

# CUADERNOS INTEMAC

**Estabilidad estática de los cerramientos de fachadas de fábrica**

**Static stability of external masonry walls**

---

**José M.<sup>a</sup> Luzón Cánovas**  
Arquitecto



**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

**N.º 8**

**4.º TRIMESTRE '92**

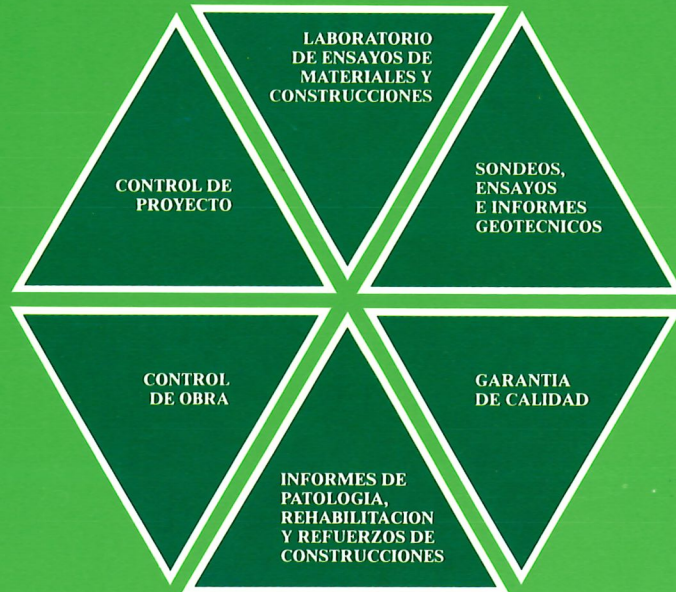




# INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

OBRAS PUBLICAS  
EDIFICACION  
INSTALACIONES



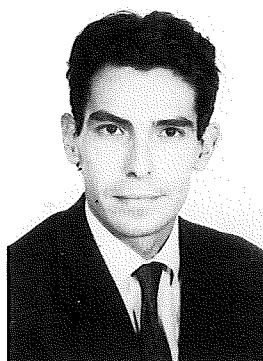
**INTEMAC**  
AUDIT



AUDITORIA TECNICO-ECONOMICA  
DE CONSTRUCCIONES

---

**ESTABILIDAD ESTÁTICA DE LOS CERRAMIENTOS DE FACHADAS DE FABRICA**  
**STATIC STABILITY OF EXTERNAL MASONRY WALLS**



José María Luzón Cánovas  
Arquitecto  
Jefe de la Sección  
de Albañilería y Acabados  
de Intemac

José María Luzón Cánovas  
Architect  
Chief of the Section of  
Masonry and Finishing  
of Intemac

Copyright © 1992, INTEMAC

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida o distribuida de ninguna manera ni por ningún medio, ni almacenada en base de datos o sistema de recuperación, sin el previo permiso escrito del editor.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

ISBN 84-87892-09-4

Depósito legal: M-38.062-1992  
Torreángulo Arte Gráfico, S. A. - Batalla de Belchite, 19

## INDEX

- 1 INTRODUCTION
- 2 EXTERNAL WALL SUPPORTED BY THE HORIZONTAL MEMBERS
  - 2.1 External leaf supported by the structure of the building
  - 2.2 External leaf running in front of the structure
- 3 CONSEQUENCES OF THE INCOMPATIBILITY BETWEEN THE DEFORMATION OF REINFORCED CONCRETE BEAMS AND EXTERNAL MASONRY WALLS
- 4 VERTICAL JOINTS
- 5 RESISTANCE TO HORIZONTAL FORCES
  - 5.1 General characteristics
  - 5.2 The cavity wall
- 6 BIBLIOGRAPHY

## INDICE

- 1 INTRODUCCION
- 2 APOYO DEL CERRAMIENTO EN EL ELEMENTO HORIZONTAL
  - 2.1 Hoja exterior con apoyo en la estructura del edificio
  - 2.2 Hoja exterior corrida por delante de la estructura del edificio
- 3 CONSECUENCIAS DE LA INCOMPATIBILIDAD DE LAS DEFORMACIONES DE LAS VIGAS DE HORMIGON ARMADO CON LAS FABRICAS DE CERRAMIENTO
- 4 JUNTAS VERTICALES
- 5 RESISTENCIA FRENTE A EMPUJES HORIZONTALES
  - 5.1 Características generales
  - 5.2 El muro doble
- 6 BIBLIOGRAFIA

## 1 INTRODUCTION

There has been a great variation in the types of external walling employed in buildings throughout history with regards to both shape and execution.

Masonry, and brick in particular, have undoubtedly played a most prominent role among the materials employed in facing walls.

Masonry was traditionally used in bulk in order to provide great thicknesses of wall which would satisfy all functional requirements, such as watertightness, strength, insulation etc.

Nowadays, masonry continues to be approved by many professionals and technicians in the building industry, though changes in construction practice (for reasons of comfort, economy and style...) have led to significant changes in its usage.

The most important changes in relation to the subject in hand, that of the static stability of external masonry walls, are as follows:

- The habitual function of strength has been passed on to concrete and steel, and masonry essentially serves as a facing.
- The change in the concept of external walls, from that of a single leaf to a multiple leaf system, where the different functional requirements are confined to different elements.
- A greater reduction in the thickness of masonry walls.
- The use of more masonry structures which are increasingly more slender.

Here, we will make a general analysis of the problems of external masonry walls with regards to their static stability, as a result of their present usage.

We would also like to indicate that the particular object of the present work is to raise a number of questions with regards to the subject in hand, which in our opinion requires a detailed study at a design level, as well as to provide a number of basic criteria which may serve as a general solution to the problem.

## 2 EXTERNAL WALL SUPPORTED BY THE HORIZONTAL MEMBERS

Insufficient support by the horizontal members is one of the reasons for a lack of static stability in the external walls.

This problem generally affects those buildings where the external masonry wall is to be exposed.

There are two basic methods of designing and constructing exposed external masonry walls:

1. Where the outer leaf is directly supported by the horizontal structure (beam, floor, slab, etc).
2. Where the outer leaf is directly in front of the structure of the building.

There follows an analysis of the two cases:

### 2.1 External leaf supported on the structure of the building

In this case the external leaf of the facing wall is supported by all the floor slabs. It is generally placed over a concrete beam, the edge of which being lined with a plate facing or more commonly by the same material employed for the rest of the masonry.

In our estimation, the support for the external leaf of the masonry wall should be at least two thirds of its thickness, in order to guarantee the static stability of the wall with regards to the support, against both horizontal forces (mainly by wind) and the effects of an adequate vertical load transfer of the dead weight of the structure. [See reference (1) under the bibliographical section].

Figure 1 shows a typical layout of this type of support (No complementary insulation has been shown for reasons of clarity).

## 1 INTRODUCCION

Los tipos de cerramiento exterior de fachada, utilizados en un edificio a lo largo de la historia, han ido evidentemente variando tanto en su configuración como en su ejecución.

De entre todos los materiales, los de fábrica, y en especial el ladrillo, han jugado, sin duda, un papel preponderante.

Tradicionalmente ha sido empleada, fundamentalmente, de forma masiva, logrando satisfacer mediante grandes espesores todas las exigencias funcionales requeridas, como las de estanquidad al agua, capacidad resistente, aislamiento, etc.

Hoy día, aunque el empleo de materiales de fábrica sigue siendo del agrado de muchos de los técnicos y profesionales de la construcción, los cambios producidos en la edificación (por condiciones de confort, motivos económicos, modas,...) han motivado que existan diferencias en cuanto a su uso.

Los cambios más importantes en relación con el análisis que nos ocupa, la estabilidad estática de los cerramientos de fachada de fábrica, son los siguientes:

- El traspaso de la misión resistente de los edificios, de forma habitual, al hormigón y al acero, pasando a funcionar la fábrica solamente como cerramiento.
- El cambio en la concepción del cerramiento, de elemento monocapa a sistema multicapa, en donde las distintas exigencias funcionales son, asimismo, confiadas a elementos diferentes.
- El adelgazamiento en los espesores de las fábricas.
- El empleo de fábricas más rígidas y estructuras cada vez más esbeltas.

En este documento vamos a analizar, de forma general, la problemática de los cerramientos de fábrica en relación a su estabilidad estática, como consecuencia, principalmente, de los nuevos usos mencionados.

Por otra parte, queremos señalar que el objetivo de este trabajo va encaminado, sobre todo, a plantear una serie de cuestiones, derivadas de lo expuesto con anterioridad, que consideramos exigen un estudio detenido a nivel de proyecto, a la vez que se indican unos cuantos criterios básicos que pueden ser de utilidad como soluciones generales al problema.

## 2 APOYO DEL CERRAMIENTO EN EL ELEMENTO HORIZONTAL

Una de las causas de la falta de estabilidad estática de los cerramientos de fachada es su inadecuado apoyo en el elemento horizontal.

Generalmente este problema está relacionado con aquellos edificios cuya hoja exterior de fábrica va a permanecer vista.

Existen, de manera general, dos formas de proyectar y ejecutar los cerramientos de fábrica vista:

1. La hoja exterior apoya directamente en la estructura horizontal (viga, forjado, losa, etc.).
2. La hoja exterior discurre pasante por delante de la estructura del edificio.

Analicemos los dos casos:

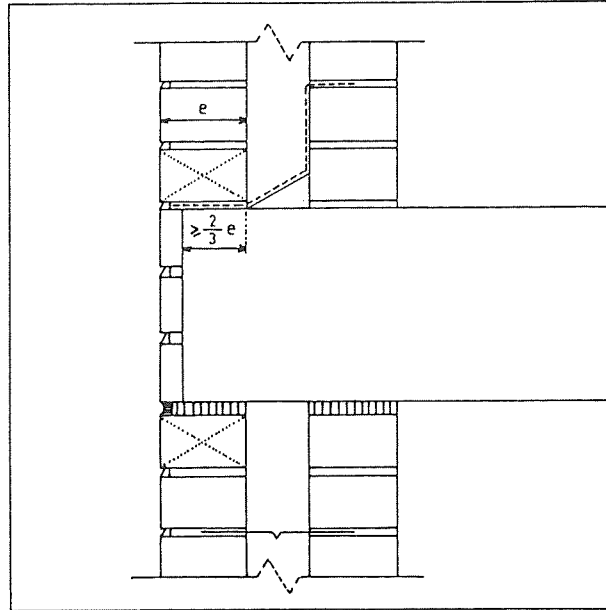
### 2.1 Hoja exterior con apoyo en la estructura del edificio

Es el caso de un cerramiento cuya hoja exterior apoya en todos los forjados de la planta, generalmente en una viga de hormigón, siendo revestido el borde (canto) de dicho elemento mediante una plaqueta o, más comúnmente hoy día, un trozo del mismo material que el utilizado para el resto de la fábrica.

