

LAS ILUSTRACIONES DE ESTE ARTICULO SON FOTOGRAFIAS DE LA OBRA DEL BANCO DE ESPAÑA EN GERONA SALVO LAS TRES ULTIMAS QUE CORRESPONDEN AL CONJUNTO DEL CONVENT DELS ANGELS. SON AUTORES DE AMBAS LLUIS CLOTTET E IGNACIO PARICIO.



1.

La adscripción de la función portante a unos elementos constructivos diferenciados de los que configuran el espacio arquitectónico parece ser la característica más radical de la composición en los edificios contemporáneos. El orden de esos elementos estructurales tiene leyes propias que plantean tensiones frente al orden espacial cuando se desea que los primeros formen parte de la composición del edificio.

Son los elementos lineales que forman las estructuras porticadas y los forjados comunes los que implican el carácter asimétrico de su planta. Estas estructuras crecen de manera muy diferente en las dos direcciones de la planta. En una los pórticos se repiten yuxtaponiéndose. En la otra los pórticos cambian de dimensión, crecen. Y es esa anisotropía en planta la que entra en conflicto con la calidad isótropa del espacio arquitectónico que configuran los cerramientos. La síntesis del conflicto entre unas estructuras porticadas, cuyo crecimiento en las dos direcciones de la planta se hace según leyes tan diferentes, y un espacio que en su expresión más perfecta se plantea como indefinido y homogéneo en esas dos direcciones, ha reproducido en la arquitectura a partir del Movimiento Moderno los problemas técnicos del templo clásico¹.

Los largos esfuerzos de Mies por conciliar la estructura metálica porticada con la composición simétrica de sus plantas² y las contradicciones que las demasiado evidentes jácenas de hormigón introducían en las primeras obras de Le Corbusier son los

mejores ejemplos de estas dificultades³.

La solución más cómoda y convencional es la ocultación de los elementos estructurales tras tabiques y cielos rasos, solventando las contradicciones formales por la eliminación de uno de los términos.

Cuando por alguna razón, la durabilidad en nuestro caso, se adopta la albañilería portante como sistema estructural, se regresa a un proceso de proyecto complejo pero gratificante. Las exigencias tectónicas enmarcan las posibilidades proyectuales por una parte y sugieren consistentes formas arquitectónicas por otra. Ambos extremos tienen componentes beneficiosas.

Cajas y contrafuertes

La estabilidad es uno de los más importantes condicionantes de este tipo estructural. La albañilería consigue su estabilidad trabando entre sí muros de direcciones perpendiculares para conseguir formas en planta que tengan la mayor inercia posible frente a las acciones horizontales. Alberti hace ya cuatrocientos años pedía al proyectista que dispusiese en las plantas de sus muros el mayor número posible de quiebras para favorecer su equilibrio (Fig. 2).

Donde los espacios interiores tienen dimensiones tales que los paramentos de muro que los limitan son proporcionados al espesor de los mismos, la solución más razonable será formar

