaba que fue obra de un agente secreto. Tras la caída del comunismo, el hecho fue confirmado por Boris Ivanov, ex oficial del KGB.

### Historia personal

En medio de la lucha contra el sistema transcurre la historia personal de Solzhenitsin. En 1940 se casa con Natalia Reshetovskaya. Al conocer la condena, Solzhenitsin –como otros presos políticos a sus mujeres– le aconsejó que pidiera el divorcio. Natalia rechazó esa propuesta, pero tras años de separación y después del traslado de Solzhenitsin a un lager en Kazajstán, cede a la corte que le hace un joven

viudo con dos niños. Manda a Solzhenitsin los papeles del divorcio, que el escritor firma sin rechistar. Pero en 1956, cuando de improviso Alexander regresa del exilio y va a verla, el amor de Natalia renace y ella vuelve con él. Su vida en común durará un decenio. Tras el éxito de *Un día...*, Solzhenitsin se centra cada vez más en su literatura y piensa cada vez menos en su mujer. Pasa largas temporadas fuera de casa, dedicado a escribir de la mañana a la noche en su casa de campo o en una dacha de Peredelkino, el pueblo de los escritores donde vivió Pasternak. En 1968, Solzhenitsin conoce a Alya –Natalia Svetlova–, una joven licenciada en Matemáticas, separada de su primer marido, que quiere ayudarlo en sus investigaciones sobre el Gulag. Solzhenitsin se aleja definitivamente de su primera mujer y vive con Alya. Cuando con sorpresa descubre que esperan un hijo –los médicos de Tashkent que le curaron el cáncer le aseguraron que si se salvaba, no podría ser padre–, decide divorciarse. Con Alya tendrá tres hijos, y se casará en 1973.

Estas aventuras sentimentales se reflejan en los libros de Solzhenitsin, que en su mayor parte tienen fondo autobiográfico. Como si necesitara apoyarse con fuerza en la realidad para construir la ficción. En *La rueda roja*, el protagonista, el coronel Vorotyntsev, un claro trasunto de Solzhenitsin, está casado con una pianista a la que no ama; durante una estancia en San Petersburgo se enamora de una profesora de historia –Solzhenitsin, en 1964, viajó a Leningrado, donde conoció y se enamoró brevemente de una profesora de matemáticas–; descubierto el "lío", la pianista amenaza varias veces con suicidarse –Natalia, cuando supo que

Solzhenitsin vivía con Alya, intentó quitarse la vida con somníferos–. Solzhenitsin, al relatar estos asuntos personales en el marco de una gran tragedia como la I Guerra Mundial, la derrota rusa de 1914 y la Revolución, logra al-



gunas de las mejores páginas de Agosto 1914 y Noviembre 1916.

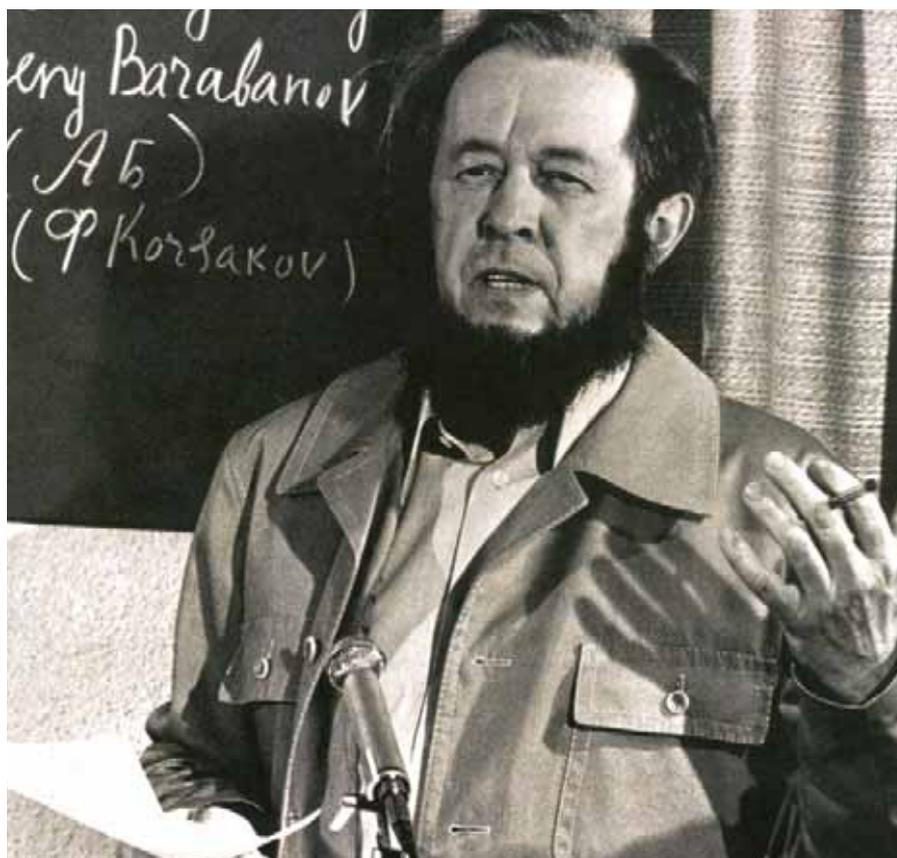
### Exilio y regreso

El enfrentamiento con las autoridades, excepcionalmente duro desde la concesión del premio Nobel en 1970, llega al máximo con la publicación de *Archipiélago Gulag* en diciembre de 1973 en París. En febrero de 1974, Solzhenitsin es arrestado y expulsado de la Unión Soviética. Pocos días después, Alya y los niños le siguen al exilio. En diciembre, con cuatro años de retraso, Solzhenitsin recibe el premio Nobel en Estocolmo.

En 1976, Solzhenitsin se establece en Estados Unidos con su familia. Allí vivirá casi veinte años, dedicado a *La rueda roja*, su gran obra sobre la Revolución. Le supone un gran esfuerzo de documentación y redacción, en el que le ayudan su mujer Alya y muchos compatriotas exiliados. Para descansar de ese gigantesco trabajo redacta sus memorias, que considera un simple ejercicio literario.

En 1994, tras la disolución del partido comunista ruso, Solzhenitsin es rehabilitado y regresa a su patria. Allí intenta difundir sus ideas sobre la organización social y mantiene un programa de televisión. Pero, a pesar de su elección como académico, del homenaje público en su ochenta cumpleaños, Solzhenitsin era un personaje extraño a la Rusia de ese momento. "Tras su regreso a Rusia —explica su ex secretaria, Irina Alberti—, en Solzhenitsin se ha producido un cambio que me desconcierta. Temo que no comprende del todo la realidad de la nueva Rusia. Denuncia lo que todos saben: la mafia, la corrupción, la delincuencia tan extendida... Desgraciadamente, Solzhenitsin no hace más que repetir tópicos".

En opinión de Alberti, la época de los grandes disidentes, de Solzhenitsin y Sajarov, había concluido, pero permanece "su gran lección espiritual: la llamada a la verdad y al respeto de la per-



sona humana". Ahora, dice, están los herederos de este mensaje, "un gran número de personas de la actual Rusia que viven de estas aspiraciones y dedican su vida a ponerlas en práctica". Son los "nuevos disidentes", que sufren censura en su patria, mientras que en Occidente simplemente se ignora su existencia: "No sólo no se los conoce, sino que no se quiere conocerlos". Esto no impide a los nuevos disidentes, "personas libres y capaces de pensar por su cuenta", buscar el modo de oponerse a la nueva prepotencia que les tapa la boca.

A pesar de la indiferencia que en Occidente ha caído sobre la obra de Solzhenitsin, en los sectores intelectuales más abiertos y a la vez más conscientes, su mensaje no ha sido olvidado.

Solzhenitsin, escribe el pensador norteamericano Richard John Neuhaus, "es una de las grandes figuras de este siglo. Su papel puede ser adecuada-

mente descrito como profético". En *Archipiélago Gulag* y otros escritos, ha mostrado sin dejar lugar a dudas la maldad del comunismo. A veces, añade Neuhaus, "reprochó a Occidente su bancarrota intelectual y espiritual, y a su vez fue acusado de moralista incansable y de 'eslavófilo' por nuestros intelectuales".

Sus libros, como *Noviembre 1916*, son "cual-

quier cosa menos literatura ligera". "Abordarla es todo un proyecto: el autor mezcla personas, causas, conflictos, confusión, esperanzas y desilusiones de pocas semanas de historia, y se las echa encima al lector, como para decirle: Toma, tienes que pensar a fondo sobre esto; esto es lo que pasó poco antes de que un gran pueblo descendiera al infierno", concluye Neuhaus.

Más allá de los artículos de los críticos, las polémicas sobre si sus libros pertenecen a la literatura pura o impura, la obra de Solzhenitsin será siempre un testimonio incontestable sobre la Rusia bolchevique y sobre el siglo XX. □



## El bello humanismo del cine chino

Jerónimo José Martín

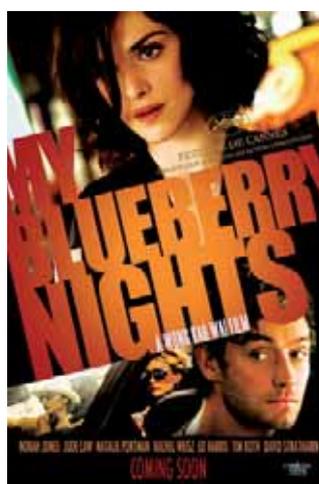
**E**l éxito de taquilla, la avalancha de premios y las diez candidaturas a los Oscars de *Tigre & Dragón*, película del taiwanés Ang Lee, popularizaron por fin el cine chino, abonado desde hacía años al palmarés de los grandes festivales, pero confinado hasta hace poco en los restringidos circuitos de arte y ensayo. Este triunfo coincidió con el estreno de trabajos de los grandes cineastas chinos: los ya veteranos Zhang Yimou –Ni uno menos y *El camino a casa*– y Chen Kaige –*El emperador y el asesino*–, y el nuevo maestro, el hongkonés Wong Kar-Wai –*In the Mood for Love* (*Deseando amar*) y *2046*–. Ha llegado, pues, el momento para desentrañar las claves de una cinematografía de altísima calidad artística y que ha conseguido universalizar un sencillo humanismo de hondo calado.