Este apoyo de la hoja exterior de fábrica consideramos, que al menos, ha de ser igual a las dos terceras partes de su espesor, para garantizar, por lo que respecta al apoyo, la estabilidad estática del muro, tanto frente a empujes horizontales (fundamentalmente de viento) como a efectos de la adecuada transmisión de las cargas verticales de su propio peso a la estructura resistente. [Ver referencia (1) dentro del apartado de Bibliografía].

En la figura 1 se puede observar un esquema tipo de este apoyo (no se representa ningún sistema de aislamiento complementario por claridad en el dibujo).





**FIG. 1**

Support of the masonry on the structure.

Problems occasionally arise from this type of distribution with multi-leaf walls in which the external leaf is approximately 9 to 13 cm thick (the width of a brick for example) and where the facing has to remain flush with the facing covering the edge of the floor slab.

In accordance with the above, if an external facing were 12 cm thick, then the facing at the edge of the floor slab should be no greater than 4 cm (including mortar of fixing paste). This, however, is not always complied (on some occasions the facing of the floor slab itself is over a third or even a half of the thickness of the external leaf), and this gives rise to a number of anomalies, related to the lack of static stability, such as the bowing of the masonry materials, horizontal cracks in the pieces or in the mortar, vertical cracks in the jambs of the windows, etc.

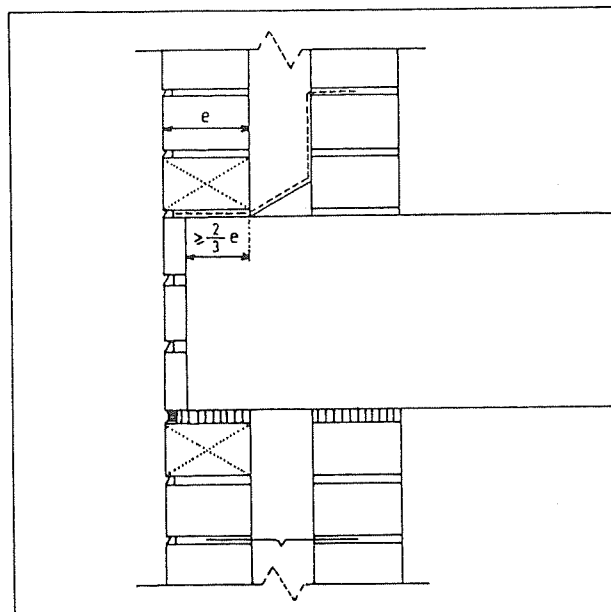
It is also common to see the floor slab projecting out over the external face of the columns of the building, by less than two thirds of the thickness of the masonry it has to support. This can give rise to the same type of anomalies described above.

On other occasions, the columns are placed flush to the edge of the floor slab, and both are faced in a similar way. If this facing is not suitably applied it may lead to spalling. The main causes of this type of anomaly are the actions of water and ice, the load of the members coming into effect due to the weight of the external cavity wall placed above, and the stresses created between elements of different nature.

In order to avoid this phenomenon, where possible, we suggest that the following precautions be taken among others:

- Do not use excessively porous pieces (On occasions plates are used which have a greater porosity than the rest of the masonry).
- Use pieces which have been prepared to give greater grip.
- Place the facing materials preferably at the side of the formwork prior to casting the concrete of the floor slab.
- If the materials are to be laid with traditional mortar, this should be reserved for short stretches which are unlikely to suffer from any deformation, and attention should be paid to a suitable distribution of joints (these should not generally surpass distances of over 5 m), with regards to both the mortar and the facing. It is also convenient to apply the mortar over the whole surface (one way of guaranteeing this continuity is to rough render all the surface prior to the fixing the facing, with a mortar with a high cement content and to use a poorer cement mortar for adherence), to wet both the supporting elements and the pieces before placing the same, and to check that the pieces are not easily subject to freezing, etc.





**FIGURA 1**  
Apoyo de fábrica en la estructura.

La dificultad de esta disposición se presenta, en ocasiones, en cerramientos multihoja en los que la hoja exterior tiene un espesor de aproximadamente 9 cm a 13 cm (un medio pie de ladrillo por ejemplo) y se desea que quede enrasada exteriormente con el revestimiento del canto del forjado.

Así, por ejemplo, cuando la hoja exterior tiene un espesor de 12 cm, el revestimiento del canto del forjado, de acuerdo a lo especificado anteriormente, no deberá superar (mortero o pasta de fijación incluida) los 4 cm. Esto no siempre se cumple (en ocasiones la propia pieza del revestimiento del forjado supera el tercio e incluso la mitad de la hoja exterior), y da lugar a una serie de anomalías, relacionadas con la falta de estabilidad estática, como son, el abombamiento de los paños de fábrica, fisuras horizontales en las piezas o en el mortero, fisuras verticales en las jambas de ventanas, etc.

Asimismo, sucede a menudo que el forjado vuela en relación con la cara exterior de los pilares de la estructura, menos de los dos tercios del espesor de la fábrica que va a sostener, pudiendo dar lugar al mismo tipo de anomalías descritas anteriormente.

En otras ocasiones, los pilares se disponen enrasados con el borde del forjado, revistiéndose ambos de forma similar. Este revestimiento puede motivar, si no se ejecuta adecuadamente, el desprendimiento de las piezas. Entre los motivos que influyen en la aparición de estas anomalías podemos destacar la acción del agua y del hielo, la entrada en carga de las piezas debido al peso de la hoja del muro situada por encima, y las tensiones creadas entre elementos de naturaleza diferente.

Para evitar en lo posible este fenómeno de desprendimiento, sugerimos adoptar, entre otras, las siguientes medidas:

- No utilizar piezas excesivamente porosas (En ocasiones se utilizan plaquetas con mayor porosidad que la del resto de la fábrica.)
- Utilizar piezas con un dorso que facilite su agarre.
- Disponer preferentemente las piezas de revestimiento en el costero del encofrado antes de verter el hormigón del forjado.
- Si las piezas van a ser colocadas con un mortero tradicional, lo que debe ser reservado para tramos cortos y poco deformables, se deberá prestar atención a la adecuada disposición de juntas (no sobrepasar, de forma general, distancias de más de 5 m), tanto en el mortero como en el revestimiento. Asimismo, es conveniente aplicar el mortero en toda la superficie de la pieza (una forma de garantizar esa continuidad es enfoscar previamente toda la superficie a revestir, con un mortero más rico en cemento, y utilizar otro mortero más pobre para su agarre), humedecer tanto el soporte como las piezas antes de su colocación, comprobar que las piezas no sean heladizas, etc.

- Do not place pieces over high thermal insulation material (sheets of expanded polystyrene, polyurethane, etc.), without first adopting some kind of precaution which will restrict the tensions created at the face of contact.

## 2.2 External leaf running in front of the structure of the building

This type of layout is generally used to avoid thermal bridges through the floor slab and, therefore, to improve the thermal conditions of the building. The design and execution of this type of wall is more complicated than that of the case mentioned above.

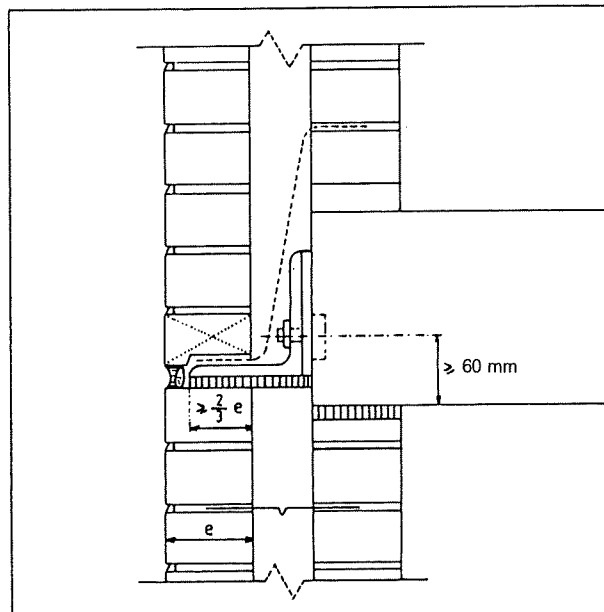
There are several methods of carrying out this type of solution. We will proceed to analyze the support made by steel sections, which is the most commonly used method today.

### 2.2.1 Steel sections

One of the most widespread systems employed today of supporting and transferring stresses from the masonry walls to the building structure, is that using metal angles.

These sections may be calculated to bear the weight of several floors, though we recommend that the walls should generally be no higher than 10 m (and on the condition that the external leaf is suitably tied to the interior leaf - see section 5.2-).

We will proceed to give a number of specifications which we feel should be taken into consideration with regards to the correct execution and performance of this type of system, the majority of these specifications may be extended to other systems using similar types of support (Fig. 2 shows a typical system of support for a masonry wall by a steel angle, with regards to a concrete structure).



**FIG. 2**  
Masonry wall supported on steel angle.

- Two thirds of the thickness of the masonry should be supported on the angle.
- The back of the supporting angle should rest on the slab (in the case of concrete structures) throughout the length of the same.
- The supporting angle will rest on a compressible filler (this should be capable of compressing its original thickness by around 30 to 50 per cent. [See reference (2) in the Bibliography], and care should be taken to avoid any mortar debris which might help to bring the load of the masonry into force.

- No disponer las piezas sobre soporte de material aislante de alta resistencia térmica (tipo placas de poliestireno expandido, placas de poliuretano, etc.), si no se adopta algún tipo de medida tendente a limitar las tensiones creadas en la superficie de contacto.

## 2.2 Hoja exterior corrida por delante de la estructura del edificio

Esta disposición, usada fundamentalmente para evitar los puentes térmicos a través del forjado y mejorar, por tanto, las condiciones térmicas del edificio, exige una mayor complejidad de proyecto y de ejecución que el primer caso analizado.

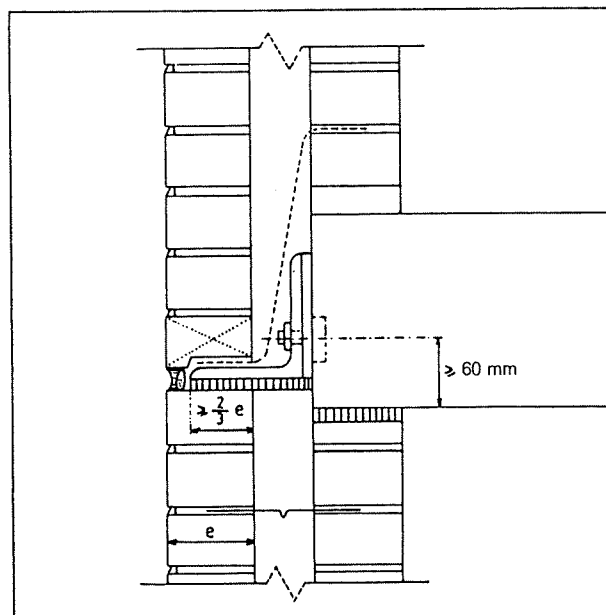
Existen diversos sistemas para la realización de este tipo de solución. A continuación vamos a analizar el apoyo mediante perfil metálico, que es el procedimiento habitualmente más utilizado.