1. Vista general de la obra.

2. Sucesión de muros en espera.

3. Vista general.

4. Contrafuertes de la sala de operaciones.

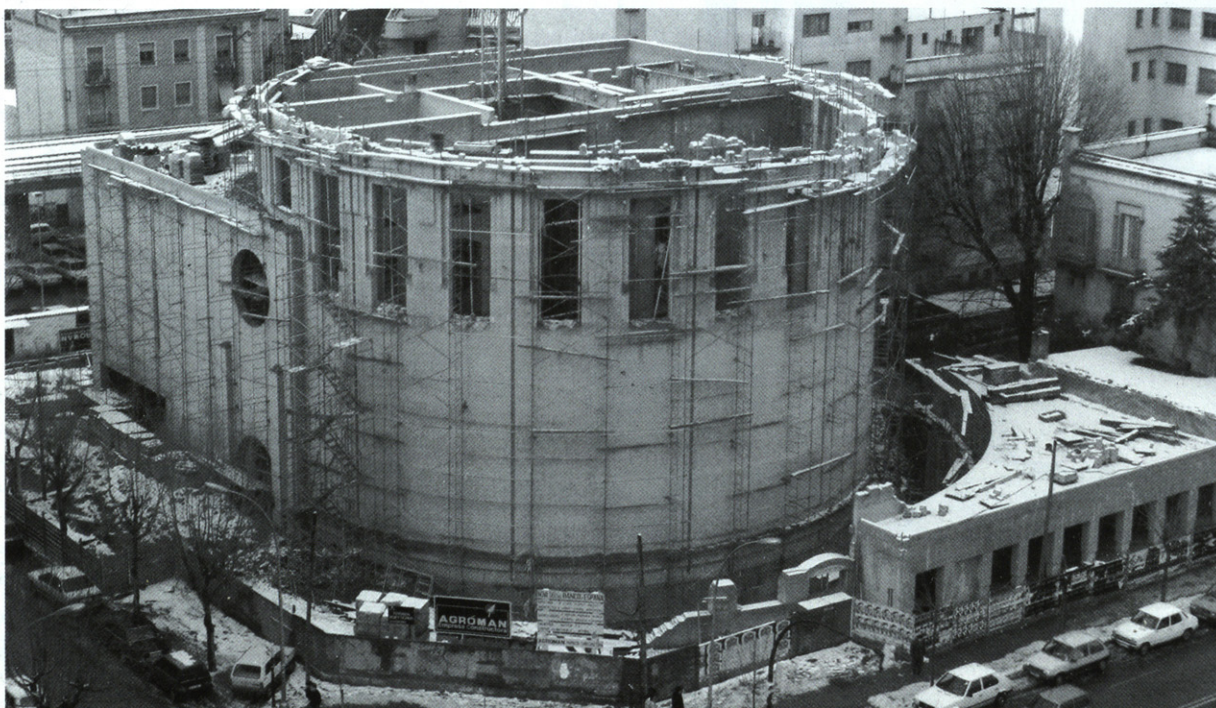


2.



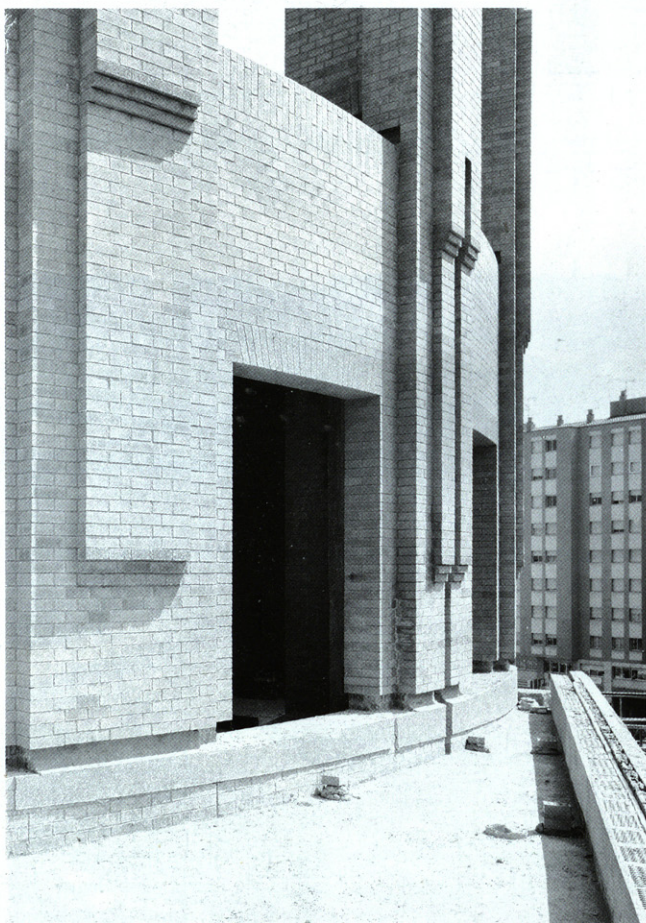
4.

3. foto J.M. Esteban





5.



6.

5. Acarreo y forjado.

6. Arco plano.

7. Exterior de cortafuertes.



con ellos cajas cerradas. Las perspectivas cambiantes a través de los huecos que se abren en los muros que forman cajas de tamaños diversos, se convierten en una de las características de esta arquitectura (Fig. 3).

Cuando los espacios sean de gran tamaño en planta y en altura libre la caja resulta demasiado grande, la distancia entre muros perpendiculares se hace excesiva y para garantizar la estabilidad del esbelto muro se hace necesaria la adición de contrafuertes que aumenten la inercia (Fig. 4).