Hasta que *Sorgo rojo*, la primera película de Zhang Yimou, ganó el Oso de Oro en el Festival de Berlín de 1988, muchos pensaban que el único cine que se hacía en China, Taiwán y Hong Kong era el de artes marciales. Y ciertamente fue ese género el primero en llegar a Occidente, a través de las populares películas de Bruce Lee y otros karatekas chinos, como Jackie Chan o Jet Li. Esta tendencia ha marcado el cine de acción de la última década, sobre todo a través del hongkonés John Woo (*The Killer*, *Blanco humano*, *Broken Arrow*, *Cara a cara*, *Misión: Imposible 2*), cuyo cóctel de acción trepidante, cine negro y esté-

tica recreación de la violencia ha influido en su compatriota Tsui Hark (*En el ojo del huracán*), en Tarantino y compañía, y en muchos títulos mediocres –como *Los Ángeles de Charlie*–, hasta alcanzar un notable nivel artístico en *Matrix* y *Tigre & Dragón*.

### Maestros del melodrama

De todos modos, el éxito de la película de Ang Lee tuvo raíces más profundas, pues también ofrecía una buena síntesis de la fórmula melodramática desarrollada en la República Popular China, sobre todo por Zhang Yimou y Chen Kaige. Estos directores, junto con Zhang Junzhao y Huang Jianxin, fueron los mejores discípulos del veterano Wu Tianming (*Vida*, *El viejo pozo*, *El rey de las máscaras*), descubridor y protector en los años 80 de la renovadora Quinta Generación de la Escuela de Pekín. Tianming, demasiado académico, nunca alcanzó la altura narrativa, formal y antropológica de sus aventajados pupilos. Sin embargo, sentó las bases de su esmerado estilo formal –sobre todo en el empleo poético de la luz y el color–, de su rigor interpretativo –de gran



sobriedad verbal y elocuentes silencios–, de su vigor dramático y de su atractivo humanismo, sorprendentemente universal. "El pueblo chino tiene una larga tradición de respeto a valores como la moral, la integridad, la cortesía y las relaciones humanas –señaló Wu Tianming en 1995–. Pero hoy día, en que el dinero es el rey y la codicia su compañera, no queda sitio para la moral. Nuestra nación, ejemplo

de civismo, se ha convertido en campo de muerte. En tiempos como éste, las personas con conciencia social tienen la misión de abogar por la compasión humana".

### Tradicición y modernidad

Esta declaración de principios de Tianming desvela quizá el quicio sobre el que giran todas las grandes películas chinas de la última década. Si la crisis de valores ha llevado a muchos cineastas occidentales al escapismo hedonista, al cínico exabrupto soez o a la bondadosidad pueril, los directores chinos están demostrando una sorprendente hondura moral, que les lleva a rescatar valores de entidad de su rica tradición cultural y religiosa, para integrarlos después con las aportaciones de la modernidad. De hecho, hasta el occidentalizado Ang Lee, antes de retratar la China antigua en *Tigre & Dragón*, ya mostró en *Sentido y sensibilidad* su interés por las pautas morales imperecederas de la obra de Jane Austen.



En el cine de artes marciales esta interacción se limita al enaltecimiento del honor y la lealtad. Pero en los grandes melodramas, el diálogo entre lo viejo y lo nuevo ha dado lugar a una rica visión del hombre, que ha evolucionado además desde un fatalismo determinista hasta un optimismo cada vez más enérgico. "Siento la necesidad de decir a la gente que desesperarse es perder el tiempo –señaló Yimou en 1994–. Ya hay demasiadas películas que se limitan a mostrar una historia de tristezas".

### El individuo frente al sistema

Esta evolución se ha concretado en una progresiva confianza en la acción del individuo íntegro frente a las costumbres sociales tiránicas, corruptas o conformistas, el gran tema de casi todas las películas chinas recientes. Y esto, sea en la época que sea –la agitada China del siglo XX ha ofrecido por sí sola abundantes argumentos–, y sea el opresor el sistema político de cada momento o ciertos poderes fácticos, como la mafia, atacada con dureza en *La Joya de Shanghai*, de Yimou, y en *Luna tentadora*, de Kaige. El caso es destacar que los grandes cambios sociales pasan por la regeneración ética de las personas.

Como es lógico, esto ha provocado numerosos incidentes con la censura comunista, que ha visto actitudes contrarrevolucionarias hasta en las críticas al primer emperador chino. De todos modos, el éxito internacional de estos cineastas ha obligado al régimen de Pekín a abrir poco a poco la mano. Por eso, Yimou y Kaige han rechazado numerosas ofertas para trabajar en Occidente, y continúan rodando en su país natal. Como dijo Yimou en 1997, "en China hay muchas historias que no están contadas y



Ang Lee muestra el trofeo del 62º Festival Internacional de Cine de Venecia.

que esperan a que alguien las cuente".

### Familia y matrimonio

En todo caso, en el cine chino reciente el individualismo se enmarca siempre dentro de un aprecio muy nítido hacia la amistad, la buena vecindad y el sentido de comunidad, y de una exaltación casi generalizada de la familia, mostrada como un núcleo esencial de solidaridad e impulso social. Así puede apreciarse en *Qiu Ju, una mujer china, ¡Vivir!* o *El camino a casa*, de Yimou; *Tierra amarilla*, de Kaige; *Comer, beber, amar*, *Sentido y sensibili-*

*dad* y *Tormenta de hielo*, de Ang Lee; *El Club de la Buena Estrella*, de Wayne Wang; *La cometa azul*, de Lan Fenzheng; o *La ducha*, del joven Zhang Yang.

Ciertamente, algunos films chinos han mostrado también las sombras de las relaciones familiares –por ejemplo, *El maestro de marionetas*, del taiwanés Hou Hsiao Hsien–, o han tonteado con una visión permisiva de la homosexualidad, como *El banquete de bodas*, de Ang Lee, o *Happy Together*, de Wong Kar-Wai. Pero son muchos más los que han mostrado el peligro de reducir el amor a lo sexual –*Semilla de crisantemo* y *La linterna roja*, de Yimou– y los que han defendido el valor del matrimonio frente a las experimentaciones modernas. Basta citar títulos



como *Pólvora roja, pólvora verde*, de He Ping; *Foreign Moon*, de Zhang Zeming; *Keep Cool* y *El camino a casa*, de Yimou, o la magistral *In the Mood for Love*, de Wong Kar-Wai.

### Mujeres de armas tomar

Curiosamente, en una sociedad patriarcal, muchas películas chinas muestran a mujeres llevando el peso de esas relaciones matrimoniales y familiares. De modo que han ido perfilando un sugerente nuevo feminismo, muy distante del apolillado feminismo radical, aún en boga en cierto cine occidental. Esta encendida defensa de la dignidad de la mujer explica que Yimou haya lanzado al estrellato a actrices como Gong Li o Zhang Ziyi, o que Ang Lee, tras ganarse el título de director feminista, se haya atrevido en *Tigre & Dragón* a elevar a la actriz Michelle Yeoh a la categoría de heroína, algo



poco habitual en un género machista como el de las artes marciales.

En una entrevista que le hice durante el Festival de San Sebastián 2000, el propio Ang Lee me sintetizó las razones de su interés y el de casi todos los directores chinos por los personajes femeninos. "Me pareció que presentar a muje-

res como protagonistas aportaba al género un ángulo más profundo y atractivo, pues domina en él lo emocional sobre la pura violencia. Además, yo crecí en una familia muy conservadora, dominada por el hombre machista; pero allí me enseñaron a respetar a las mujeres y al mismo tiempo a aprender de ellas. Por otra parte, desde siempre, cuando los artistas chinos se sentían oprimidos, utilizaban mujeres como protagonistas de sus obras. Según los cánones tradicionales, un poeta representaría su propio drama

interior retratando a una mujer sola que espera en casa a su marido. Según un canon más moderno, como en *Madame Butterfly*, cuando un hombre se siente mal escribe como si fuera una mujer. Eso mismo pasa cuando un hombre oriental se enfrenta al mundo occidental: se siente como una mujer frente a la masa" (1).

### Educación trascendente

También cabe destacar en las películas chinas recientes la presentación de la enseñanza como un impulsor social de primer orden. De hecho, la alta misión del maestro –implícita en *El camino a casa*, de Yimou, y en *Adiós a mi concubina*, de Kaige– es el tema central de películas como *El rey de los niños*, de Kaige; *El rey de las máscaras*, de Wu Tianming; o *Ni uno menos*, de Yimou. En todas ellas se defiende un modelo de educación integral, que asigna a los profesores la obligación de transmitir no solo conocimientos, sino también un sólido entramado de valores éticos que permita a la gente ejercitar su libertad frente a la obcecación en el mal, la corrupción del poder o el creciente consumismo materialista que invade China.

Quizá por culpa de la censura comunista, en este modelo educativo suelen faltar referencias nítidas a la religión, al menos en los cineastas de la República Popular China. Estos se limitan a mostrar con respeto las diversas tradiciones religiosas de su país –como la veneración hacia los antepasados– o encriptan sus posibles aperturas hacia lo trascendente en complejos símbolos, como las bellas marionetas que conserva la familia de *¡Vivir!*

En todo caso, el cine chino contemporáneo ha conseguido atravesar fronteras y ganarse al público y a la crítica occidentales. Y lo ha hecho hablando con sencillez y sensibilidad de lo que siempre han hablado los grandes del séptimo arte: de la profunda dignidad del ser humano, de sus bajas pasiones y sus virtudes, de su capacidad de superación y su fuerza interior, del sentido del trabajo, del oculto valor del sufrimiento y el arrepentimiento, de su esperanza incluso contra toda esperanza, y de su incontenible afán de libertad, solidaridad y compasión.

(1) Entrevista de Jerónimo José Martín a Ang Lee. *Cinera, n° 99* (febrero 2001).

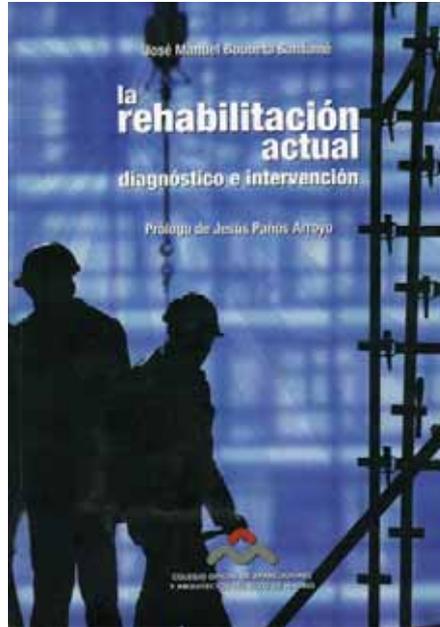


Tang Wei y Tony Leung Chiu Wai, en "Deseo, peligro", de Ang Lee.

## La rehabilitación actual

### Diagnóstico e intervención

**Autor:** José Manuel Boubeta Santomé.  
**Edita:** Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid.  
180 pág. 17 x 24 cms.  
ISBN: 978-84-86891-34-3.  
Madrid, 2008.