### 2.2.1 Mediante perfil metálico

Uno de los sistemas actualmente más extendido, de apoyo y transmisión de esfuerzos de los muros de fábrica a la estructura del edificio, es el basado en angulares metálicos.

Estos perfiles pueden ser calculados para soportar el peso de varias plantas, si bien aconsejamos que, de forma general, no se sobrepasen alturas de paños de más de 10 m (siempre y cuando, la hoja exterior esté adecuadamente anclada a la hoja interior —ver apartado 5.2 de este Cuaderno—).

A continuación indicamos una serie de especificaciones que deben ser consideradas de cara a la correcta ejecución y funcionamiento de este sistema, siendo extensibles, en su mayoría, a otros sistemas de apoyo análogos. (En la figura 2 se muestra un sistema tipo, de apoyo de fábrica en angular metálico, referido a una estructura de hormigón.)



**FIGURA 2**  
Apoyo de fábrica en angular metálico.

- La fábrica deberá apoyar en el angular al menos las dos terceras partes de su espesor.
- El ala de unión del perfil con el canto del elemento resistente (en caso de estructuras de hormigón), deberá apoyar en el mismo en toda su longitud.
- El apoyo de la fábrica bajo el perfil se hará por medio de un material compresible (debería poder comprimirse del orden de un 30 a un 50 por ciento de su espesor original. [Ver referencia (2) dentro del apartado de Bibliografía]), evitando cualquier resto de mortero que pueda colaborar en la entrada en carga de la fábrica.

- The type of section used and the connecting ties to the structural frame should be calculated for a maximum section deformation of  $L/600$ , without exceeding 7.6 mm. [See reference (3)].
- The system should allow tolerances for adjustment in fixing, in both vertical and horizontal directions as well as in the supporting elements, in order to take into account small errors of execution. The use of a filler or intermediate laminates at the point of support will serve to cover possible irregularities of construction (in the case of concrete supports). However, suitable strength must be guaranteed for the concrete face receiving the angle support.
- It is preferable to use small lengths of angle and to arrange the joints between the adjacent elements, in order to minimize expansion caused by changes in temperature.
- The material used in the system should preferably be stainless or galvanized steel.
- The section should be suitably protected by some kind of damp-proofing, against possible contact with water penetrating the masonry, and also against cold bridges.

### 3 CONSEQUENCES OF THE INCOMPATIBILITY OF DEFORMATIONS IN THE REINFORCED CONCRETE BEAMS WITH THE EXTERNAL MASONRY WALLS

It is obvious that the greater the vertical and horizontal rigidity of an external masonry wall, the more stable and safer it will be with regards to the effect of horizontal stresses.

However, it has been noted over the years that the appearance of some types of failures in external walls, and particularly cracks, are frequently the result of over-stiff ties with the concrete structure.

In addition to those factors related to the different movements of the concrete and the masonry due to expansion and contraction, the main reason for this type of anomaly lies in the deformations caused by the active deflection of the reinforced concrete elements. In spite of the fact that the said elements meet the requirements established in the different standards and codes, which give figures relating to deflection-span of around  $1/500$ , they are often incompatible with the deformations of such rigid elements as a modern masonry walls (4).

In the first instance, it is necessary to continue the analysis of these reinforced concrete elements in relation to external walls.

Thus, in order to analyze the behaviour of the residual deflection in a beam, from the moment the external wall has been completed to an indefinite period of time, it is necessary to consider the instantaneous and deferred deflection by the external wall and by the partitioning and flooring, the deferred part to be taken by the floor slab, plus the eventual instantaneous deflection by working overload.

An approximate estimation made by J. Calavera and L. García Dutari, by way of an integration of curvature programme CFMC90, [see ref. (5)] gave the following figures for a 5.50 m span standard beam, and for a 2.50 m half span of floor slab:

Frame of facade	Deflection after construction of the external wall (mm)	
Type of beam	Class of Span	
	Exterior	Interior
Depth = 45 cm Width = 25 cm	6.92	3.17
Depth = 25 cm Width = 70 cm	15.22	7.78

(The basic conditions taken into account are as follows: Dead load of external wall: 800 Kg/ml. Construction time of external wall: 5 months. Flooring: 8 months. In use after 20 months. Interaxis of beams =  $5 \text{ m} + \frac{b}{2}$ , where "b" is the breadth of the analyzed beam)



- El tipo de perfil empleado, así como los elementos de conexión a la estructura resistente, deberán ser calculados para una deformación máxima del perfil de  $L/600$ , sin exceder de los 7,6 mm. [Ver referencia (3)].
- El sistema deberá permitir tolerancias de ajuste en su fijación tanto en sentido vertical y horizontal como en el plano de apoyo, que posibiliten absorber pequeños errores de ejecución. El empleo de un relleno o lámina intermedia en el plano de apoyo servirá para absorber posibles irregularidades de ejecución (en el caso de soportes de hormigón). No obstante, deberá garantizarse siempre la adecuada resistencia de la superficie del hormigón a la que vaya fijada el angular.
- Será preferible el empleo de perfiles de pequeña longitud y la disposición de juntas entre elementos adyacentes, con objeto de minimizar las dilataciones debidas a cambios de temperatura.
- El material utilizado en el sistema será preferentemente de acero inoxidable o de acero galvanizado.
- El perfil deberá protegerse adecuadamente, mediante algún sistema de impermeabilización, ante un posible contacto con el agua infiltrada a través de la fábrica. Asimismo, se deberán evitar los puentes térmicos.

### 3 CONSECUENCIAS DE LA INCOMPATIBILIDAD DE LAS DEFORMACIONES DE LAS VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO CON LAS FABRICAS DE CERRAMIENTO

Parece evidente señalar que un cerramiento exterior de fachada será tanto más estable y seguro, a efectos de transmisión de esfuerzos horizontales, como mejor rigidizado esté vertical y horizontalmente.

Sin embargo, se ha venido constatando desde hace ya bastantes años la aparición de algunas anomalías en estos cerramientos, fisuras principalmente, derivadas precisamente de una unión rígida con las estructuras de hormigón.

Además de los factores ligados a los diferentes movimientos del hormigón y de la fábrica, debidos a las retracciones y dilataciones, el motivo fundamental de estas anomalías está relacionado con las deformaciones por flecha activa de los elementos de hormigón armado, que aún cuando se ajustan a los criterios fijados en las distintas instrucciones y normativas, que pueden cifrarse en relaciones de flecha-luz del orden del  $1/500$ , resultan en ocasiones incompatibles con las deformaciones de elementos tan rígidos como son actualmente los cerramientos de fábrica (4).

Habrà por tanto, y en primer lugar, que seguir analizando las deformaciones de estos elementos de hormigón armado en relación con los cerramientos.

Así, para analizar el comportamiento de la flecha residual en una viga, desde el momento de ejecución del cerramiento hasta plazo infinito, habrá que considerar la flecha instantánea más la diferida del cerramiento, la instantánea más la diferida de tabiquería y solado, la parte de diferida que quede por tomar al forjado, más la eventual flecha instantánea de la sobrecarga de uso.

Una estimación aproximada realizada por J. Calavera y L. García Dutari, mediante el programa de integración de curvaturas CFMC90, [ver ref. (5)] conduce, para una viga tipo de 5,50 m, de luz y semi luz de forjado de 2,50 m, a los valores siguientes:

Entramado de Fachada	Flechas a partir de la construcción del cerramiento (mm)	
	Tipo de vano	
	Extremo	Interior
Canto = 45 cm Ancho = 25 cm	6,92	3,17
Canto = 25 cm Ancho = 70 cm	15,22	7,78

(Las condiciones fundamentales consideradas son las siguientes: Peso propio del cerramiento: 800 kg/ml. Ejecución del cerramiento a los 5 meses. Solado a 8 meses. Uso a 20 meses. Intereje de vigas =  $5\text{ m} + \frac{b}{2}$ , siendo "b" el ancho de la viga analizada.)

The values are important, especially in the case of flat beams, and as these cannot be reached by the beams, it would lead to an important loading on the external wall of the lower floor (This subject has not received sufficient research, and there is probably an important direct transfer onto the columns).

Therefore it is convenient to evaluate another series of factors related to the deformation of reinforced concrete members, such as setting and moisture and temperature conditions both during and after pouring.

We should also remember that the angle distortions and rotations without lineal movement of the structure may also cause problems in the external walls (3).

To summarize this chapter we must say that even when a suitable analysis is made of the admissible deformations in the structural elements and of their compatibility with the external walls, we still feel it is essential to avoid load transfers between these elements, and necessary to consider external wall systems that are less dependent on the deformation of the beams.

There are different solutions to this problem. The NTE-FFL, for example, recommends a tolerance of 2 cm above the masonry, which should not be filled with cement mortar until at least twenty-four hours after construction. This solution serves as a correction for the plastic shrinkage of the mortar at each course, but little else. Therefore, we feel it is more convenient to use a more compressible filler than that of cement mortar.

#### 4 VERTICAL JOINTS

In addition to the joints between the masonry and the structure, which were analyzed above as a basic result of the deformations of the said structure, it is also necessary to consider another type of joint, that of the vertical joint, which is created to absorb movements of shrinkage and expansion of the masonry. The vertical joint must be taken into consideration when analyzing the stiffness of the masonry (as reported in section 5).

The movements of shrinkage and expansion in the masonry (which is basically related to the nature of the material employed, the moisture content and changes in temperature), should be subject to meticulous examination which evaluates the precise information regarding temperature and moisture of the area in question and the ratio of thermal expansion of the material.

Another series of aspects should also be considered with regards to blockwork, such as the inclusion of horizontal reinforcement or not, and the control of moisture content during the manufacture of the blocks (2).

The positioning of the movement joints, therefore, requires specific analysis for each case.

In general terms, we recommend the following maximum distances between vertical joints:

— *Concrete blocks:*

- The maximum horizontal distance between vertical joints in an external blockwork wall should be no more than 6 m. [This is indicated by several codes and documents, such as DAS 18 of the BRE (6)].

— *Fired clay brickwork*

- The maximum horizontal distance between vertical joints in a fired clay brick outer leaf should be no more than 12 m. [See references (6), (7) and (8)].

— *Calcium silicate brickwork*

- The maximum distances for outer leaves of calcium silicate brickwork should be no more than 7.5 m (6).

The execution and form of these joints may be very varied.

The joint should be straight or staggered (see figure no. 3) and may be filled (using a compressible material or a sealant over a compressible joint filler) or not (it being possible to cover the joints with fillets).

Como puede apreciarse, los valores son importantes, especialmente en el caso de las vigas planas, y al no poder ser alcanzados por las vigas, supone una entrada en carga importante para el cerramiento de la planta inferior (El tema está poco investigado. Probablemente existe una transmisión importante directa a los pilares.)

Asimismo, será conveniente valorar otra serie de factores relacionados con la deformación de los elementos de hormigón armado, como pueden ser el curado y las condiciones de humedad y temperatura durante y después del hormigonado.

No debemos tampoco olvidar que las distorsiones angulares o las rotaciones sin movimiento lineal de las estructuras pueden igualmente causar problemas en los cerramientos (3).