Acarreos y pilastras

La superficie de la planta de los elementos verticales no siempre es la idónea para resistir las cargas que le llegan. Cuando todos los muros que convergen en un encuentro se perforan por necesidades funcionales o compositivas, es posible que el pilar que se forma sea insuficiente y será necesario apilarlo aumentando su planta (Fig. 5).

Si por cualquier exigencia de diseño, por ejemplo el releje o escarpado de un muro para formar una banqueta que dé apoyo en cada piso a un forjado, se llega a un muro innecesariamente grueso, este puede vaciarse con arcos y pilastras que forman nichos en los que el muro se hace más delgado. El orden de esos vaciados y pilastras puede ser la pauta de la organización del espacio interior (Fig. 11).

Para conseguir la estabilidad de los elementos esbeltos e insuficientemente arriostrados por su testa será necesario también aumentar la inercia de su sección aunque sea recurriendo a vuelos sobre los muros inferiores (Fig. 7).

Huecos y macizos

La carencia principal que sufre la albañilería desde el punto de vista mecánico es su escasa capacidad para soportar tracciones y por lo tanto, la imposibilidad de conformar con ella piezas que soporten ciertas flexiones. Como consecuencia de ello la apertura de huecos en sus muros tiene que hacerse recurriendo a dinteles formados por materiales capaces de resistir la flexión o al arco como ingenio geométrico que permite salvar luces gracias simplemente a la transmisión de compresiones centradas entre piezas adoveladas.

Esta segunda parece ser una solución más natural a la fábrica de albañilería. El arco rebajado parece el más idóneo para obras civiles pues se acerca a las formas adinteladas, no exige grandes alturas a los techos y disminuye la diferencia de anchuras de la llaga entre dovelas (escopeta) (Fig. 15).

Un óculo es una perforación perfecta de un lienzo estructural. Las cargas se desvían a los lados del hueco para recogerse inmediatamente bajo él. La situación mecánica de la sección inferior del muro es idéntica a la de la superior, sin que las jambas se conviertan en transmisoras de cargas concentradas a los lados de un alféizar descargado. La naturalidad con que, desde un punto de vista compositivo, cualquier muro acepta una perforación circular no puede ser ajena a esta cualidad de perfecta indiferencia mecánica de este tipo de huecos (Fig. 14).

La contundencia formal de los huecos cubiertos por arcos pueden explicar algunos procesos de evolución particulares y colectivos desde el arco hacia el arco plano o el hueco adintelado (Fig. 6).

Apeos y yuxtaposiciones

Para mejorar su comportamiento la albañilería puede recurrir a ciertas inserciones. La inserción más simple e inteligente es la adición de armaduras en los tendeles que dan capacidad tensil a la albañilería de manera capilar pero de ésta no hablaremos puesto que no tiene consecuencias formales.

La carencia más importante de la albañilería frente a la normativa contemporánea es la falta de capacidad de sus tendeles de soportar esfuerzo cortante para transmitir acciones horizontales como el viento y sobre todo el sismo. Por ello la inserción más frecuente es la de estructuras verticales que asuman las acciones horizontales a nivel de cada techo y las trasladen hasta el terreno. Por su exigencia de orden y simetría para no provocar torsiones y por la comodidad de su uso como cajas de las comunicaciones verticales suelen tener un papel importante en la composición de la planta del edificio. Parece útil emplearlas también en la composición del espacio interior como contrapunto a la textura y carácter de la albañilería. En el *Banco de España, de Gerona*, se trata de unas cajas de hormigón situadas sobre la entrada principal y en la escalera que se enfrenta a esta y se revestirán de mármol como objetos lujosos insertos en la obra pintada.

Cuando la concentración de cargas en algunos puntos de la fábrica sea realmente elevada y convenga una imagen de fluidez espacial opuesta a la de cajas cerradas que es natural a la fábrica, es lógico recurrir a los apeos de la obra con pilares de acero o de hormigón. La reducción a sus mínimos de las dimensiones de esos apeos que aprovechan su mayor capacidad de soportar compresiones y pandeos bajo la pesada imagen de la fábrica es uno de los contrastes más eficaces que brinda este tipo constructivo (Figs. 8 y 9).