Esta publicación nace, en palabras del autor, como una aproximación al estudio del proceso patológico de materiales y sistemas constructivos, así como a las propuestas que, tanto desde el ejercicio privado de los profesionales de la construcción como desde la Administración Pública, se presentan para la conservación y mantenimiento de los edificios, sin olvidar los aspectos técnicos, económicos y sociales que afectan a este tipo de intervenciones.

Por ello, priman en el libro las soluciones constructivas con un bajo coste, una rápida ejecución, que faciliten la realización de las obras en edificios en los que residen sus propietarios durante las mismas o que simplemente demuestren la vigencia de unos sistemas constructivos que, a menudo, se consideran obsoletos.

Por su parte, Jesús Paños Arroyo, presidente del COAATM, destaca en el prólogo el “muy considerable” número de publicaciones promovidas por el Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid que, de un modo u otro, tratan de la conservación del patrimonio construido, “una función en la que los aparejadores y arquitectos técnicos, tradicionalmente, han desempeñado un papel relevante y, muchas veces, insustituible” y un campo de actuación profesional de importancia permanente y cada vez más amplio”.

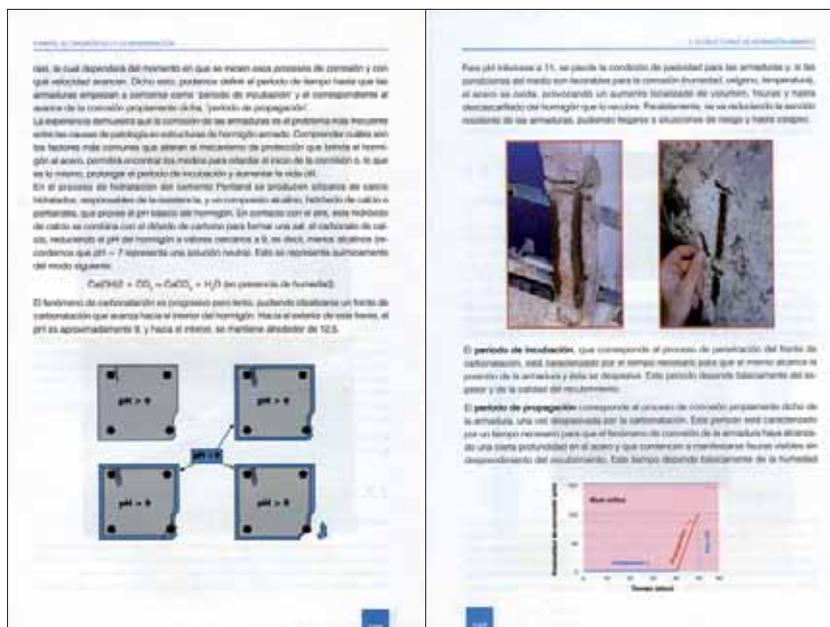
## I PARTE: TEORÍA E HISTORIA DE LA RESTAURACIÓN

### Capítulo 1. Evolución de la restauración

- Principios de la restauración
- La restauración consciente
- Factores históricos
- Viollet y Ruskin. Las dos teorías de la Restauración consciente
- La restauración en España. Las escuelas de arquitectura
- Restauo Estilístico
- Restauo Histórico
- Restauo Moderno
- Restauo Científico
- Restauo Crítico

### Capítulo 2. Cartas y convenios

- Carta de Atenas de 1931
- El Convenio de La Haya de 1954
- La carta de Venecia de 1964
- Los convenios de Iberoamérica
- La Convención concerniente a la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural
- La Carta del Restauo de 1972
- Las cartas para la conservación del Patrimonio europeo y de las ciudades históricas
- La Carta de Cracovia de 2000



## II PARTE: EL DIAGNÓSTICO Y LA INTERVENCIÓN

### Capítulo 3. Cimentaciones

- Inventario de daños
- Análisis de la patología observada
- Soluciones de reparación

### Capítulo 4. Muros

- Inventario de daños
- Análisis de la patología observada
- Soluciones de reparación

### Capítulo 5. Forjados

- Inventario de daños
- Análisis de la patología observada
- Soluciones de reparación

### Capítulo 6. Cubiertas

- Inventario de daños
- Análisis de la patología observada
- Soluciones de reparación

### Capítulo 7. Estructuras de hormigón armado

- Inventario de daños
- Análisis de la patología observada
- Soluciones de reparación

### Capítulo 8. La humedad

- Inventario de daños
- Análisis de la patología observada
- Soluciones de reparación

### Capítulo 9. La piedra

- Inventario de daños
- Análisis de la patología observada
- Soluciones de reparación

### Capítulo 10. La madera

- Inventario de daños
- Análisis de la patología observada
- Soluciones de reparación

## III PARTE: LA ACTUACIÓN DE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

### Capítulo 11. La rehabilitación en España

- La evolución de la rehabilitación
- La protección del patrimonio
- La normativa confluente
- Las ayudas a la rehabilitación

### Capítulo 12. La Inspección Técnica de Edificios

- Objeto. Obligación. Capacitación para la inspección, plazo, contenido y procedimiento
- Los cambios en la ITE



## Las Normas de Seguridad y Salud en la Construcción

**Autor:** Ángel Luis Sánchez Iglesias.  
**Edita:** MCA-UGT, Federación Estatal.  
288 pág. 17 x 24 cms.  
D.L.: M56364-2007.

Manifiesta el autor de este libro que desde el punto de vista de los medios técnicos y de las medidas de seguridad a adoptar en una obra de construcción, hasta ahora existía un gran "agujero negro" derivado, de una lado, de la falta de concreción de determinadas normas emanadas de las Directivas de seguridad y salud europeas, y de otro de la falta de adaptación de otras normas, que permanecían vigentes desde su publicación durante el "antiguo régimen", al progreso técnico y a las nuevas técnicas y tecnologías constructivas. Así, aunque desde 1997 está publicado el R.D. 1627/97 de disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (por el que se transpone la Directiva Europea 92/57/CEE), dicha norma, si bien hace un loable esfuerzo en regular las cuestiones de organización y gestión preventiva en las obras (como los estudios y planes de seguridad exi-



gibles, la figura de los coordinadores de seguridad, el visado del proyecto, el libro de incidencias o el aviso previo), sin embargo, desde el punto de vista de las medidas materiales de seguridad, su Anexo IV es un cúmulo de inconcreciones, remisiones a otra normativa específica, o utilización de conceptos jurídicos indeterminados que generan inseguridad en su aplicación y exigencia, de tal manera que expresiones como que determinados medios de seguridad deben ser "adecuados", "suficientes", "montados correctamente", "mantenerse en buen estado", "sólidos y estables", etc., inundan el articulado, sin especificar en detalle cuáles son las exigencias concretas. El motivo de que dicha norma no concrete los requisitos de seguridad y utilice sistemáticamente tales generalidades deriva de que se prefirió transponer a nuestra legislación casi literalmente el Anexo de la Directiva europea en lugar de desarrollar dichos principios generales; dicho modelo es el seguido sobre todo por los países europeos de tipo anglosajón que prefieren dejar para Normas Armonizadas de segundo nivel el desarrollo de tales cuestiones, y que las normas jurídicas se limiten a establecer principios comunes de general aplicación y el establecimiento de las responsabilidades.

Esta insuficiencia normativa se ha cubierto, por fin, a través del IV Convenio General del Sector de las Construcción, que va a estar vigente en el periodo 2007-2011, de cuyo contenido este libro realiza un profundo análisis.

### INDICE

#### INTRODUCCIÓN

Capítulo I. Condiciones generales

Capítulo II. Andamios

Capítulo III. Protecciones colectivas, escaleras fijas o de servicio, escaleras de mano y otros equipos para trabajos temporales en altura

Capítulo IV. Trabajos de movimiento de tierras, excavación, pozos, trabajos subterráneos y túneles

Capítulo V. Otros trabajos específicos

Capítulo VI. Equipos de trabajo y maquinaria de obra

Capítulo VII. Instalaciones de suministro y reparto de energía. Almacenamiento de combustible e instalaciones higiénico-sanitarias



# Normas de control de materiales a pie de obra

**Autor:** Juan Palomeque Abad.

**Edita:** Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Guadalajara.

588 pág. 17 x 24 cms.

ISBN: 84-95344-49-1.

Guadalajara, 2008. 4ª edición.

Como recuerda Juan Palomeque Abad en la presentación de este libro, el carácter prescricional del CTE supone que los materiales deben diseñarse para cumplir los Requisitos Básicos exigibles, “para lo que deben proyectarse con unas prescripciones concretas sin que tengan que poseer otras de sus posibles propiedades prescritas, y eso nos conduce a que debamos poder acceder cómodamente a los catálogos de prescripciones, clases normalizadas, etc. posibles para cada material”.

De ahí la utilidad de esta obra, concebida como una “herramienta útil”, ya que contiene de manera agrupada y ordenada, (en definitiva de utilización cómoda) y actualizadas, las designaciones normalizadas de los materiales de construcción referenciando los símbolos que identifican las exigencias variables, y haciendo referencia siempre a la Norma cuyos requisitos debe cumplir.



## INDICE

### 1. HORMIGON

-Hormigon estructural

### 2. COMPONENTES DEL HORMIGÓN

- Cemento
- Aridos para hormigones
- Aguas para hormigones
- Aditivos para hormigones
- Adiciones para hormigones
- Fibras para refuerzo de hormigones

### 3.ACEROS PARA HORMIGON

- Aceros corrugados
- Alambres lisos
- Mallas electrosoldadas
- Armaduras basicas electrosoldadas
- Alambres y cordones para pretensados

### 4. ACEROS PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS

- Aceros en perfiles laminados

### 5. MORTEROS

- Morteros para albañilería
- Cales para la construcción
- Áridos para morteros

### 6. MATERIALES CERÁMICOS

- Ladrillos cerámicos
- Tableros cerámicos para cubiertas
- Bovedillas cerámicas
- Tejas cerámicas
- Baldosas cerámicas
- Adhesivos para baldosas cerámicas
- Material de rejuntado para baldosas cerámicas
- Paneles prefabricados de cerámica y yeso
- Adoquines de arcilla cocida

### 7. PREFABRICADOS DE CEMENTO

- Bloques de hormigón
- Bloques de hormigón celular
- Baldosas prefabricadas de cemento
- Tejas de hormigón
- Bordillos de hormigón
- Adoquines de hormigón
- Piezas de piedra artificial

96

b

i

a

## 8. PIEDRAS NATURALES

- Piedra natural para fábricas
- Pizarras
- Revestimientos de piedra natural

## 9.-YESOS Y ESCAYOLAS

- Yesos para revestimientos continuos
- Escayolas en polvo
- Paneles prefabricados de yeso para tabiques
- Placas de yeso laminado
- Placas de escayola para techos continuos
- Placas de escayola para techos desmontables
- Adhesivos a base de yeso para paneles
- Material para juntas para placas de yeso laminado