Como resumen de lo expuesto en este capítulo digamos que aún cuando, en cualquier caso, deben analizarse adecuadamente las deformaciones admisibles de los elementos estructurales y su compatibilidad con los cerramientos, estimamos fundamental evitar transmisiones de carga a través de estos, considerando necesario plantear soluciones de cerramientos menos dependientes de la deformabilidad de las vigas.

Existen diferentes respuestas a este problema. Así, por ejemplo, la NTE-FFL recomienda dejar una holgura de 2 cm encima de la fábrica no rellenándola hasta no pasar, al menos, veinticuatro horas, con un mortero de cemento. Esta solución sirve para corregir la retracción plástica del mortero de los tendeles, pero nada más. Consideramos, por tanto, más conveniente un relleno con un material que resulte más compresible.

#### 4 JUNTAS VERTICALES

Además de las juntas, anteriormente analizadas, entre la fábrica y la estructura resistente, debidas fundamentalmente a las deformaciones de dicha estructura, habrá que considerar otro tipo de junta, que será vertical, creada para absorber los movimientos de retracción y dilatación de las fábricas y que tendrá, asimismo, que ser prevista a la hora de analizar las condiciones de rigidez del cerramiento (objeto del apartado 5 de este Cuaderno).

Los movimientos de retracción y dilatación de una fábrica (relacionados fundamentalmente con la naturaleza de su propio material, la humedad y los cambios de temperatura), deben ser objeto de un estudio minucioso en donde se valoren, sobre todo, los datos exactos de temperatura y humedad del lugar y el coeficiente de dilatación térmica del material.

Asimismo, en el caso de fábricas de bloques de hormigón, otra serie de aspectos deberán ser igualmente considerados, como la inclusión, o no, de armadura horizontal, y el control del grado de humedad en la fabricación de los bloques (2).

La distancia a que deben situarse las juntas de control de deformaciones exigirá, por tanto, un análisis específico para cada caso.

Con carácter general, recomendamos, no obstante, las siguientes distancias máximas entre juntas verticales:

— *Bloques de hormigón*

- La distancia horizontal máxima, entre juntas verticales, en una hoja exterior de fábrica de bloques de hormigón, debe ser del orden de los 6 m. [Así lo indican, igualmente, diversas normativas y documentos como, por ejemplo, el DAS 18 del BRE (6)].

— *Ladrillo cerámico*

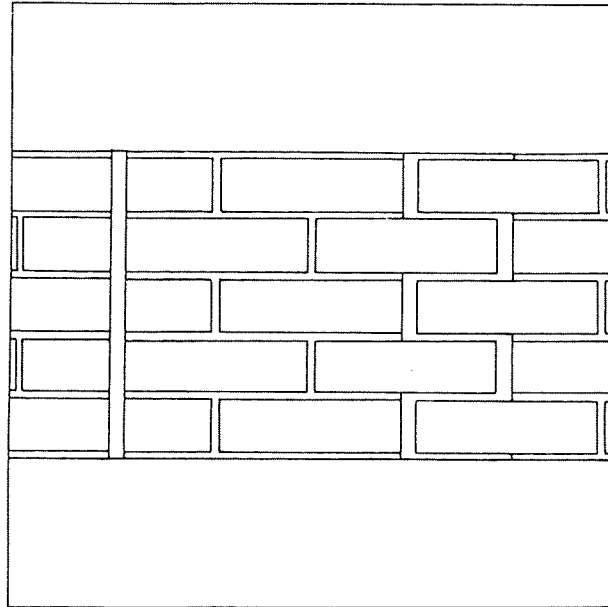
- La distancia horizontal máxima, entre juntas verticales, en una hoja exterior de fábrica de ladrillo cerámico, debe ser del orden de los 12 m. [Ver referencias (6), (7) y (8)].

— *Ladrillo sílico-calcáreo*

- Para hojas exteriores de ladrillo sílico-calcáreo las distancias máximas deben ser del orden de los 7,5 m (6).

La ejecución y el modo de materializar estas juntas puede ser muy variado.

La junta puede realizarse recta o dentada (ver figura 3) y puede no rellenarse (pudiendo taparse mediante un tapajuntas), o rellenarse (mediante un material compresible o simplemente sellarse sobre un material de fondo de junta).



**FIG. 3**  
Detail of a straight and staggered joint.

## 5 RESISTANCE TO HORIZONTAL FORCES

### 5.1 General characteristics

The stability of an external wall against horizontal forces basically depends on the ratio between the height, or vertical distance between the horizontal supports, the length or horizontal distance between the vertical supports, and the thickness of the masonry.

The Spanish Technological Code: NTE-FFL: Brick masonry, in relation to conditions of support specifies that "the four sides of external walls should be fixed to vertical and horizontal structural element, in a way which assures their stability and the transfer of the vertical forces they are subject to".

However, in previous sections we have mentioned that joints are often made by using a compressible material, the lengths of the wall panels are equally interrupted by vertical joints and the interior support may be only two-thirds of the thickness of the masonry. We therefore ask what degree of fastening is produced in this case and whether it may be considered to be rigid enough.

There are several types of solutions for these joints which reach the two objectives: on the one hand, to make the external wall independent from the structure and allow movements of expansion and shrinkage in the masonry, and on the other to obtain a sufficiently rigid connection.

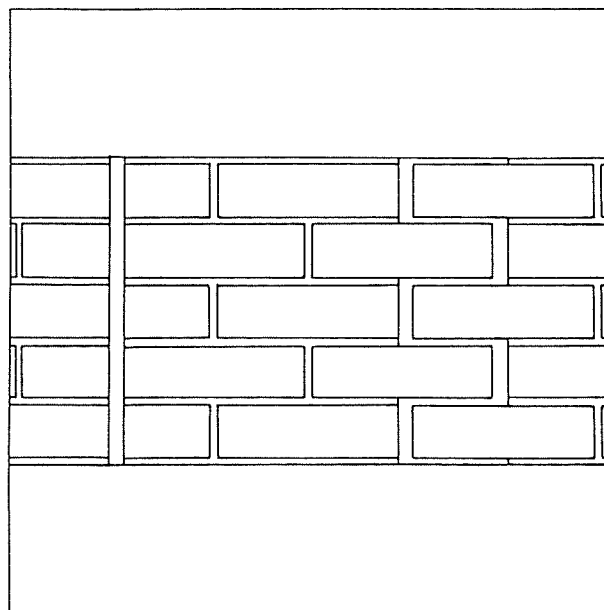
The usual method of fixing is by using steel ties, together with an elastic joint to create independence, or by using a material such as PVC or hard rubber which will serve to transfer the forces (especially horizontal due to the action of wind) from one side of the joint to the other.

In the case of vertical joints, it is recommendable to place them on an element which offer transversal stiffness (e.g. a pillar or partition which is no less than 9 cm thick).

Figs. 4 and 5 show two examples of vertical joints with wall ties.

Over recent years several experiments and investigations have been carried out in order to find the strength of masonry panels which are supported on three or four edges and by various degrees of anchorage or bedding.





**FIGURA 3**  
Detalle de junta recta y junta dentada.

## 5 RESISTENCIA FRENTE A EMPUJES HORIZONTALES

### 5.1 Características generales

La estabilidad de un cerramiento frente a empujes horizontales va a depender fundamentalmente de la relación entre la altura, o distancia vertical entre apoyos horizontales, la longitud, o distancia horizontal entre apoyos verticales, y el espesor de la hoja de fábrica.

La Norma Tecnológica Española: NTE-FFL: Fábricas de ladrillo, especifica en cuanto a las condiciones de sustentación que "los muros de cerramiento deberán ir anclados en sus cuatro lados a elementos estructurales verticales y horizontales de tal manera que quede asegurada su estabilidad y la transmisión de esfuerzos verticales a que está sometido".

Sin embargo, hemos analizado en los apartados precedentes como las uniones se producen en ocasiones a través de un elemento compresible, las longitudes de los paños quedan igualmente interrumpidas por juntas verticales y el apoyo inferior puede ser, tan solo, las dos terceras partes del espesor de la fábrica. Nos preguntamos entonces: ¿qué grado de unión se produce en estos casos?, ¿se puede considerar esa unión suficientemente rígida?.

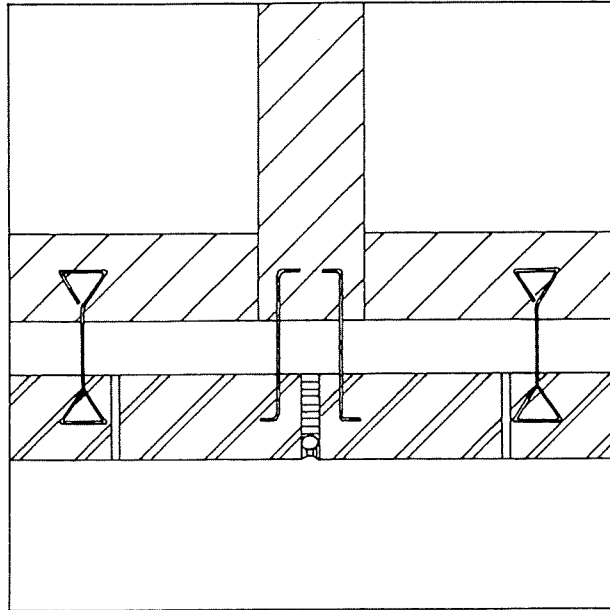
Existen diversos tipos de soluciones para estas uniones que tratan de conseguir simultáneamente los dos objetivos: independizar el cerramiento de la estructura y permitir los movimientos de retracción y dilatación de las fábricas por un lado, y conseguir una unión suficientemente rígida por otro.

El modo de realizarlas se suele basar en disponer unos anclajes de acero uniendo los elementos, a la vez que una junta elástica para independizarlos, o bien en disponer un elemento (de PVC o de goma dura, por ejemplo) que sirva para transferir los empujes (horizontales debidos a viento, sobre todo) de un lado al otro de la junta.

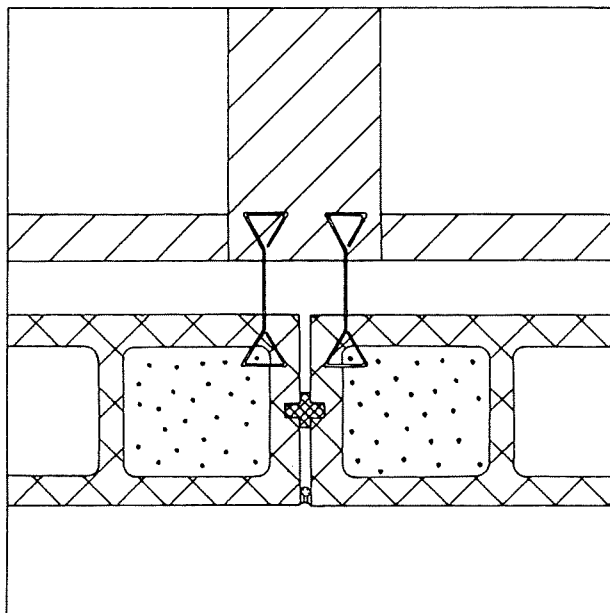
En el caso de juntas verticales, es conveniente situarlas donde halla un elemento que pueda servir como rigidizador transversal (por ejemplo, un pilar o un tabique de espesor no menor de 9 cm).