Cuando el programa de un edificio exige una transparencia interior y una capacidad portante que excede las posibilidades del ladrillo puede recurrirse a una estructura porticada interna envuelta por una fachada autoportante de albañilería. La imagen y la durabilidad de la fábrica se añan a la eficacia de la estructura de hormigón. La superposición de ambos órdenes, si la estructura es bidireccional en planta, no provoca grandes conflictos sino eficaces superposiciones. Este es el caso del ala de nueva planta anexa al *Convent dels Angels* proyectada para ser archivo de los museos de Cataluña con una poderosa estructura de hormigón de tres plantas de altura envuelta por una fachada-edificio de ladrillo de cuatro plantas (Fig. 13).

La yuxtaposición de cajas de albañilería de diversos tamaños, estructuras de hormigón, un muro medieval vecino y el dibujo autónomo de unos aplacados pétreos de la fachada, forman el amplísimo abanico de recursos que se ha utilizado en la obra del *Convent dels Angels* (Figs. 10 y 12).

Estas notas intentaban acercar al lector a las limitaciones y sugerencias que surgen cuando se proyecta con fábrica de albañilería mostrando un entorno en el que las relaciones entre construcción y composición son especialmente estrechas y fértiles. No podrá ser esta la razón para escoger este tipo de constructivo como solución técnica en cualquier caso, pero sí es una gratificación que se añade cuando se utiliza en edificios de carácter monumental donde la durabilidad y una cierta intemporalidad de su imagen lo hacen especialmente adecuado.



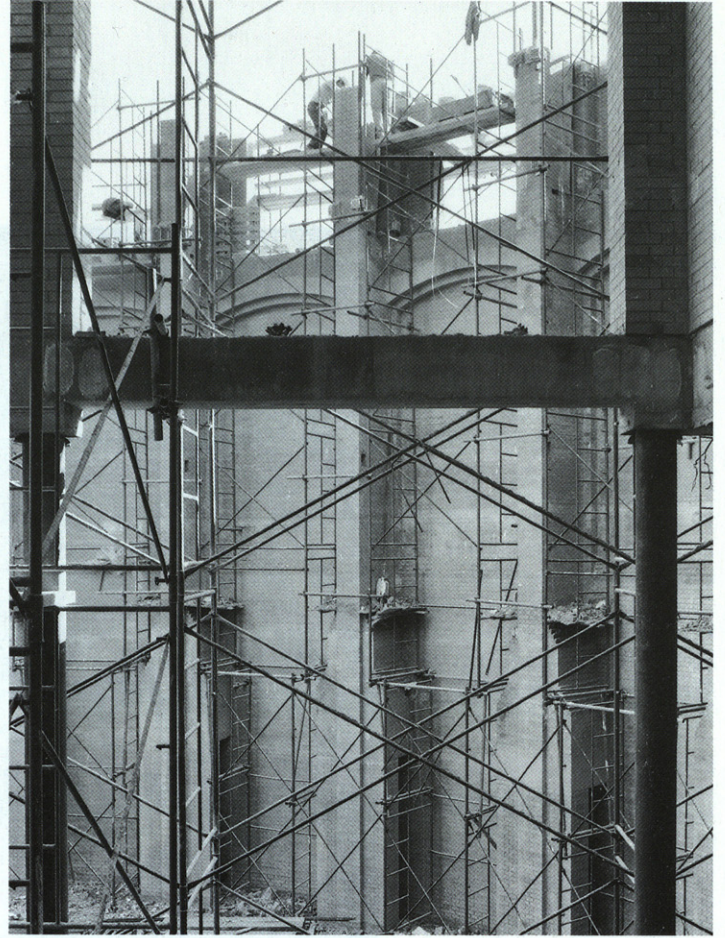
8. Apeos en obra.



9. Apeos.



10.