## 10. SUELOS DE MADERA

- Suelos de madera
- Elementos para suelos de madera
- Suelos registrables
- Suelos laminados

## 11. AISLANTES E IMPERMEABILIZANTES

- Aislantes en conformados en planchas rígidas
- Aislantes de fibras minerales
- Aislantes proyectados de espuma de poliuretano
- Bovedillas de poliestireno expandido
- Imprimadores bituminosos
- Pinturas bituminosas de protección
- Pegamentos bituminosos
- Materiales bituminosos para sellado de juntas
- Materiales bituminosos de aplicación *in situ*
- Láminas bituminosas
- Placas asfálticas
- Láminas no bituminosas

## 12. CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA

- Ventanas y balconeras
- Puertas de madera
- Puertas basculantes
- Puertas correderas
- Puertas abatibles
- Puertas enrollables
- Perfiles de acero para carpintería- Perfiles de acero inoxidable para carpintería
- Perfiles de PVC-U para puertas y ventanas

## 13. VIDRIOS

- Vidrios para la construcción

## 14. INSTALACIONES

- Tubos de hormigon para saneamiento
- Tubos de fibrocemento para saneamiento
- Tubos de PVC U para saneamiento
- Canalones y bajantes de PVC U
- Tubos de fibrocemento para abastecimiento
- Tubos de fundicion para abastecimiento
- Tubos de PVC para abastecimiento
- Tubos de polietileno para abastecimiento
- Tubos de plastico para fontaneria y calefacción
- Tubos de cobre para fontaneria y calefacción
- Tubos de acero para fontanería
- Tubos de acero para calefacción
- Grifería sanitaria
- Aparatos sanitarios cerámicos
- Bañeras

□



## Estudio experimental de sistemas provisionales de protección de borde Clase A

M<sup>a</sup> de las Nieves GONZÁLEZ GARCÍA\*  
Alfonso COBO ESCAMILLA\*\*

\* Departamento de Construcciones Arquitectónicas y su Control

\*\*Departamento de Tecnología de la Edificación  
Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Madrid  
Universidad Politécnica de Madrid

### 1 INTRODUCCIÓN

En este artículo se presentan los resultados de un proyecto de investigación, promovido y financiado por el Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid (CO-AATM), para evaluar el cumplimiento de la norma UNE-EN 13374 "Sistemas provisionales de protección de borde. Especificaciones del producto, métodos de ensayo" por parte de tres soluciones habitualmente utilizadas en las obras de construcción como sistemas provisionales de borde clase A, para proteger contra las caídas en altura.

Los ensayos de conformidad con los requisitos de carga estática de la norma UNE-EN 13374 se han realizado en las instalaciones del Laboratorio de Elementos de Seguridad de AIDICO, Instituto Tecnológico de la Construcción.

Los resultados muestran que algunas de las soluciones comúnmente empleadas no superan los requisitos normativos.

### 2 NORMA UNE-EN 13374 SISTEMAS PROVISIONALES DE PROTECCIÓN DE BORDE. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO, MÉTODOS DE ENSAYO

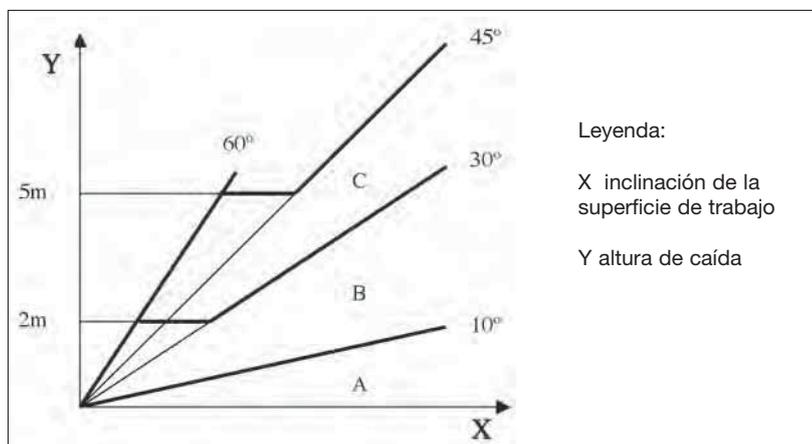


Figura 1: Clases para utilizar en diferentes inclinaciones y alturas de caída.

#### 2.1. Tipos de sistemas provisionales de protección de borde (SPPB).

La norma UNE-EN 13374 clasifica los SPPB en 3 clases en función del ángulo de inclinación del forjado y la altura de caída del cuerpo que protege. Los sistemas clase A se utilizan para ángulos menores de 10°, evaluándose éstos mediante cargas estáticas. Se trata de protecciones diseñadas para soportar a una persona que se apoye sobre la protección, que sujete su mano cuando camina junto a ella o para detener a una

persona que camina o cae en dirección a la protección.

La norma UNE-EN 13374 indica los análisis a realizar para verificar el cumplimiento de los requisitos a cumplir por parte de los SPPB, dependiendo de la clase:

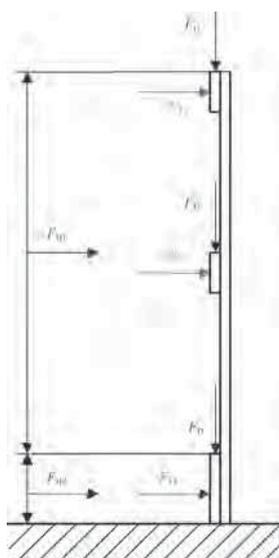
- Sistemas clase A. La norma permite su evaluación analítica o experimental.
- Sistemas clase B. La norma exige su evaluación analítica y experimental.
- Sistemas clase C. Sólo se puede realizar una evaluación experimental.

En este trabajo se han analizado SPPB clase A.

## 2.2. Tipos de carga a aplicar

La norma UNE-EN 13374 especifica los tipos de carga a aplicar para validar los SPPB: *Carga horizontal  $F_H$  (actuando perpendicularmente al SPPB).*

Cada protección de borde y cada uno de sus componentes, excepto los plintos, debe estar diseñado para resistir una carga  $F_{H1} = 0,3$  kN aplicada perpendicularmente al eje del poste. Los plintos deben resistir una carga  $F_{H2} = 0,2$  kN, véase figura 2. Estas cargas deben aplicarse en los puntos más desfavorables.



### Leyenda

$F_D = 1,25$  kN

$F_{T1} = 0,3$  kN (flecha máxima 55 mm)

$F_{T2} = 0,2$  kN (flecha máxima 55 mm)

$F_{H1} = 0,3$  kN

$F_{H2} = 0,2$  kN

$F_{T1}$  Fuerza aplicada para cumplir los requisitos de flecha (aplicada a las barandillas y postes, perpendicularmente al plano de sistema)

$F_{T2}$  Fuerza aplicada para cumplir los requisitos de flecha (aplicada al plinto)

$F_{H1}$  Fuerza aplicada para cumplir los requisitos de resistencia (aplicada en un punto cualquiera perpendicularmente al plano del sistema, excepto los plintos)

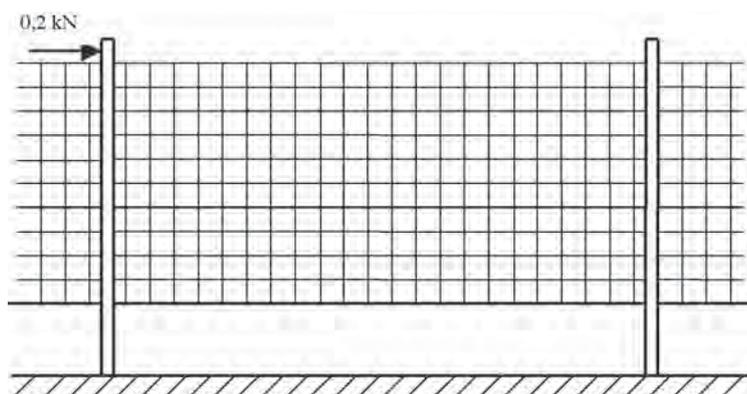
$F_{H2}$  Fuerza aplicada para cumplir los requisitos de resistencia (aplicada al plinto)

$F_D$  Carga accidental

**Figura 2: Cargas perpendiculares, horizontales y verticales, al sistema.**

### Cargas paralelas a la barandilla

Cada protección de borde y cada uno de sus componentes debe ser capaz de resistir por separado una fuerza horizontal de 0,2 kN aplicada en el punto más desfavorable, véase figura 3.



**Figura 3: Cargas paralelas a la barandilla.**

### Limitación de flecha

La norma también indica una limitación al desplazamiento producido en el sistema en los siguientes términos: la flecha elástica no debe ser mayor de 55 mm. La flecha elástica especificada se define como la flecha de todo el sistema montado al que se aplican las fuerzas  $F_{T1}$  y  $F_{T2}$ , en la posición más desfavorable.

### Carga accidental

Finalmente, se establece una carga accidental de la forma siguiente: toda barandilla o barandilla intermedia o plinto, independientemente de su sistema de soporte, debe poder resistir una carga puntual hacia abajo  $F_D = 1,25$  kN sobre una longitud de 100 mm. Esta carga debe aplicarse en la posición más desfavorable del SPB en sentido descendente, dentro de un sector de  $\pm 10^\circ$  desde la vertical.

### 2.3. Métodos de ensayo.

En el punto 7. Métodos de ensayo, de la norma UNE-EN 13374, se indican las pautas que deben seguirse para la realización de los ensayos.

#### Descripción del montaje de la muestra

La muestra de ensayo debe comprender, al menos, un vano con la longitud más desfavorable del sistema de protección de borde o con la configuración más desfavorable posible, reproduciendo la configuración de su utilización en la obra.

La norma establece dos tipos de ensayos para validar un SPPB:

- Ensayo de flecha.
- Ensayo de resistencia.

#### ENSAYO DE FLECHA

Con este ensayo se persigue limitar el máximo desplazamiento que puede experimentar un SPPB que entra en carga.

Entendemos que la limitación del desplazamiento experimentado por el sistema, está motivada porque una vez que una persona tropieza y cae sobre el SPPB, si la barandilla sufre un gran desplazamiento, es más fácil voltear sobre ella y caer al vacío. La facilidad de superar la barandilla y caer es mayor cuando el desplazamiento del sistema tiene una componente vertical además de la horizontal, por lo que entendemos que los sistemas tipo mallazo o formados por paneles de materiales plásticos, deben tener un límite de desplazamiento horizontal superior al de los sistemas constituidos por los elementos clásicos (barandilla principal, intermedia y rodapié).

La flecha bajo la carga máxima de ensayo,  $\delta$ , debe ser menor o igual a 55 mm.