En las figuras 4 y 5 se pueden observar dos ejemplos de junta vertical con anclajes transversales.

Desde hace ya algunos años se están llevando a cabo diversas experiencias e investigaciones encaminadas a conocer la resistencia de entrepaños de fábrica, apoyados en tres o cuatro bordes, con diversos grados de anclaje o empotramiento.



**FIG. 4**  
Vertical joint in a brick outer leaf.



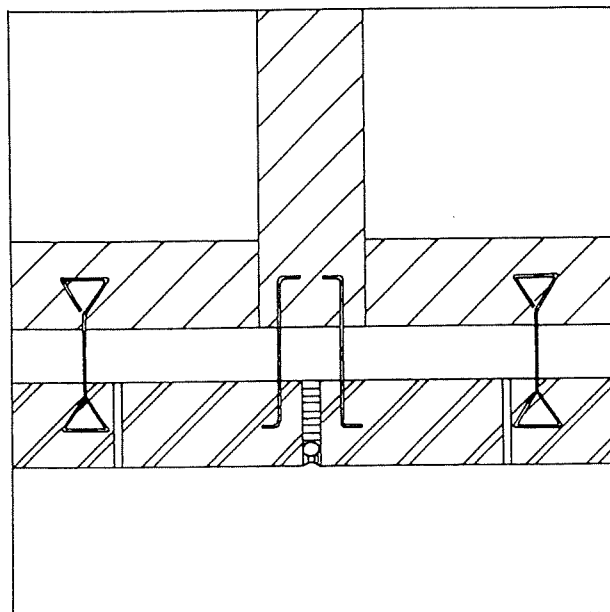
**FIG. 5**  
Vertical joint in a blockwork outer leaf.

There are several simple rules of stiffness regarding the execution of external masonry walls which do not require complicated calculations.

The NTE-FFL, which specifies the fixing of the four sides, considers that the wall does not require calculation or verification if it is lower than 3 m high, with a length no greater than double its height and a thickness of no less than 9 cm.

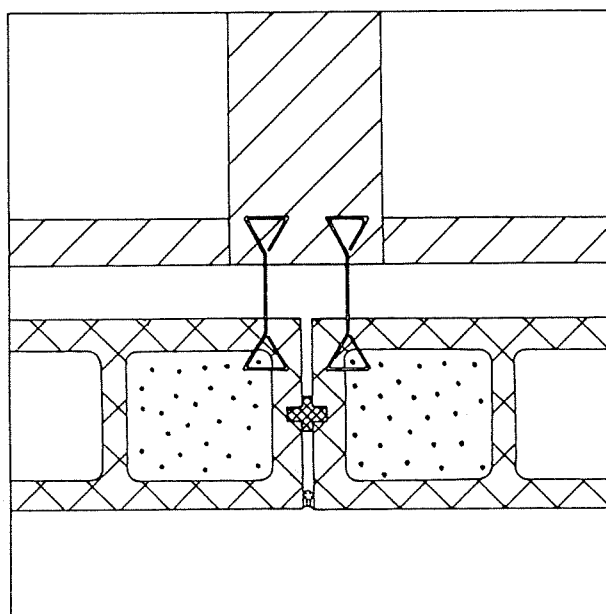
In accordance with the NTE-FFL, those walls which do not comply with these conditions should be propped by transversal partitioning with a length of no less than the height of the propped wall and no less than 9 cm thick.

The NTE-FFB: External Blockwork Walls, proposes another series of factors for the said masonry, which basically corresponds to that of bricks, and the NTE-FFV: responds to that of External Glass Walls.



**FIGURA 4**

Junta vertical en hoja exterior de ladrillo.



**FIGURA 5**

Junta vertical en hoja exterior de bloques de hormigón.

Existen, asimismo, algunas reglas simples de rigidización tendentes a poder ejecutar los cerramientos de fábrica sin tener que realizar cálculos complejos.

La NTE-FFL, con las condiciones de anclaje en los cuatro lados anteriormente especificados, considera que un muro no precisa cálculo o comprobación si tiene una altura no mayor de 3 m, una longitud no mayor de dos veces su altura y un espesor no menor de 9 cm.

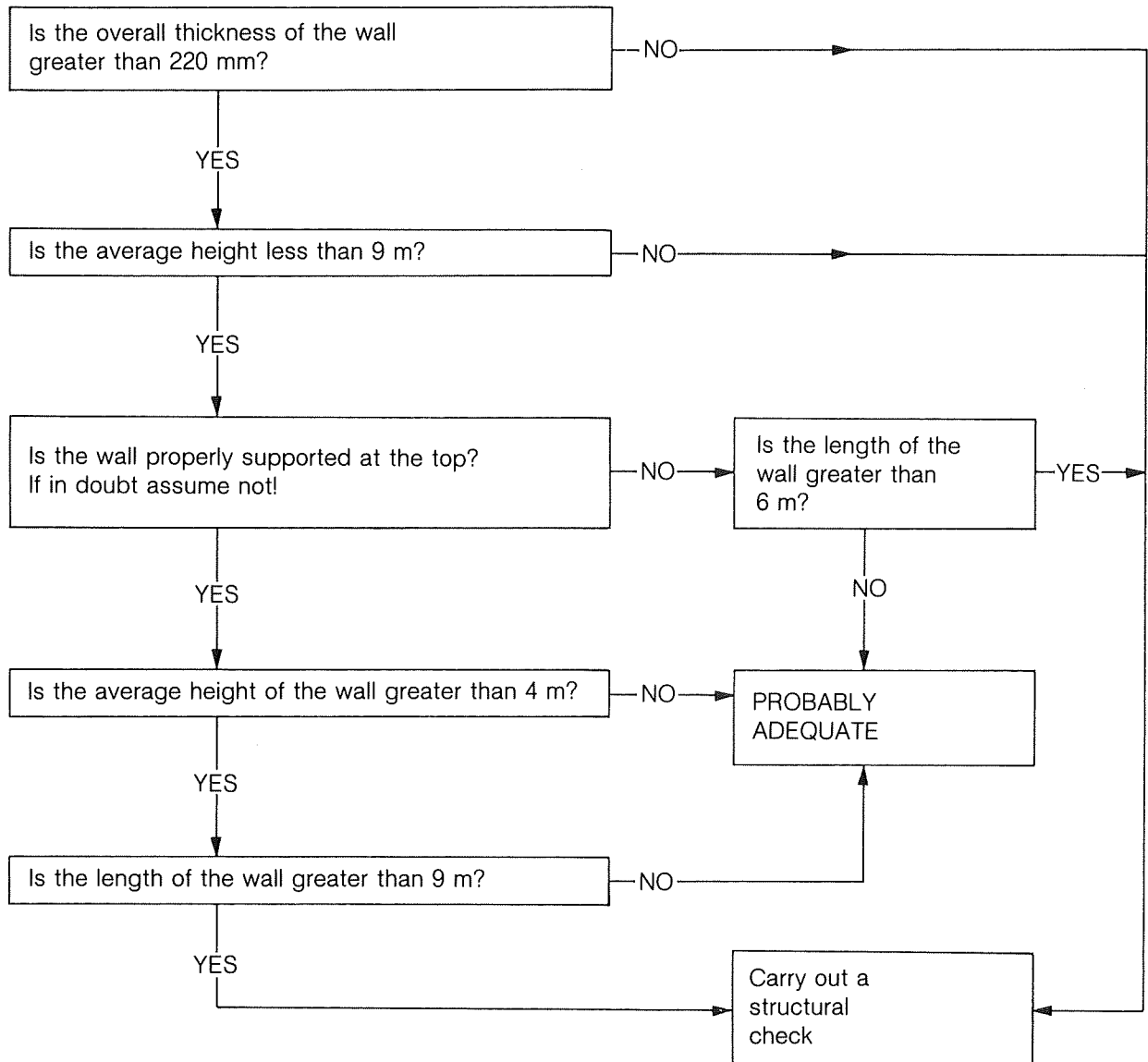
Los muros que no cumplen esas condiciones deberán arriostrarse, según la NTE-FFL, con tabiques transversales de longitud no menor que la altura del muro arriostrado y espesor no menor de 9 cm.

Asimismo, la NTE-FFB: Fachadas Fábricas de Bloques, propone igualmente otra serie de valores para dichas fábricas, que se corresponden básicamente con las de ladrillos, y la NTE-FFV: Fachadas Fábricas de Vidrio los da para las fábricas de vidrio.

We feel that these specifications allow for an excessive length of stiff partitioning, and consider that for a minimum thickness of 9 cm it is generally sufficient to have a 40 cm length, strengthened by two 4.5 mm steel ties (of stainless or galvanized steel) every 40 cm [See reference (7)].

In any case, the criteria employed by the different authors, documents and codes, should be analyzed with great care, as they are often established in accordance with different materials and methods of execution.

The BRE Digest 281 (9) gives a quick-check flow chart for the initial assessment of external masonry walls which we have copied below (See section 5.2 for cavity walls).



We feel that in the section where the author asks whether the wall is properly supported at the top, it should also be asked whether it is fixed at the bottom, on the presumption that if the outer leaf is not supported by all its thickness on the horizontal member, the answer to the question should also be a "NO".