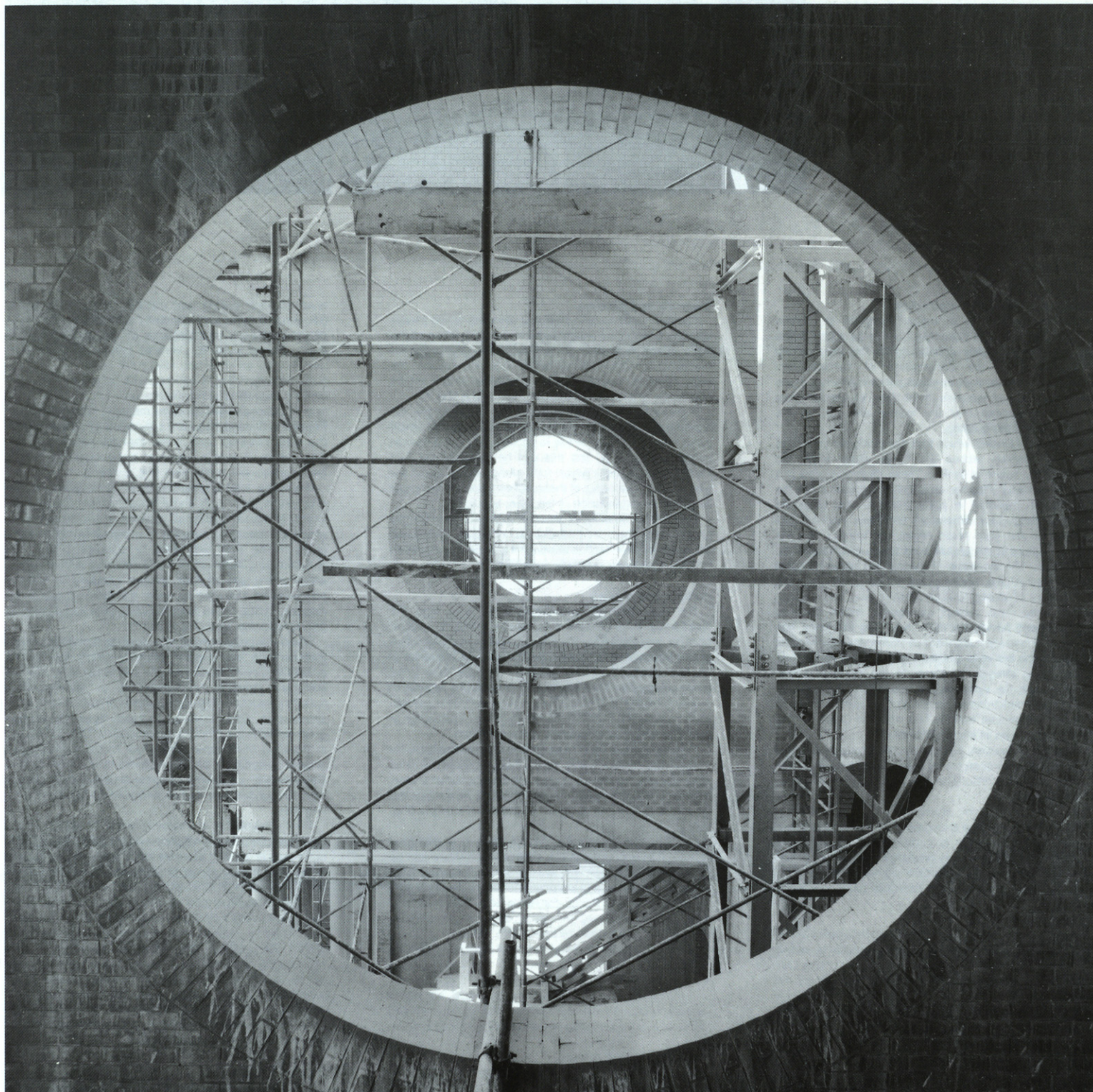
11.



12.



13.