#### ENSAYO DE RESISTENCIA

Con este ensayo se persigue comprobar que el sistema resiste el impacto de un trabajador golpeando sobre él.

La superación del ensayo implica el cumplimiento de tres requisitos:

- Bajo la carga máxima no se produzcan plastificaciones o roturas.
- La resistencia última,  $R_u$  superior a 1,2 veces la máxima carga de ensayo.
- La flecha residual inferior al 10% de la flecha bajo la carga máxima.  $\delta_3 = 0,1 \delta_2$ .

Las cargas deben aplicarse en las posiciones más desfavorables.

La carga máxima de ensayo se obtiene de la siguiente forma:  $F_{\text{máx.}} = (\gamma_M * \gamma_F * Q_K)$ , donde  $\gamma_M$  y  $\gamma_F$  son los coeficientes parciales de seguridad para estado límite último y  $Q_K$  es la carga característica para el caso considerado.

El sistema debería a continuación ser cargado con un sistema de cargas idéntico, incrementándose hasta la carga de rotura,  $R_u$ , que provoca un fallo notable a nivel del conjunto del sistema o en uno de los elementos que lo componen.

Se debe registrar lo siguiente:

- La flecha en la posición de referencia  $\delta_1$ ;
- La flecha instantánea bajo la carga máxima  $\delta_2$ ;
- La flecha residual  $\delta_3$ ;
- La carga de rotura,  $R_u$ ;
- Toda observación relativa a plastificaciones, roturas o separaciones de cualquier parte del conjunto ensayado.

### ENSAYO PARA CARGA ACCIDENTAL

La norma no menciona la realización de este ensayo. Sin embargo, los laboratorios que nosotros conocemos aplican sobre los SPPB una carga vertical descendente de 1,25 kN y comprueban que el sistema es capaz de resistirla.

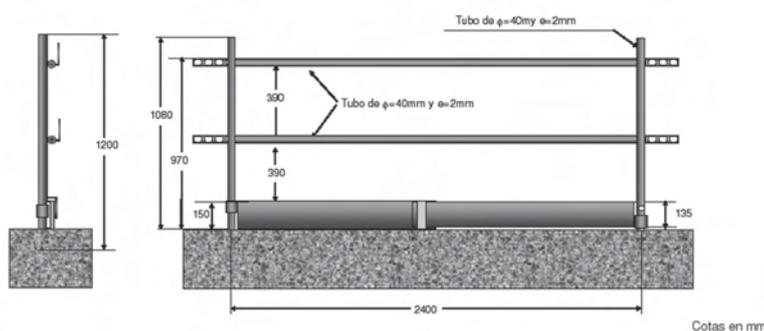
## 3. TÉCNICAS UTILIZADAS Y TRABAJO EXPERIMENTAL REALIZADO

### 3.1. Sistemas estudiados

Se han analizado tres SPPB. En todos los casos se han empleado como único material el acero y el rodapié ha sido idéntico, telescópico y fabricado con chapa. Las barandillas principal e intermedia y el poste se han resuelto con secciones tubulares de acero S235. Las orejetas de los postes de acero son de acero S275. En la tabla 1 se detallan las características geométricas de los tres sistemas.

	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3
<b>Barandillas</b>	acero $\varnothing 25$ mm espesor 1.5 mm	acero $\varnothing 40$ mm espesor 1.5 mm	acero $\varnothing 40$ mm espesor 2 mm
<b>Postes verticales</b>	acero $\varnothing 40$ mm espesor 1.5 mm 1200 mm de longitud	acero 35 mm x 35 mm espesor 1.5 mm 1200 mm de longitud	acero $\varnothing 40$ mm espesor 2 mm 1200 mm de longitud
<b>Rodapié</b>	telescópico, fabricado en chapa metálica		

**Tabla 1: Características de los tres sistemas ensayados.**



**Figura 4: Características geométricas del Sistema 3.**

En la figura 4 se muestra la disposición y las características geométricas del sistema 3 ensayado.

### 3.2. Trabajo experimental realizado

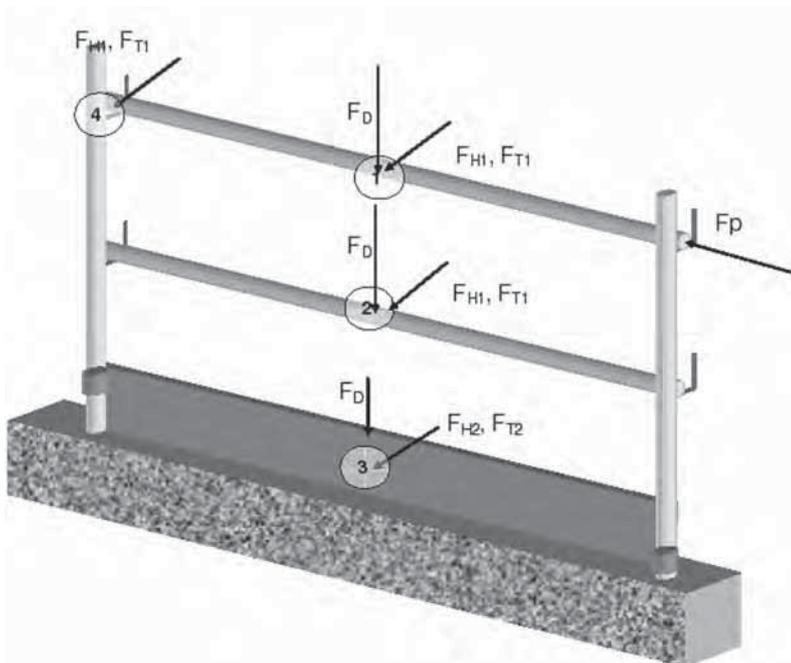
Para conocer el comportamiento de estos tres SPPB se han evaluado los requisitos de carga estática mediante Ensayos de conformidad con los requisitos de carga estática, según el apartado 7.4 de la UNE-EN 13374. Con estos ensayos se ha pretendido evaluar el grado de cumplimiento de los tres sistemas con la citada normativa.

Todas las pruebas realizadas se han llevado a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Elementos de Seguridad de AIDICO -Instituto Tecnológico de la Construcción, Unidad Técnica de Seguridad-, ubicado en Paterna (Valencia), que cuenta con la Infraestructura y Equipamiento necesarios para la realización de los ensayos cumpliendo con las especificaciones indicadas en la norma UNE-EN 13374:2004, en relación con el método de ensayo.

En cada una de las muestras de ensayo, los ciclos de carga son aplicados en cuatro puntos. Estos puntos de aplicación de la carga se han elegido bajo criterios normativos y criterios del propio equipo investigador (disposición más desfavorable) asumiéndose como puntos críticos del sistema, y son los indicados en la figura 5.

Los puntos 1, 2 y 3, situados en el centro de las barandillas superior e inferior y del rodapié, producen el máximo momento flector en estos elementos (requisitos de resistencia y carga accidental) y el máximo desplazamiento del sistema (requisito de flecha).

El punto 4, situado en el extremo del poste, produce el máximo momento flector y el máximo desplazamiento en el poste.



**Punto 1:** Centro de la barandilla principal

**Punto 2:** Centro de la barandilla intermedia

**Punto 3:** Centro del rodapié

**Punto 4:** Poste vertical.

**$F_{T1}$ :** Fuerza aplicada para cumplir requisito de flecha (aplicada en puntos 1, 2 y 4)

**$F_{T2}$ :** Fuerza aplicada para cumplir requisito de flecha (aplicada en punto 3)

**$F_{H1}$ :** Fuerza aplicada para cumplir requisito de resistencia (aplicada en puntos 1, 2 y 4)

**$F_{H2}$ :** Fuerza aplicada para cumplir requisito de resistencia (aplicada en punto 3)

**$F_D$ :** Carga accidental (vertical)

**$F_p$ :** Carga paralela.

**Figura 5:** Disposición del ensayo.

## 4. RESULTADOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS

A continuación se indica un resumen de los resultados obtenidos en cada uno de los SPPB y para las configuraciones descritas.

### 4.1. SISTEMA 1

*Aplicación de cargas horizontales perpendiculares al sistema de protección de borde*

#### · Requisito de flecha elástica

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos para los diferentes puntos del sistema ensayados:

	$F_{\max}$	$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta$
Punto 1	0.30 kN	4.24 mm	70.91 mm	66.67 mm
Punto 2	0.30 kN	1.26 mm	57.99 mm	56.73 mm
Punto 3	0.20 kN	4.98 mm	18.41 mm	13.43 mm
Punto 4	0.30 kN	3.12 mm	24.10 mm	20.98 mm

**Tabla 2: Resultado de desplazamientos para el Sistema 1.**

Parámetros utilizados para el requisito de deformación:

$\delta_1$ : Flecha inicial producida en el elemento tras la precarga inicial (flecha de referencia).

$\delta_2$ : Flecha máxima producida en el elemento durante la aplicación de la carga estática sin mayorar (estado límite de servicio).

$\delta$ : Deslizamiento característico del sistema ( $\delta_2 - \delta_1$ ).

$F_{\max}$ : Carga máxima a la que se somete el elemento.

Del comportamiento mecánico obtenido por parte del sistema de protección de borde sometido a ensayo, se puede destacar, que en referencia al requisito de flecha elástica (estado límite de servicio), no se alcanzan los requisitos establecidos en la normativa, ya que se supera el límite máximo establecido. El mayor nivel de flecha se obtiene cuando la carga se aplica en el centro de la barandilla principal (punto 1 del esquema).