## 5.2 The cavity wall

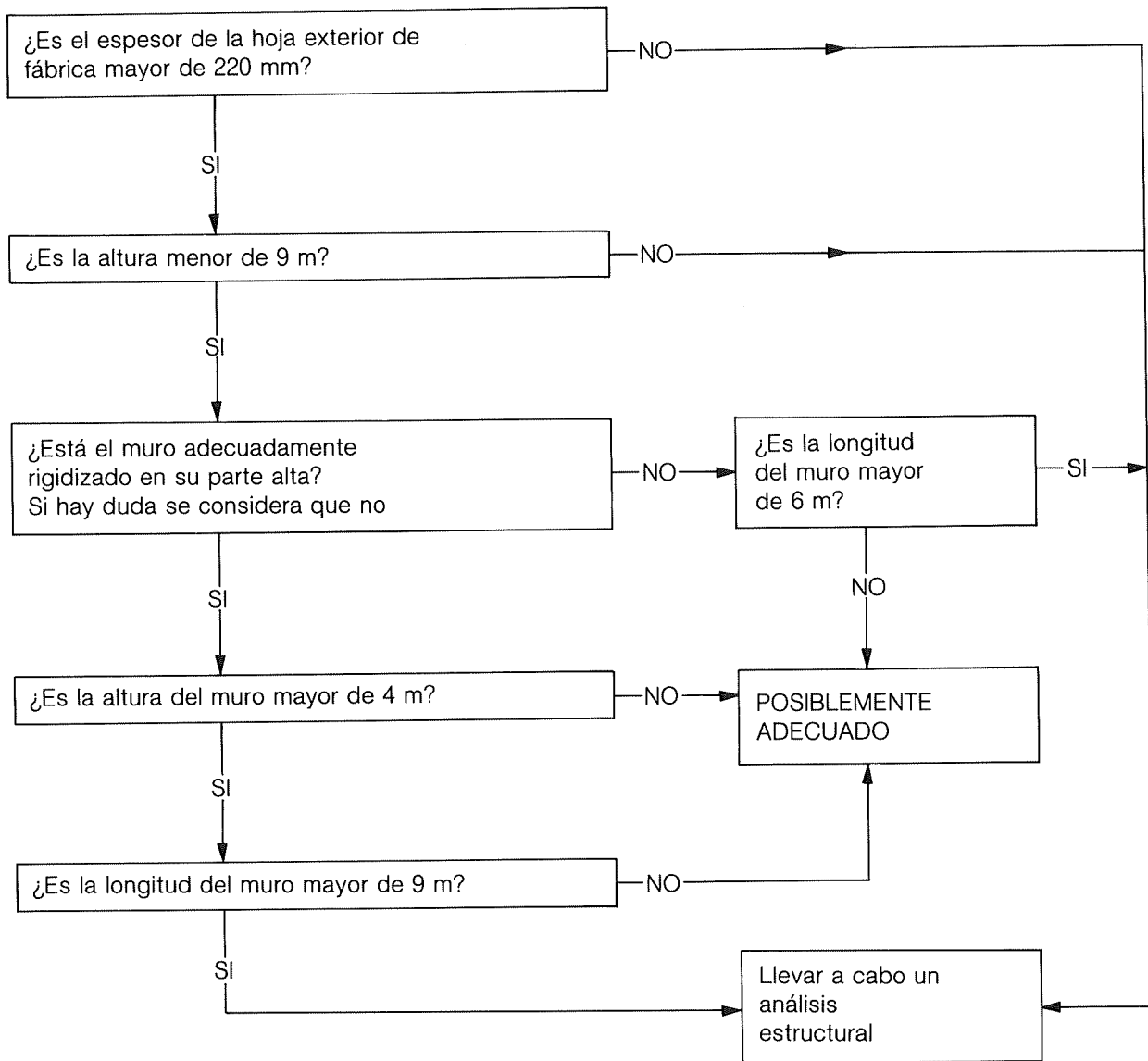
The cavity wall makes up a special case in the study of the stability of external masonry walls.



De estas especificaciones, consideramos que la longitud permitida para los tabiques de rigidización transversal resulta excesiva, estimando suficiente, de manera general, para un espesor mínimo de 9 cm, una longitud de 40 cm reforzada por dos anclajes de acero (galvanizado o inoxidable) de 4,5 mm cada 40 cm. [Ver referencia (7)].

En cualquier caso, los criterios empleados por los distintos autores, documentos y normativas, deben analizarse con cuidado, pues, a menudo, son fijados en función de materiales y procedimientos de ejecución diferentes.

El Digest 281 del BRE (9) muestra un cuadro que puede resultar válido para un reconocimiento rápido de estos cerramientos de fábrica y que a continuación transcribimos. (Para muros dobles ver, además, el apartado 5.2.)



Consideramos que se podría añadir en el apartado donde se pregunta por la rigidización en parte alta, si está, asimismo, rigidizado en parte baja, estimando que si la hoja exterior no apoya en todo su espesor en el elemento horizontal, se debería igualmente responder con un "NO".

## 5.2 El muro doble

El muro doble constituye un caso particular en el estudio de la estabilidad de los cerramientos de fachada de fábrica.

A cavity wall is generally deemed to be that of an external wall with two leaves of masonry, in which both leaves are between 90 mm and 240 mm thick, and are separated by a cavity approximately 30 mm to 150 mm wide.

The suitable fixing of both of the masonry leaves by way of wall ties contribute to the stability of these external walls against the actions of horizontal forces.

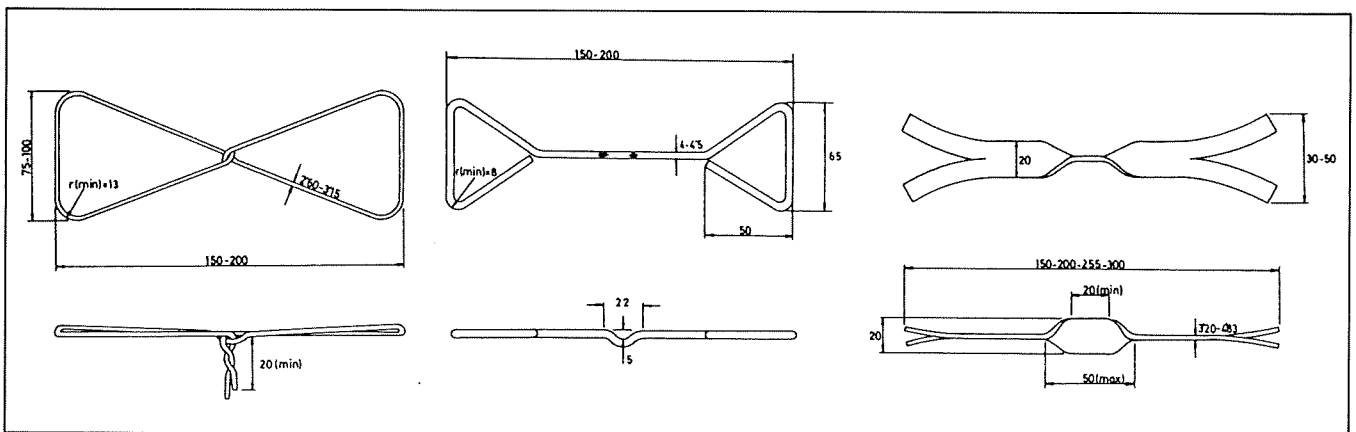
The system of ties to the inner leaf, in order to stabilize the wall against horizontal forces, is generally used when the external wall is approximately 9 cm to 12 cm thick (a half brick thickness for example).

On the other hand, a wall made up of 9 cm to 12 cm thick outer leaf and a 4 cm inner leaf (e.g. simple hollow bricks) should not be considered as a cavity wall, but as one with an internal partition, and is therefore not subject to the specifications regarding wall ties.

There are different criteria regarding the subject of wall ties, with regards to the numbers of ties which should be used per square metre, the strength of the same, their shapes and sizes etc.

The different codes generally recommend the use of steel ties that will not corrode, which are approximately 4 mm in diameter. The shape of these ties may also vary, and range from simple 'Z' shaped wires to more complex ties such as those specified in BS 1243:1978 [see reference (10)].

Fig. 6 shows some of the ties considered by the BS 1243 (The dimensions are given in millimetres).



**FIG. 6**  
Ties specified in BS 1243.

The number of ties employed per square metre should be in accordance with the following factors: the strength of the tie, the width of the cavity, the type and thickness of the masonry walls, the height and length of the panel between the supporting elements, the type of support, etc.

The number of ties per m<sup>2</sup>, in accordance with all of the above conditions, is approximately between 2 and 5.

It is also necessary to consider the following aspects:

- The ties must be embedded at least 50 mm in both leaves (11).
- Openings in the external wall such as windows, etc. should be strengthened by ties.
- The ties should not present a means of conveying rain water to the inner leaf of the cavity wall.

Un cerramiento de dos hojas de fábrica se denomina generalmente muro doble cuando ambas hojas tienen un espesor comprendido aproximadamente entre 90 mm y 240 mm, y están separadas por una cámara de aire de un ancho aproximado entre 30 mm y 150 mm.

Un adecuado anclaje de las dos hojas de fábrica mediante llaves puede contribuir a la estabilidad de estos cerramientos frente a empujes horizontales.

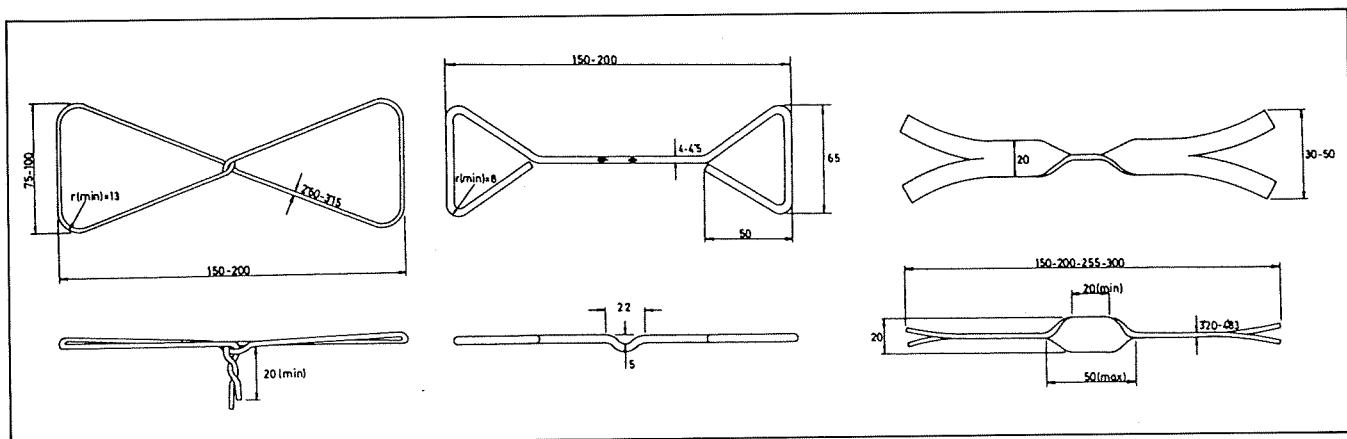
No obstante, a efectos de contribución de esfuerzos de la hoja interior, el anclaje suele utilizarse fundamentalmente cuando la hoja exterior es de un espesor aproximado de 9 cm a 12 cm (por ejemplo, un medio pie de ladrillo).

Por otra parte, una constitución de cerramiento, a menudo utilizada, de una hoja exterior de 9 cm a 12 cm y una interior de unos 4 cm (ladrillo hueco sencillo, por ejemplo), no debe ser considerada como muro doble, sino como muro con trasdosado interior, no siendo objeto, por tanto, de las especificaciones, relativas a anclajes, que a continuación se señalan.

Existen en el tema del anclaje de las hojas de un muro, criterios diferentes, no sólo en cuanto al número de llaves que deben emplearse (por  $m^2$ ), sino a la capacidad resistente de las mismas, formas y sección que deben tener, etc.

De manera general las distintas normativas recomiendan utilizar llaves metálicas no corroíbles, de diámetro de aproximadamente 4 mm para los anclajes de acero. La forma de estas llaves puede ser igualmente variada utilizándose desde simples alambres en forma de Z hasta llaves más complejos como los especificados en BS 1243:1978 [ver referencia (10)].

En la figura 6 se muestran algunas de las llaves contempladas en la BS 1243 (Las dimensiones están expresadas en milímetros.)



**FIGURA 6**

Llaves especificadas en BS 1243.