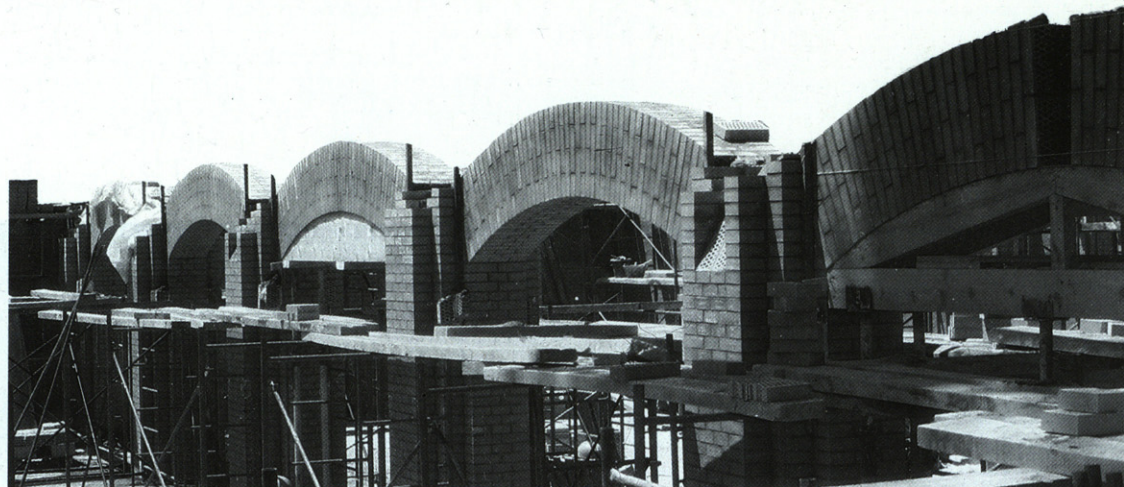


14

Notas

1. Ver un análisis inusual sobre los problemas profesionales del templo griego en *Ancient Greek Architects Citywork*. JJ Coulton. Cornell University Press. Ithaca. NY. 1977.
2. Este tema está desarrollado en el artículo de I. Paricio *Tres observaciones inconcernientes sobre la obra americana de Mies Van der Rohe*. Revista A&V.
3. Las consideraciones sobre este tema de Colin Rowe están expresadas en *Manierismo y Arquitectura moderna*. Gustavo Gili. Barcelona 1976.

10. Interior Convent des Angels.
11. Arcos y pilastras.
12. Interior Convent des Angels.
13. Medianera Convent des Angels.
14. Oculos centrados.



15. Arcos en obra.

The form of masonry construction

The assignment of a support function to certain constructive elements differentia from those which shape the architectural space appears to be the most radical characteristic of the composition of contemporary buildings. The order of these structural elements has its own laws which cause tensions in the face of spacial order when it is desired that the former are part of the composition of the building.

The linear elements which form the porticoed structures and the common arches are those which imply the asymmetrical nature of its floor. These structures grow in a very different way in the two directions of the floor. In one the porticos are repeated in juxtaposition. In the other the porticos change their dimensions and grow. And it is this anisotropy in the floor which enters into conflict with the isotropic nature of the architectural space which forms the enclosures. The synthesis of the conflict between some porticoed structures, whose growth in both directions of the floor occurs according to such different laws, and a space which in its most perfect expression shows itself as undefined and homogeneous in those two directions, has reproduced in modern architecture starting from the Modern Movement the technical problems of the classical temple¹.

Mies' long struggle to reconcile the metal porticoed structure with the symmetrical construction of his floors² and the contradictions which the all too obvious concrete summers introduced into the first works of Corbusier are the best examples of these difficulties³.

The most convenient and conventional solution is that of hiding the structural elements behind partitions and open ceilings, resolving difficulties of form by the elimination of one of the terms.

When for any reason, durability in our case, support masonry is adopted as a structural system, one reverts to a project procedure which is complex but gratifying. The tectonic demands frame the projectual possibilities on the one hand and suggest consistent architectural forms on the other. Both extremes have beneficial components.

Wells and buttresses

Stability is one of the most important conditioners of this structural type. The masonry achieves its stability by joining up walls in perpendicular directions so as to achieve floor shapes which have the greatest possible inertia against the horizontal actions. Four hundred years ago Alberti was already asking the designer to make available in the floors of his walls the greatest possible number of crevices to help its equilibrium (Fig. 2).

Where the interior spaces have such dimensions that parameters of the wall bordering them are proportional to the thickness of the same, the most reasonable solution would be to form closed wells with them. The changing perspectives through the gaps which open up in the walls which form wells of different sizes, are converted into one of the characteristics of this architecture (Fig. 3).

When the spaces are large in floor space and the well turns out to be too large in free height, the distance between perpendicular walls becomes excessive and in order to guarantee the stability of the thin wall the addition of buttresses which increase the inertia becomes necessary (Fig. 4).

Supports and pilasters

The floor surface of the vertical elements is not always ideal for bearing the weights which rest on it. When all the walls which converge on one spot are perforated for functional or compositional needs, it is possible that the pillar which is formed may be insufficient and it will be necessary to pilaster it increasing its surface (Fig. 5).

If through any design requirement, for example the tapering or steepening of a wall to form a banquette which gives support in each storey to an arch, the wall becomes unnecessarily thick, and this can be hollowed out with arches and pilasters which form niches which make the wall thinner. The order of these hollows and pilasters can be guide for organization of the inner space (Fig. 11).