#### · Requisito de resistencia

En la tabla 3 se resumen los resultados obtenidos:

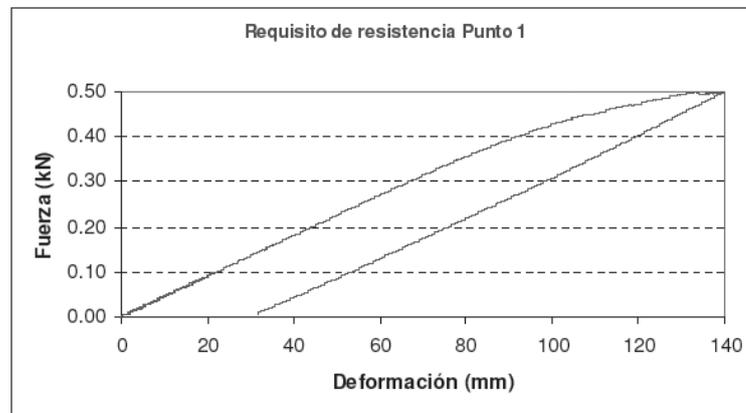
	$F_{\max}$	$R_u$	$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta_3$	$\delta_{\max}$
Punto 1	0.50 kN	0.57 kN	1.37 mm	139.61 mm	30.27 mm	138.24 mm
Punto 2	0.50 kN	-	3.71 mm	116.10 mm	17.67 mm	112.39 mm
Punto 3	0.35 kN	-	8.43 mm	38.61 mm	2.25 mm	30.18 mm
Punto 4	0.50 kN	1.082 kN	1.46 mm	30.07 mm	1.60 mm	28.62 mm

**Tabla 3: Resultado de resistencia para el Sistema 1.**

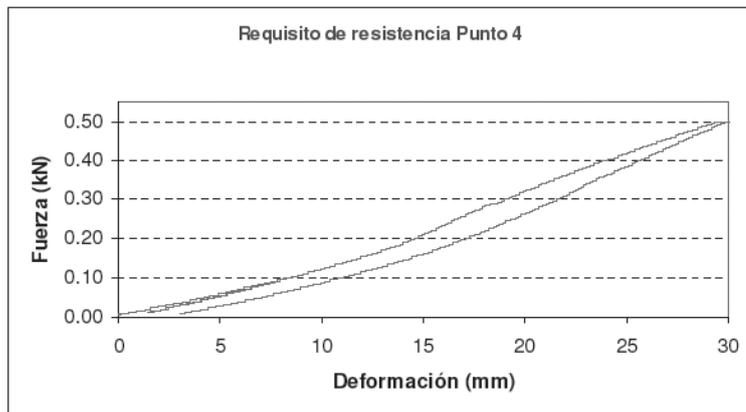
Parámetros utilizados en el requisito de resistencia:

- $F_{max}$ : Carga máxima aplicada para el ensayo de aceptación.  
 $\delta_1$ : Flecha residual tras la precarga inicial.  
 $\delta_2$ : Flecha instantánea en la aplicación de la carga máxima.  
 $\delta_3$ : Flecha residual tras la carga máxima aplicada.  
 $\delta_{max}$ : Flecha máxima (d2- d1).  
 $R_u$ : Resistencia última.

**Figura 6: Gráfica Fuerza/Desplazamiento correspondiente a la evaluación del requisito de resistencia aplicando la carga en el Punto 1 (punto central de la barandilla superior). Fuente: AIDICO.**



**Figura 7: Gráfica Fuerza/Desplazamiento correspondiente a la evaluación del requisito de resistencia aplicando la carga en el Punto 4 (punto superior del poste vertical). Fuente: AIDICO.**



**Figura 8: Gráfica Desplazamiento/Tiempo correspondiente a la evaluación del requisito de desplazamiento aplicando la carga en el Punto 3 (punto central del rodapié). Fuente: AIDICO.**



# Seguridad

106

b

i

a

En referencia a la respuesta mecánica del sistema, obtenida en las pruebas realizadas para comprobar los requisitos de resistencia (estado límite último), en todos los casos (para cada uno de los puntos del sistema evaluado) se alcanza la carga máxima de ensayo especificada sin que se aprecien deformaciones remanentes. Uno de los requisitos que establece la norma en este apartado es que al cesar la aplicación de la carga, la flecha residual del sistema no supere el 10% de la flecha máxima instantánea alcanzada, requisito que en este sistema no se cumple para las barandillas, tanto la principal como la intermedia. En cuanto a la resistencia última la barandilla principal no cumple lo establecido por la norma, es decir, no debe ser menor que 1,2 veces la carga de ensayo máxima.



**Figura 9: Ensayo de resistencia aplicando la carga sobre el centro del rodapié.**

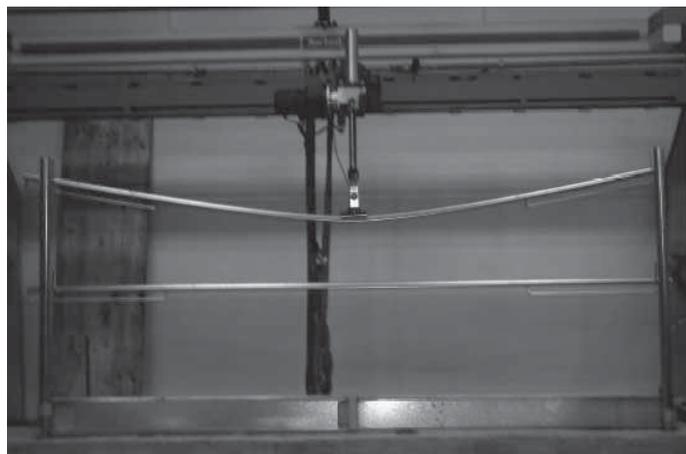


**Figura 10: Ensayo de resistencia última sobre el centro de la barandilla principal.**

## • Carga accidental

Se aplica una carga vertical hacia abajo de 1,25kN, en el centro de la barandilla principal. Por la curva obtenida (aunque no se pudo alcanzar la carga de 1,25kN) se observa que el elemento no es capaz de resistir esta carga ya que sólo se deforma, sin coger más carga.

**Figura 11: Ensayo de carga accidental aplicada en el centro de la barandilla principal.**



## 4.2. SISTEMA 2

Para este sistema la aplicación de las cargas se realizó sobre la barandilla principal y sobre el poste. El rodapié no se evaluó de nuevo ya que tanto el elemento en sí como el modo de sujeción era exactamente el mismo que para el sistema 1.

Se evaluó la carga accidental sobre dos puntos diferentes de la barandilla.

*Aplicación de cargas horizontales perpendiculares al sistema de protección de borde*

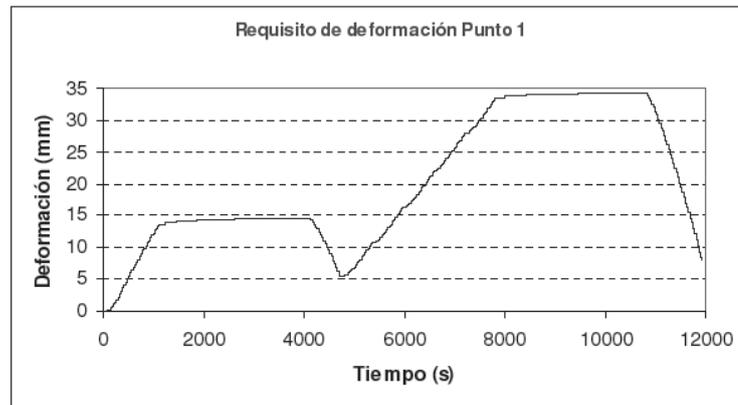
### • Requisito de flecha elástica

En la tabla 4 se muestran los resultados obtenidos para los diferentes puntos del sistema ensayados:

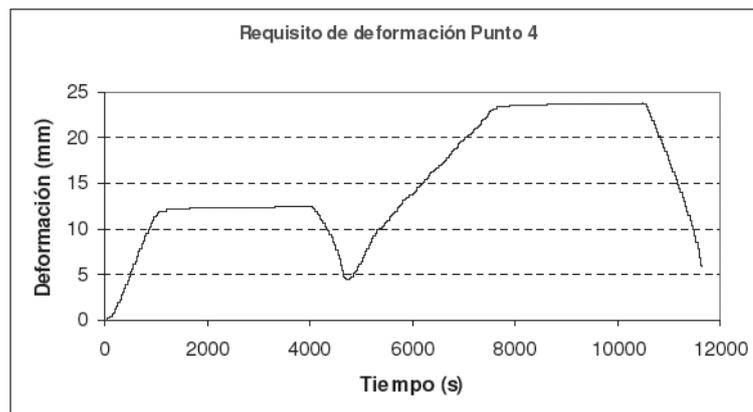
	$F_{\max}$	$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta$
Punto 1	0.30 kN	5.45 mm	34.31 mm	28.87 mm
Punto 4	0.30 kN	4.41 mm	23.89 mm	19.48 mm

**Tabla 4: Resultado de desplazamientos para el Sistema 2.**

**Figura 12: Gráfica Desplazamiento/Tiempo correspondiente a la evaluación del requisito de deformación aplicando la carga en el Punto 1 (punto central de la barandilla superior). Fuente: AIDICO.**



**Figura 13: Gráfica Desplazamiento/Tiempo correspondiente a la evaluación del requisito de deformación aplicando la carga en el Punto 4 (punto superior del poste vertical). Fuente: AIDICO.**



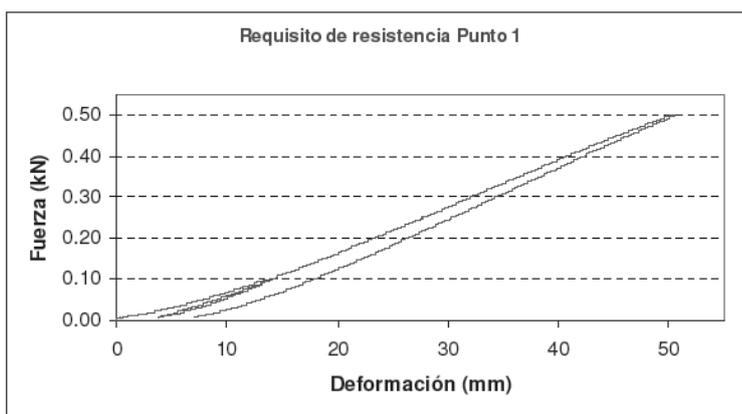
Del comportamiento mecánico obtenido por parte del sistema de protección de borde sometido a ensayo, se puede destacar, que en referencia al requisito de flecha elástica (estado límite de servicio), se alcanzan los requisitos establecidos en la normativa, ya que, no se supera el límite máximo de flecha elástica permitido. El mayor nivel de flecha se obtiene cuando la carga se aplica en el centro de la barandilla principal (punto 1 del esquema de la figura 5).