El número de anclajes por metro cuadrado deberá ser previsto en función de una serie de factores, como por ejemplo la resistencia de la llave, espesor de la cámara de aire, naturaleza y espesor de las hojas de fábrica, altura y longitud del paño entre elementos sustentantes, condiciones de apoyo, etc.

Dependiendo de todas estas condiciones el número de anclajes por  $m^2$  puede variar, aproximadamente, entre 2 y 5.

Asimismo, se deberán tener en cuenta otra serie de aspectos generales como son los siguientes:

- Las llaves deben introducirse en ambas hojas un mínimo de 50 mm (11).
- Deben reforzarse, mediante la adición de llaves por ejemplo, los huecos (ventanas, etc.) en el cerramiento.
- Deberá garantizarse que las llaves no constituyan un medio de transmisión del agua de lluvia hacia el interior.

## 6 BIBLIOGRAPHY

- (1) CSTB. "Parois et murs en maçonnerie de petits éléments", *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*. Document Technique Unifié: DTU n.º 20.1. Sep. 1985.
- (2) David kent Ballast; Architect's handbook of construction detailing, 1990.
- (3) American Concrete Institute. (ACI) Manual of concrete practice, Part. 3, 1991.
- (4) González Valle, E.; "La flexibilidad de los forjados de hormigón armado de edificación: Evaluación de la situación actual", Informes de Construcción, n.º 343, Sep. 1982.
- (5) Calavera, J.; García Dutari, L.; Cálculo de flechas en estructuras de hormigón, 1.ª edición, Intemac, Madrid, 1992.
- (6) Building Research Establishment. *Defect Action Sheet (Design): DAS 18: "External masonry walls: vertical joints for thermal and moisture movements"*. BRE, Feb. 1983.
- (7) D. Bernstein; J. P. Champetier; F. Peiffer. Nuevas técnicas en la obra de fábrica, Editorial Gustavo Gili, S. A., 1985, the original version is published by CEP. Edition, París, 1982.
- (8) Bruce Martin. Las juntas en los edificios. Edición Castellana: Editorial Gustavo Gili, S.A. 1981. Title of the original version Joints in Building. 1977.
- (9) Building Research Establishment. "Safety of large masonry walls", Digest 281, BRE, En. 1984.
- (10) British Standard Institution. "Specification for metal ties for cavity construction". British Standard BS 1243: 1945. Londres, BSI, 1945 (revisada 1954, 1964, 1972, 1978 y 1981).
- (11) Building Research Establishment. BRE. Information Paper: IP 17/88: "Ties for masonry construction" BRE. Sep. 1988.



## 6 BIBLIOGRAFIA

- (1) CSTB. "Parois et murs en maçonnerie de petits éléments", *Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*. Document Technique Unifié: DTU n.º 20.1. Sep. 1985.
- (2) David kent Ballast; *Architect's handbook of construction detailing*, 1990.
- (3) American Concrete Institute. (ACI) *Manual of concrete practice*, Part. 3, 1991.
- (4) González Valle, E.; "La flexibilidad de los forjados de hormigón armado de edificación: Evaluación de la situación actual", *Informes de Construcción*, n.º 343, Sep. 1982.
- (5) Calavera, J.; García Dutari, L.; *Cálculo de flechas en estructuras de hormigón*, 1.ª edición, Intemac, Madrid, 1992.
- (6) Building Research Establishment. *Defect Action Sheet (Design): DAS 18: "External masonry walls: vertical joints for thermal and moisture movements"*. BRE, Feb. 1983.
- (7) D. Bernstein; J. P. Champetier; F. Peiffer. *Nuevas técnicas en la obra de fábrica*, Editorial Gustavo Gili, S. A., 1985, la versión original está publicada por CEP. Edition, París, 1982.
- (8) Bruce Martin. *Las juntas en los edificios*. Edición Castellana: Editorial Gustavo Gili, S.A. 1981, la versión original está publicada por CEP. Edition, París, 1982.
- (9) Building Research Establishment. "Safety of large masonry walls", Digest 281, BRE, En. 1984.
- (10) British Standard Institution. "Specification for metal ties for cavity construction". British Standard BS 1243: 1945. Londres, BSI, 1945 (revisada 1954, 1964, 1972, 1978 y 1981).
- (11) Building Research Establishment. BRE. Information Paper: IP 17/88: "Ties for masonry construction" BRE. Sep. 1988.

## Relación de personal titulado

### Arquitectos

Jalvo García, Jaime  
Luzón Canovas, Jose M.<sup>a</sup>  
Pulido Muñoz, José

### Ingeniero Aeronáutico

Cerdó Alonso-Misol, Gonzalo

### Ingeniero Agrónomo

Valdés Tamames, Begoña

### Ingenieros de Caminos

Acón Robleda, Miguel Angel  
Arroyo Pérez, José Alberto  
Avalos Brunetti, Hugo Eduardo  
Calavera Ruíz, José  
Cortés Bretón, Juan María  
Corral Folgado, Claudio  
Delibes Liniers, Adolfo  
Díaz Lozano, Justo  
Espinós Espinós, José  
Fernández Gómez, Jaime Antonio  
Ferrer Serafí, Carles  
Ferrerías Eleta, Román  
Gómez Alvarez, Mercedes  
González González, Juan José  
González Valle, Enrique  
Hostalet Alba, Francisco  
Izquierdo Bernaldo de Quiros, Jose M.<sup>a</sup>  
Jordán de Urries de la Riva, Jorge  
Ley Urzaiz, Jorge  
Penón Molins, Eduardo  
Rodríguez Moragón, Julio  
Sanz Pérez, Lorenzo  
Sirvent Sirvent, Enrique  
Tapia Menéndez, José  
Torre Cobo, María Carmen

### Ingenieros Civiles

Arias Brostella, Carlos Alfredo  
Jai, Jamaledine

### Ingeniero I.C.A.I

Marín Estevez, Gonzalo

### Ingenieros Industriales

Alvarez Cabal, Ramón Amado  
Aparicio Puig, José Antonio  
Bueno Bueno, Jorge  
Durán Boldova, José Miguel  
Pi Saenz de Heredia, Cristobal  
Valenciano Carles, Federico

### Ingeniero de Minas

Ramos Sánchez, Adelina

### Ingeniero de Montes

Martínez Lorente, José Alberto

### Ingeniero Naval

Vázquez Domínguez, Juan Manuel

### Licenciados en Ciencias Físicas

Díaz Paniagua, Carlos  
Rueda Colina, Gonzalo María

### Licenciados en Ciencias Geológicas

Blanco Zorroza, Alberto  
Massana Mila, Joan

### Licenciados en Ciencias Químicas

Grandes Velasco, Sylvia María  
López Sánchez, Pedro  
Morgado Sánchez, Jose Carlos  
Rodríguez-Maribona Gálvez, Isabel Ana  
Vaz Pardal, María Rosario

### Licenciada en Geografía e Historia

Calavera Vayá, Ana María

### Arquitectos Técnicos

Cervera García, Eduardo  
Fernández de Caleyá Molina, Alberto J.  
Fuente Rivera, Jesús de la  
Montejano Jiménez, María del Carmen  
Muñoz Mesto, Angel  
Oros Rey, Ana Isabel  
Seisdedos Domínguez, Lucia

### Ingenieros Técnicos Industriales

Alonso Miguel, Felix Benito  
Díaz-Trechuelo Laffon, Antonio  
González Carmona, Manuel  
Laserna Parrilla, María Teresa  
Madueño Moraño, Antonio  
Rodríguez Delgado, José Manuel  
Sánchez Orgaz, Miguel Angel

### Ingeniero Técnico Industrial Químico

Fernández París, José Manuel

### Ingenieros Técnicos de Minas

Ballesteros Peinado, Luis Alberto  
Santacoloma Cabero, Juan Ignacio

### Ingenieros Técnicos de Obras Públicas

Alañón Juárez, Alejandro  
Aranda Cabezas, Luis  
Blanco García, Fernando  
Carrero Crespo, Rafael  
Cid Sancho, Marina  
Estebán García, Juan José  
Fernández Corredera, Carlos  
González Isabel, Germán  
González Nuño, Luis  
Mata Soriano, Juan Carlos  
Montiel Sánchez, Ernesto  
Muñoz Mesto, Angel  
Pardo de Agueda, Juan Luis  
Rosa Moreno, José Andrés  
Rozas Hernando, José Juan  
Sánchez Vicente, Andrés

### Ingenieros Técnicos Topógrafos

Carreras Ruiz, Francisco  
López-Canti Casas, Elisa

### Profesores Mercantiles

González Álvarez, Vicente  
Sampedro Portas, Arturo

### Perito Mercantil

Cartiel Valverde, Antonio

### Técnico en Informática

García Rodríguez, Juan Tomás

### Topógrafo

Alquezar Falcetto, Ricardo

## ARTICULOS TECNICOS

INTEMAC dispone de una amplia serie de trabajos publicados por nuestros técnicos en diferentes revistas. A continuación incluimos la lista de los últimos. Si está Vd. interesado, solicite relación de títulos y precios.

- 30** COMPATIBILITY OF STRUCTURES WITH OTHER PARTS OF THE BUILDING. J. Calavera.
- 31** LA FLEXIBILIDAD DE LOS FORJADOS, SUS CONDICIONANTES TECNICOS Y LA SITUACION DE SU NORMATIVA. E. González Valle.
- 32** CALCULO DE FLECHAS A LARGO PLAZO EN FORJADOS. J. Calavera, J. A. Fernández Gómez.
- 33** ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LAS CONDICIONES DE APOYO DE LOS FORJADOS PREFABRICADOS. J. Calavera, J. A. Fernández Gómez.
- 34** ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA DE SECCIONES DE HORMIGON ARMADO EN FLEXION SIMPLE CON ARMADURA DE COMPRESION NO NECESARIA PERO EXISTENTE. J. Fernández Gómez, F. Rodríguez López.
- 35** EXPERIENCIAS SOBRE LAS ARCILLAS EXPANSIVAS DEL SUBSUELO DE MADRID. J. Tapia, J. Fernández Moya.
- 36** DESCIMBRADO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON. IMPORTANCIA DEL TIPO DE CEMENTO Y CURADO. J. Fernández Gómez.
- 37** ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE CURADO INICIAL EN LA RESISTENCIA DE PROBETAS MOLDEADAS DE HORMIGON. J. Fernández Gómez..
- 38** ASPECTOS PRACTICOS DE LA COMPROBACION DE FLECHAS EN FORJADOS DE EDIFICACION. E. González y J. Fernández Gómez.
- 39** RESISTENCIA A LA HELADA DE PILARES DE HORMIGON. A. Delibes, J. Fernández Gómez y G. González Isabel.