To achieve stability of slender elements insufficiently shored up by the front it will also be necessary to increase the inertia of their section although it is necessary to resort to flying buttresses on lower walls (Fig. 7).

Hollows and masses

The main deficiency suffered by masonry from the mechanical point of view is its small capacity to support traction, and therefore, the impossibility of shaping with it pieces which support certain flexing. As a consequence of this the apertures of the hollows in its walls have to be made by resorting to lintels formed of materials capable of resisting flexing or to the arch as a geometric device which allows saving the span thanks simply to the transmission of compressions centred among voussoir pieces.

This second solution appears to be more natural for masonry stonework. The lowered arch seems the most ideal for civil works as it approaches the lintel shape, does not require great ceiling height and minimises the differences in width of the joints between wedges (Fig. 15).

An eye-hole is an ideal perforation in a structural façade. Loads deviate to the sides of the hole to join up again immediately below it. The mechanical situation of the lower section of the wall is identical to that of the upper part, without the jambs being converted into transmitters of concentrated loads at the sides of a non-loadbearing embrasure. The naturalness with which, from a compositional point of view, any wall accepts a circular perforation cannot be far from this quality of perfect mechanical indifference in this type of hole (Fig. 14).

Some special and collective evolutionary processes from the arch to the flat arch or the lintel gap can explain the blunt form of the gaps surmounted by arches (Fig. 6).

Props and juxtapositions

To improve its behaviour the masonry can resort to certain inserts. The most simple and intelligent insert is the addition of armatures in the mortar layers which give tensile capacity to the masonry in a capillary manner but we shall not discuss this since it does not have consequences in the form.

The most important deficiency in the masonry regarding contemporary standards is the lack of capacity in its armatures to support cutting force in order to transmit horizontal actions such as the wind and above all earth tremors. For this the most frequent insert is that of structures which assume the horizontal actions at the

level of each ceiling and transfer them to the earth. Because of order and symmetry demands so as not to provoke torsions and because of the convenience of their use as wells for vertical communications they usually play an important role in the composition of the floor of the building. It seems practical to use them also in the composition of the interior space as a counterpoint to the texture and nature of the masonry. In the Banco de España in Girona these are concrete wells situated over the main entrance and in the stairway facing this and they will be covered in marble as luxury insert features in the painted view of the work (Fig. 8 and 9).

When the load concentration at some points of the masonry is really high and it would be fitting to have an image of spatial fluidity as opposed to the closed wells which are natural to masonry, it is logical to resort to the props in the work with steel or concrete pillars. The reduction to a minimum of the dimensions of these props which make use of their greater capacity to support compression and warping under the heavy image of the masonry is one of the most effective contrasts offered by this construction type (Fig. 8 and 9).

When the programming of a building demands interior transparence and support capacity which exceed the possibilities of the brickwork one can resort to an internal porticoed structure surrounded by a self-supporting masonry structure. The superposition of both orders, if the structure is bidirectional as to floors, does not provoke great conflicts but efficient superposition. This is the case in the wing of the new annex floor to the *Convent dels Angels* designed to be the archives of the museums of Cataluña with a powerful concrete structure three storeys high surrounded by a four-storied building-façade of brick (Fig. 13).

The juxtaposition of masonry wells of various sizes, concrete structures, a neighbouring medieval wall and the autonomous drawing of some stone bricks on the façade make up the wide range of resources which have been used in the work at *Convent dels Angels* (Fig. 10 and 12).

These notes have tried to bring to the reader the type of suggestions and limitations which arise when designing with masonry construction showing an environment in which the relationships between construction and composition are particularly narrow and fertile. This could not be the reason for choosing this type of construction as a technical solution in any case, but it is an additional gratification when it is used in building of a monumental nature where durability and a certain timelessness of image make it specially appropriate.

Notes

1. See an unusual analysis on the professional problems of the Greek temple in *Ancient Greek Architects at Work*. J.J. Coulton. Cornell University Press. Ithaca, New York. 1977.

2. This subject is developed in the article *Tres observaciones inconvenientes sobre la obra americana de Mies van der Rohe* I. Paricio published by the magazine A&V.

3. Colin Rowe's considerations on this subject are set out in *Mannerism and Modern Architecture*. Gustavo Gili. Barcelona 1978.