• **Requisito de resistencia**

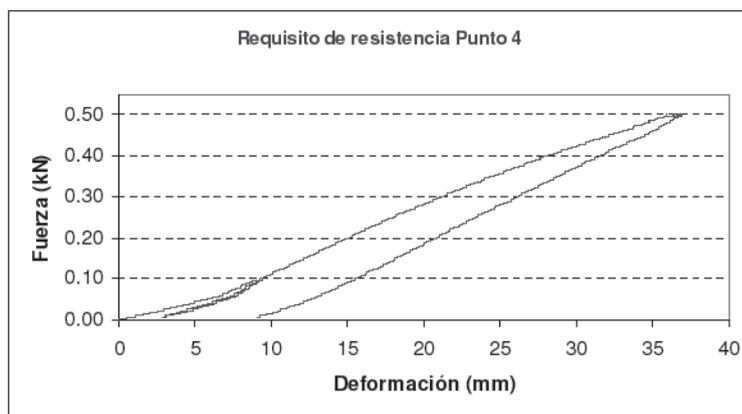
En la tabla 5 se resumen los resultados obtenidos:

	$F_{max}$	$R_U$	$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta_3$	$\delta_{max}$
Punto 1	0.50 kN	1.34 kN	3.80 mm	50.49 mm	3.17 mm	46.69 mm
Punto 4	0.50 kN	0.82 kN	2.85 mm	36.97 mm	6.25 mm	34.12 mm

**Tabla 5: Resultado de resistencia para el Sistema 2.**



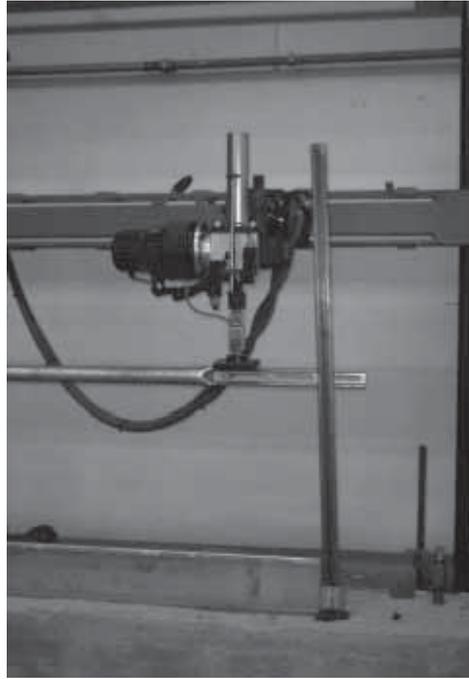
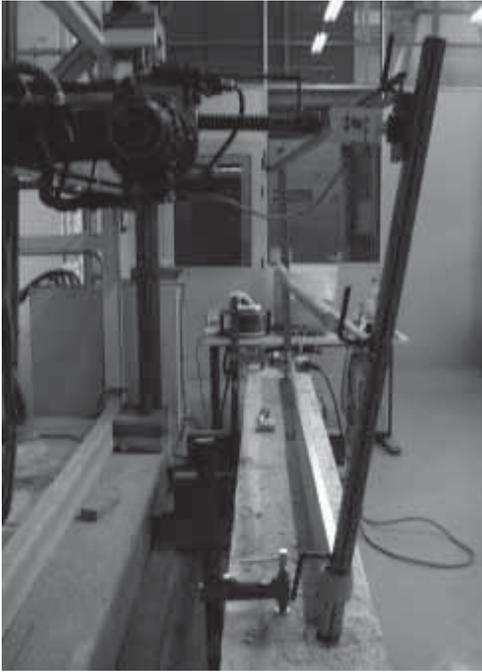
**Figura 14:** Gráfica Fuerza/Desplazamiento correspondiente a la evaluación del requisito de resistencia aplicando la carga en el Punto 1 (punto central de la barandilla superior). Fuente: AIDICO.



**Figura 15:** Gráfica Fuerza/Desplazamiento correspondiente a la evaluación del requisito de resistencia aplicando la carga en el Punto 4 (punto superior del poste vertical). Fuente: AIDICO.

En referencia a la respuesta mecánica del sistema, obtenida en las pruebas realizadas para comprobar los requisitos de resistencia (estado límite último), en todos los casos (para cada uno de los puntos del sistema evaluados) se alcanza la carga máxima de ensayo especificada sin que se apreciaran deformaciones permanentes de importancia. Uno de los requisitos

que establece la norma en este apartado es que al cesar la aplicación de la carga, la flecha residual del sistema no supere el 10% de la flecha máxima instantánea alcanzada, requisito que en este sistema no se cumple para el poste de sección cuadrada.



**Figura 16:** A la izquierda, ensayo de resistencia última, aplicando la carga sobre el poste.

**Figura 17:** Junto a estas líneas, carga accidental aplicada en el extremo de la barandilla.

#### • Carga accidental

Se aplica una carga vertical hacia abajo de 1,25kN, en el centro de la barandilla principal y sobre el troquelado del extremo de la barandilla. La barandilla resiste sin problemas esta carga accidental.

#### 4.3. SISTEMA 3

Para este sistema la aplicación de las cargas se realizó sobre la barandilla principal, la intermedia y sobre el poste. El rodapié no se evaluó de nuevo ya que tanto el elemento en sí como el modo de sujeción era exactamente el mismo que para el sistema 1.

Se evaluó la carga accidental sobre dos puntos diferentes de la barandilla.

*Aplicación de cargas horizontales perpendiculares al sistema de protección de borde*

#### • Requisito de flecha elástica

En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos para los diferentes puntos del sistema ensayados:

	$F_{\max}$	$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta$
Punto 1	0.30 kN	1.33 mm	22.99 mm	21.66 mm
Punto 2	0.30 kN	1.08 mm	15.64 mm	14.56 mm
Punto 4	0.30 kN	2.47 mm	17.44 mm	14.97 mm

**Tabla 6:** Resultado de desplazamientos para el Sistema 3.

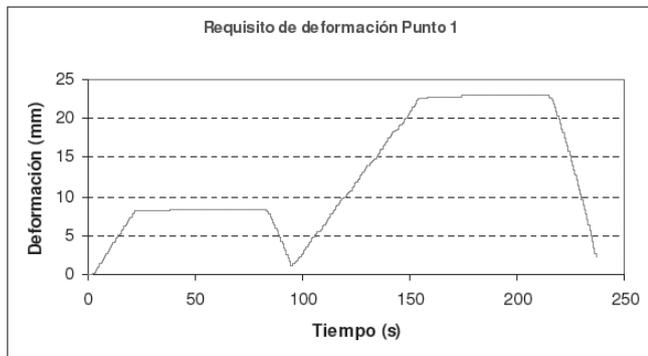


Figura 18: Gráfica Desplazamiento/Tiempo correspondiente a la evaluación del requisito de flecha aplicando la carga en el Punto 1 (punto central de la barandilla superior). Fuente: AIDICO.

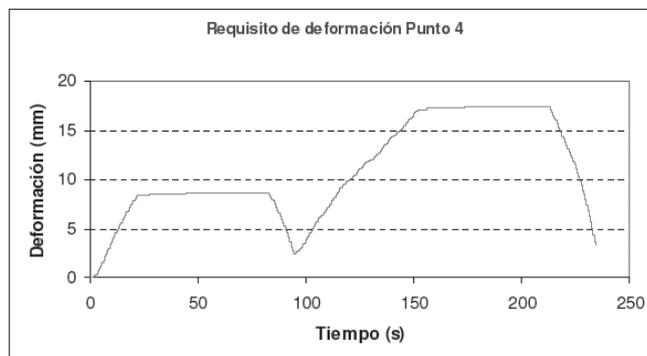


Figura 19: Gráfica Desplazamiento/Tiempo correspondiente a la evaluación del requisito de deformación aplicando la carga en el Punto 4 (punto superior del poste vertical). Fuente: AIDICO.

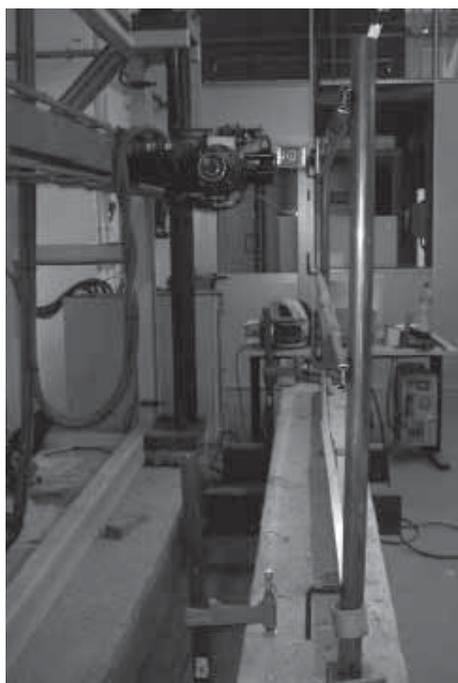


Figura 20: Ensayo de flecha, aplicando la carga sobre la barandilla principal.

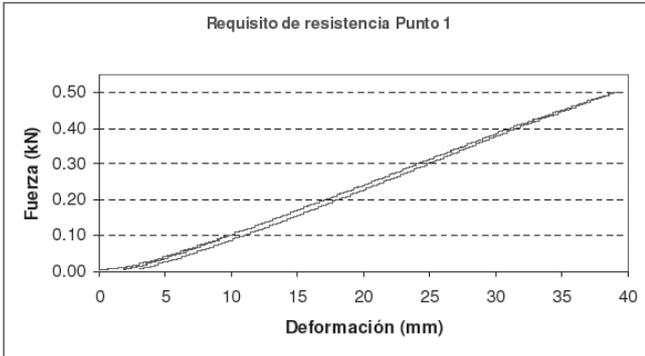
Del comportamiento mecánico obtenido por parte del sistema de protección de borde sometido a ensayo, se puede destacar, que en referencia al requisito de flecha elástica (estado límite de servicio), se alcanzan los requisitos establecidos en la normativa, ya que, no se supera el límite máximo de flecha elástica permitido. El mayor nivel de flecha se obtiene cuando la carga se aplica en el centro de la barandilla principal (punto 1 del esquema).

· Requisito de resistencia

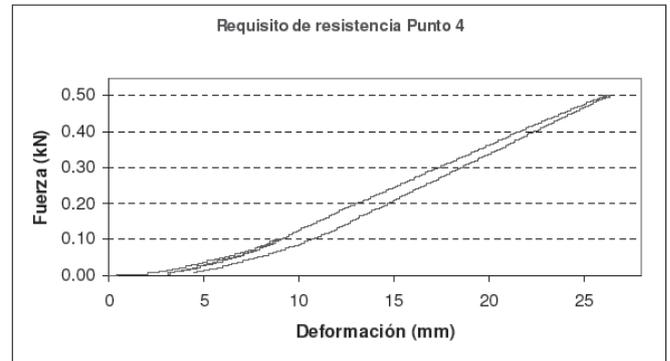
En la tabla 7 se resumen los resultados obtenidos:

	$F_{max}$	$R_U$	$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta_3$	$\delta_{max}$
Punto 1	0.50 kN	1.94 kN	1.83 mm	39.03 mm	1.20 mm	37.20 mm
Punto 2	0.50 kN	-	0.48 mm	24.10 mm	0.31 mm	23.62 mm
Punto 4	0.50 kN	1.41 kN	3.18 mm	26.33 mm	1.32 mm	23.15 mm

Tabla 7: Resultado de resistencia para el Sistema 3.