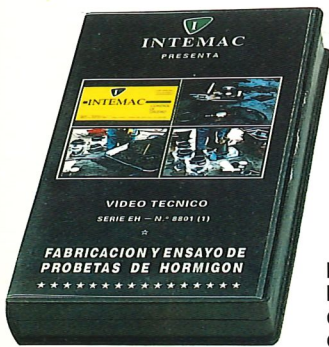


**PRECIO: 300 PTAS. POR ARTICULO.**

- 40** EVOLUCION DE DEFORMACIONES DE FORJADOS PRETENSADOS. J. Calavera, R. Corres, J. Fernández Gómez, F. J. León González y J. Ley Urzaiz.
- 41** ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA INFLUENCIA DE LA EJECUCION EN LA RESISTENCIA Y RASANTE DE PIEZAS EN FLEXION. E. González Valle.
- 42** DIAGNOSTICO Y EVALUACION DE CONSTRUCCIONES DE HORMIGON DAÑADAS POR EL FUEGO. A. Delibes.
- 43** TRATAMIENTO DE CURADO Y CONTROL DE HORMIGON. ¿SON REPRESENTATIVOS LOS ENSAYOS? CONSERVACION DE PROBETAS DE HORMIGON EN OBRA. A. Delibes y G. González Isabel.
- 44** EMPALMES MECANICOS DE ARMADURAS. RECOMENDACIONES DEL CEB. A. Delibes, Ll. Ortega y V. Rios.
- 45** ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL COMPORTAMIENTO A FLEXION: TENSIONES RASANTES Y DEFORMACIONES DE FORJADOS COMPUESTOS DE CHAPA Y HORMIGONES NORMALES O LIGEROS. J. Jordán de Urries.
- 46** LA ESTIMACION IN SITU DE LA RESISTENCIA DEL HORMIGON ENDURECIDO. APLICACION A LOS HORMIGONES DE VIGAS PRETENSADAS PREFABRICADAS. F. Hostalet.
- 47** ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA INFLUENCIA DEL PANDEO DE LA ARMADURA COMPRIMIDA EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE ELEMENTOS DEL HORMIGON ARMADO SOMETIDO A FLEXION SIMPLE. J. Cortés.
- 48** QUALITY ASSURANCE AND RESEARCH LABORATORIES. J. Calavera y J. A. Aparicio.

## VIDEOS TECNICOS

INTEMAC, dentro de sus actividades en el campo de la FORMACION, ha iniciado la edición de una serie de VIDEOS TECNICOS referentes a los distintos campos de la construcción.



**Precio: 80.000 Ptas. IVA incluido (ventas dentro del territorio español).**

SERIE EN OBRAS DE HORMIGON EN MASA, ARMADO Y PRETENSADO	TITULO	CONTENIDO	DURACION
N.º 8801 (1)	FABRICACION Y ENSAYO DE PROBETAS DE HORMIGON	Contempla, en forma completa y detallada, el proceso de toma de muestras de hormigón fresco en obra, medida de consistencia con el cono de Abrams, fabricación de probetas, curado de obra, transporte al laboratorio, curado en cámara, refractado y ensayo a compresión.	27 min.
EN PREPARACION			
N.º 8802 (2) MUESTREO Y ENSAYO DE ARMADURAS DE HORMIGON ARMADO Y PRETENSADO.	N.º 9001 (5) EJECUCION DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON (I).	N.º 9102 (8) PIEZAS DE HORMIGON PRETENSADO SOMETIDAS A FLEXION SIMPLE.	
N.º 8901 (3) PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A FLEXION SIMPLE.	N.º 9002 (6) EJECUCION DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON (II).		
N.º 8902 (4) PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A COMPRESION.	N.º 9101 (7) PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A ESFUERZO CORTANTE.		

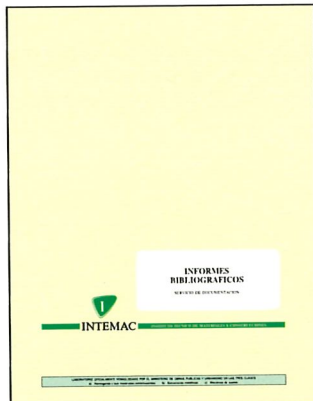
## CONSULTAS E INFORMES BIBLIOGRAFICOS

El INSTITUTO dispone de un SERVICIO DE DOCUMENTACION, que pone a su disposición, y que le puede informar sobre cualquier tema relacionado con la Edificación, Instalaciones, Obra Civil y Urbanismo. Se efectúan CONSULTAS BIBLIOGRAFICAS sobre cualquiera de los temas indicados anteriormente, de acuerdo con las siguientes tarifas:

Apertura de expediente: **2.000 Ptas.**  
 Cantidad a abonar por referencia: **60 Ptas.**  
 Cantidad a abonar por hoja de fotocopia de documento: **10 Ptas.**

Además de la Consulta Bibliográfica correspondiente, el INFORME BIBLIOGRAFICO contiene un breve documento redactado por un especialista en el tema, miembro de INTEMAC, con una serie de recomendaciones sobre la Bibliografía básica, así como los comentarios correspondientes.

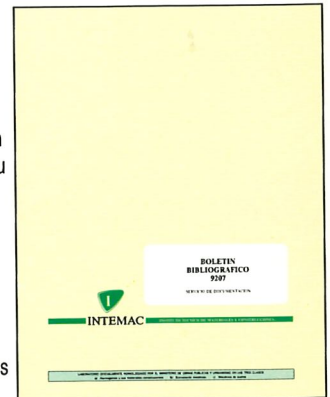
Tarifa correspondiente al Informe Bibliográfico: **15.000 Ptas.** más la tarifa de la Consulta.



## BOLETIN BIBLIOGRAFICO

INTEMAC viene realizando desde su fundación un BOLETIN BIBLIOGRAFICO para uso interno de su personal, con el fin de permitirle que, en una lectura rápida, tenga un panorama general de las publicaciones técnicas disponibles. Dicho BOLETIN, incluye:

- Fotocopia del índice y de los resúmenes de los artículos contenidos en las casi cien revistas técnicas que se reciben en el Instituto referentes a los campos de la Edificación, Instalaciones, Obras Públicas y Urbanismo.
- Una sección de Normativa reciente, nacional y extranjera.
- Una sección de Congresos y Reuniones Técnicas, de próxima celebración en todo el mundo.
- A partir de 1991, esta publicación bimestral ha sido puesta a disposición del público al precio de 18.000 Ptas. la suscripción anual.





# SERVICIO DE DOCUMENTACION

2ª EDICION 1991

3ª EDICION 1991



\* De acuerdo con las Instrucciones EH-91 y EF-88, con referencia al EUROCODIGO EC-2, Model Code CEB-FIP/1990 y ACI 318-89.

## «PROYECTO Y CALCULO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO PARA EDIFICIOS»

Autor: J. CALAVERA

2ª Edición, 1991, de acuerdo con las Instrucciones EH-91 y EF-88, con referencia a EUROCODIGO EC-2, Model Code CEB-FIP/1990 y ACI 318-89.

**TOMO I** CALCULO DE ESFUERZOS **TOMO II** DIMENSIONAMIENTO Y DETALLES CONSTRUCTIVOS

- 568 páginas - Encuadernación en guaflex - 73 figuras - 90 gráficos y tablas auxiliares.
- 871 páginas - Encuadernación en guaflex - 61 figuras - 142 gráficos y tablas auxiliares.

Precio de la obra completa: 15.000 Ptas.

## «CALCULO DE ESTRUCTURAS DE CIMENTACION»

- Autor: J. CALAVERA.
  - 3ª Edición, 1991, de acuerdo con la Instrucción EH-91 con referencia al EUROCODIGO EC-2, Model Code CEB-FIP/1990 y ACI 318-89.
  - 418 págs. - Encuadernación en guaflex. 40 tablas para el dimensionamiento directo de zapatas corridas y aisladas.
- Precio: 7.000 Ptas.

## «CALCULO, CONSTRUCCION Y PATOLOGIA DE FORJADO DE EDIFICACION»

- Autor: J. CALAVERA.
  - 4ª Edición - 678 páginas.
  - Encuadernación en guaflex.
  - 344 figuras - 93 tablas y ábacos.
  - 16 ejemplos resueltos - 159 referencias bibliográficas.
  - 188 detalles constructivos.
- Precio 6.770 Ptas.

## «MUROS DE CONTENCIÓN Y MUROS DE SOTANO»

- Autor: J. CALAVERA.
  - 2ª Edición - 308 páginas - Encuadernación en guaflex - 26 gráficos y tablas auxiliares - 22 tablas para el dimensionamiento directo.
- Precio: 5.900 Ptas.

## «TECNOLOGIA Y PROPIEDADES MECANICAS DEL HORMIGON»

- Autor: A. DELIBES.
  - 266 páginas - Encuadernado en guaflex.
- AGOTADO.



Publicación trimestral.

Precio de la suscripción anual: 2.400 Ptas. Los precios indicados son para entregas dentro del territorio español.

## «CALCULO DE FLECHAS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO»

- Autores: J. CALAVERA RUIZ. L. GARCIA DUTARI.
  - De acuerdo con las Instrucciones EH-91 y EF-88, el Eurocódigo EC-2, el Model Code CEB-FIP/1990 y la Norma Norteamericana ACI 318-89.
  - 336 págs. - Encuad. en guaflex - 312 tablas de comprobación de Forjados, Losas, Vigas de Canto y Vigas Planas - Un diskette conteniendo tres programas Informáticos de Cálculo de Flechas, para secciones de forma cualquiera.
- Precio: 6.700 Ptas.

## CUADERNOS INTEMAC

### ULTIMOS CUADERNOS PUBLICADOS

Cuaderno Nº 7 «Diagnóstico estructural y Rehabilitación de Edificios Históricos».

Autor: Prof. G. MACCHI.  
Dr. Ingeniero Civil.

Cuaderno Nº 8 «Estabilidad Estática de los Cerramientos de Fachadas de Fábrica».

Autor: J. M. LUZON CANOVAS.  
Arquitecto.

### PROXIMOS CUADERNOS

Cuaderno Nº 9 «Estructuras de Hormigón para el Año 2000».

Autor: Prof. T. TASSIOS.  
Dr. Ingeniero Civil.

Cuaderno Nº 10 «Comportamiento de la Armadura Comprimida en Piezas Flectadas».

Autor: J. M. CORTES BRETON.  
Dr. Ingeniero de Caminos.

Cuaderno Nº 11 «La gran aventura de las torres».

Autor: Prof. J. CALAVERA RUIZ.  
Dr. Ingeniero de Caminos.



**INTEMAC**

Monte Esquinza, 30, 4.º D  
Tel. (91) 310 51 58  
Télex 49987 INTEM E  
Fax (91) 308 58 65  
28010 MADRID

Avda. de la Riera, 10, Nave 2  
Pol. Ind. Tres Santos  
Tel. (93) 372 83 00  
Fax (93) 473 03 09  
08960 SANT JUST DESVERN  
BARCELONA

Polígono Store, Calle A, nº 17-1  
Tels. (95) 443 31 06/07  
Fax (95) 443 36 56  
41008 SEVILLA

C/. Pírta, Parcela 211, Nave A-6  
Polígono de San Cristóbal  
Tel. (983) 29 22 44  
Fax (983) 29 23 78  
47012 VALLADOLID