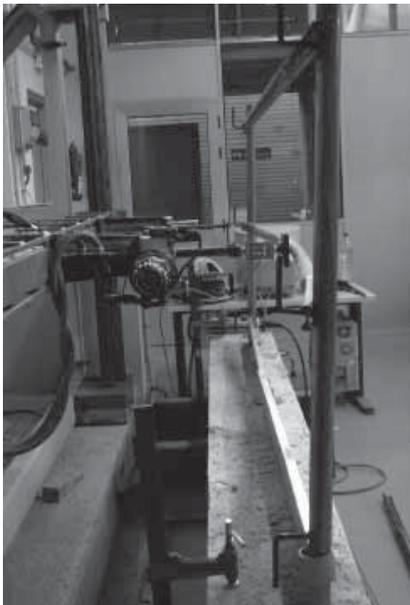


**Figura 21:** Gráfica Fuerza/Desplazamiento correspondiente a la evaluación del requisito de resistencia aplicando la carga en el Punto 1 (punto central de la barandilla superior). Fuente: AIDICO.

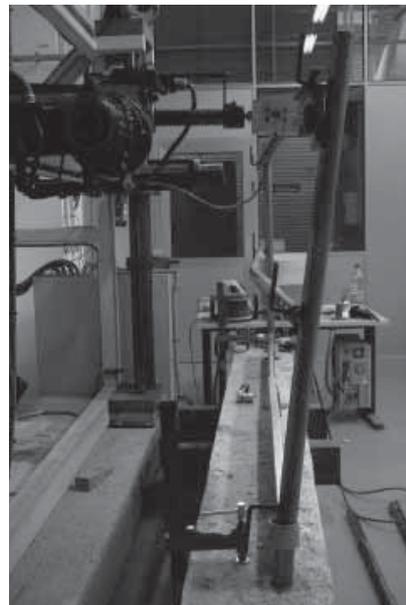


**Figura 22:** Gráfica Fuerza/Desplazamiento correspondiente a la evaluación del requisito de resistencia aplicando la carga en el Punto 4 (punto superior del poste vertical). Fuente: AIDICO.

En referencia a la respuesta mecánica del sistema, obtenida en las pruebas realizadas para comprobar los requisitos de resistencia (estado límite último), en todos los casos (para cada uno de los puntos del sistema evaluados) se alcanza la carga máxima de ensayo especificada sin que se aprecien desplazamientos permanentes de importancia. Uno de los requisitos que establece la norma en este apartado es que al cesar la aplicación de la carga, la flecha residual del sistema no supere el 10% de la flecha máxima instantánea alcanzada, requisito que en este sistema se cumple para todos y cada uno de los componentes.



**Figura 23. A la izquierda, ensayo de resistencia, aplicando la carga sobre la barandilla intermedia.**



**Figura 24. Junto a estas líneas, ensayo de resistencia, aplicando la carga sobre el poste.**

#### • Carga accidental

Se aplica una carga vertical hacia abajo de 1,25kN, en el centro de la barandilla principal y sobre el troquelado del extremo de la barandilla. La barandilla resiste sin problemas esta carga accidental.

## 5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

### 5.1. SISTEMA 1

#### · Requisito de flecha elástica

El sistema 1 no cumple el requisito de flecha elástica. Tal como se puede comprobar en la tabla 2, cuando se aplican fuerzas de 0,3 kN en los puntos centrales de las barandillas superior e intermedia, se obtienen movimientos superiores al límite establecido por la norma (70,91 mm y 57,99 mm frente a 55 mm).

El movimiento obtenido en el ensayo es el movimiento del sistema (poste más barandilla).

Centrando el estudio en la barandilla superior, el movimiento del poste cuando se aplica la carga sobre la barandilla se puede obtener en la figura 7, donde entrando con una carga de 0,15 kN, se obtiene un movimiento de aproximadamente 12 mm. De modo que la barandilla experimenta una flecha de  $70,91 - 12,00 = 58,91$  mm, superior a 55 mm. Esto quiere decir que incluso siendo el poste infinitamente rígido (supuesto imposible), la barandilla por sí sola experimenta un movimiento superior al máximo admitido para el sistema, luego no es válida.

Por otra parte, el poste experimenta un movimiento de 24,10 mm al aplicar la totalidad de la carga sobre él, lo que indica que con una barandilla lo suficientemente rígida, podría superar el ensayo de flecha. En concreto y para superar este ensayo, la barandilla podría desplazarse  $55 - 12,05 = 42,95$  mm.

El rodapié, con un movimiento de 18,41 mm, cumple el requisito de flecha elástica.

#### · Requisito de resistencia

En la figura 6, se muestra el diagrama fuerza-desplazamiento para una carga aplicada en el punto medio de la barandilla principal. El diagrama es lineal hasta aproximadamente una carga de 0,40 kN, a partir de ese momento se pierde la linealidad y los desplazamientos crecen más rápidamente que las fuerzas, perdiendo el sistema rigidez de forma paulatina, señal inequívoca de que parte del sistema se está plastificando.

Al alcanzar la máxima carga y descargar, la descarga se produce por una recta paralela a la de aplicación de las cargas y queda una flecha residual de aproximadamente 30 mm (30,07 mm).

La norma para la superación de este ensayo, exige el cumplimiento de 3 puntos:

- Resistencia de la carga máxima de ensayo.
- Flecha residual inferior al 10% de la instantánea.
- Carga última superior a 1,2 veces la máxima carga de ensayo.

En este caso el sistema resiste la máxima carga de ensayo pero no cumple los otros dos requisitos de la norma: la flecha residual es superior al 10% de la máxima instantánea y la resistencia última (0,57 kN) no es superior a 1,2 veces la máxima carga de ensayo (0,60 kN). Tabla 3.

En la gráfica carga-movimiento correspondiente al poste (figura 7) se puede apreciar un comportamiento anómalo según aumenta la carga, con un incremento de la rigidez del sistema. Esto está motivado por las deformaciones entre el cartucho de plástico embebido en la viga y el poste metálico. Cuando finalizan esas deformaciones (aproximadamente para 0,2 kN), el comportamiento corresponde a la rigidez del poste. Se alcanza la máxima carga de ensayo, produciéndose la descarga de forma similar a la carga, lo que significa que las deformaciones producidas en el cartucho de plástico se recuperan y que el comportamiento del poste es lineal.

En el caso del poste se supera el ensayo de resistencia.

En el caso del rodapié, la curva de carga muestra picos correspondientes a deslizamientos entre las dos partes del rodapié telescópico. Se alcanza la máxima carga de ensayo, y se descarga de forma lineal. En este caso se supera el ensayo de resistencia. Figura 8.

· **Ensayo para carga accidental.**

Este ensayo, no prescrito por la norma, también se ha realizado, el sistema no es capaz de resistir la carga de 1,25 kN.

· **Resumen.**

El rodapié cumple los ensayos prescritos por la norma.

El poste cumple el ensayo de resistencia, la barandilla no cumple resistencia y el sistema no cumple el ensayo de flecha. Cambiando la barandilla y manteniendo el poste, el sistema podría ser válido.

## 5.2. SISTEMA 2

· **Requisito de flecha elástica**

Al aumentar la rigidez de la barandilla, el sistema es capaz de cumplir el requisito de flecha elástica. En la tabla 4 se puede comprobar que la flecha del sistema al aplicar la carga en el centro de la barandilla superior es inferior al límite establecido por la norma (34,31 mm frente a 55 mm).

La flecha del poste se mantiene en valores similares a los del sistema 1.

· **Requisito de resistencia.**

Cuando se aplica la carga en el centro de la barandilla superior (figura 14), el comportamiento del sistema es lineal, no apreciándose prácticamente desplazamientos remanentes. Se cumplen los tres puntos indicados por la norma para el requisito de resistencia. Tabla 5.

Cuando la carga se aplica sobre el poste, a partir de aproximadamente 0,32 kN (figura 15), se pierde la linealidad y aunque el poste es capaz de resistir la carga máxima de ensayo sin rotura y la carga última es superior al valor especificado, la flecha remanente supera al 10% de la instantánea y, por tanto, el sistema debe considerarse como no válido. Tabla 5.

· **Ensayo para carga accidental**

El sistema resiste la carga accidental.

· **Resumen**

El sistema supera el ensayo de flecha pero no supera el de resistencia al experimentar el poste una flecha residual superior al 10% de la instantánea.

## 5.3. SISTEMA 3

· **Requisito de flecha elástica**

El sistema cumple el requisito de flecha elástica. La máxima flecha del sistema (22,99 mm) se obtiene al aplicar la carga en el centro de la barandilla principal y es inferior al límite de la norma (55 mm). Tabla 6.

El aumento de la rigidez de las secciones de barandilla y poste han dado como resultado movimientos significativamente menores en el sistema.

En la tabla 8 se muestra el movimiento del sistema en los 3 casos estudiados para la carga de 0,30 kN en el centro de la barandilla principal, separando el movimiento correspondiente al poste y a la barandilla.

# Seguridad

114

b

i

a

	SISTEMA 1	SISTEMA 2	SISTEMA 3
POSTE	○ 40 / 1,5 12,05	□ 35 / 1,5 11,94	○ 40 / 2,0 8,72
BARANDILLA	○ 25 / 1,5 58,86	○ 40 / 1,5 22,37	○ 40 / 2,0 14,27
SISTEMA	70,91	34,31	22,99

**Tabla 8: Resultados de desplazamiento para los tres sistemas ensayados.**

Puede comprobarse como, para el requisito de flecha elástica, el poste no es determinante y las 3 soluciones anteriores dan valores de flecha para el poste muy similares.

Sin embargo, la diferencia en la flecha de las barandillas es importante. El paso del tubo 40/1,5 al tubo 40/2 supone una disminución significativa de la flecha de la barandilla y la barandilla de 25/1,5, por si sola, tiene una flecha superior a la permitida para el sistema.

• **Requisito de resistencia**

En la figura 21 se muestra la gráfica fuerza-movimiento para la barandilla principal cuando se aplica la carga en su punto medio. En este caso el comportamiento del sistema es lineal, superándose los requisitos de la norma.

En la figura 22 se muestra el comportamiento del poste, de nuevo es lineal y se vuelven a superar los requisitos de la norma.

• **Ensayo para carga accidental**

El sistema supera la carga accidental.

• **Resumen**

El sistema supera los requisitos de flecha y resistencia establecidos por la norma.

## 6 CONCLUSIONES

A partir de los resultados anteriores, se pueden anotar las siguientes conclusiones:

1. La barandilla formada por tubo 25/1,5 no es capaz de superar los requisitos de la norma experimentalmente.
2. El poste 40/1,5 es capaz de superar los requisitos de la norma.
3. La barandilla 40/1,5 supera los requisitos de resistencia cuando se evalúa experimentalmente.
4. El poste de tubo cuadrado 35/1,5 no es capaz de superar el ensayo de resistencia de la norma.
5. De los tres sistemas ensayados, el único que es capaz de superar los requisitos de la norma cuando se evalúa experimentalmente es el sistema 3 formado por tubo 40/2. □