

CUADERNOS INTEMAC

Juntas de dilatación en cerramientos de fachadas de ladrillo. Distancias, detalles constructivos y ejecución

Expansion joints in brick facade enclosures. Spacing, details and construction

J. M. Luzón Cánovas
Arquitecto

A. Fernández
Arquitecto

A. Muñoz Mesto
Arquitecto técnico e ITOP

J. M.^a Sánchez Arroyo
Arquitecto



INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

N.º 44

4.º TRIMESTRE '01



METIRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TÉCNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

CONTROL DE PROYECTO

CONTROL DE OBRA

GARANTÍA DE CALIDAD

(O.C.T.) CONTROL PARA EL SEGURO DE DAÑOS

INFORMES DE PATOLOGÍA, REHABILITACIÓN Y REFUERZOS DE CONSTRUCCIONES

OBRAS PÚBLICAS
EDIFICACIÓN
INSTALACIONES



INTEMAC
A U D I T

AUDITORIA TÉCNICO-ECONÓMICA DE CONSTRUCCIONES

- ASESORÍA EN EL PLANTEAMIENTO Y EN LA CONTRATACIÓN DE LA OBRA
- SEGUIMIENTO DE COSTOS Y PLAZOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN
- VALORACIONES DE TERRENOS, INMUEBLES Y CONSTRUCCIONES
- AUDITORÍAS DE TRABAJOS PARCIALES Y DE LIQUIDACIÓN DE LA OBRA



INTEMAC
E C O

AUDITORÍA TÉCNICA MEDIOAMBIENTAL

CONTROL DE IMPACTO AMBIENTAL

Obras Públicas
Edificación
Instalaciones

CONTROL DE CALIDAD AMBIENTAL

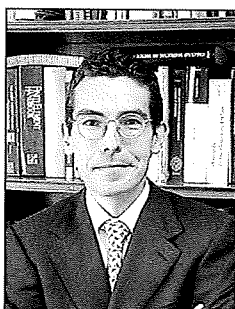
Aire
Agua
Ruido

AUDITORÍA MEDIOAMBIENTAL

ASESORAMIENTO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE

**JUNTAS DE DILATACIÓN EN CERRAMIENTOS
DE FACHADAS DE LADRILLO.
DISTANCIAS, DETALLES CONSTRUCTIVOS Y EJECUCIÓN**

**EXPANSION JOINTS IN BRICK FACADE ENCLOSURES.
SPACING, DETAILS AND CONSTRUCTION**



J. M. Luzón Cánovas
Arquitecto
Jefe de la Sección de Albañilería
y Acabados de Intemac

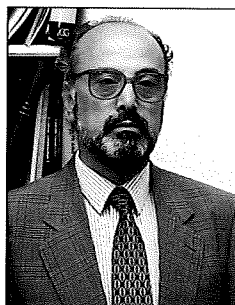
Architect
Head of Section of Masonry
and Finishing of Intemac

Colaboradores:



Ana Fernández
Arquitecto
Sección de Albañilería
y Acabados de Intemac

Architect
Section of Masonry
and Finishing of Intemac



A. Muñoz Mesto
Arquitecto técnico e ITOP
Sección de Albañilería
y Acabados de Intemac

Technical Architect and FEPW
Section of Masonry
and Finishing of Intemac



J. M.ª Sánchez Arroyo
Arquitecto
Sección de Albañilería
y Acabados de Intemac

Architect
Section of Masonry
and Finishing of Intemac

Copyright © 2002, 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.

ISSN 1133-9365

Depósito legal: M - 30555 -2002
Infoprint, S.A. - San Vicente Ferrer, 40

CONTENTS

1. INTRODUCTION
2. EXISTING LEGISLATION IN SPAIN
3. FACTORS DETERMINING THE NEED FOR JOINTS
 - 3.1. BRICK MOISTURE EXPANSION
 - 3.2. SHRINKAGE OF CALCIUM SILICATE BRICK AND CONCRETE BLOCK
 - 3.3. MORTAR STRENGTH
 - 3.4. THERMAL EXPANSION OF MASONRY
 - 3.5. EXPANSION OF STRUCTURAL MEMBERS
 - 3.6. DEFORMABILITY OF HORIZONTAL STRUCTURES
4. JOINT SPACING AND CONSTRUCTION DETAILS
 - 4.1. VERTICAL JOINTS
 - 4.2. HORIZONTAL JOINTS
 - 4.3. COLUMN VENEERING
5. REINFORCED MASONRY
6. BIBLIOGRAPHY

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. LA SITUACIÓN NORMATIVA EN ESPAÑA
3. FACTORES QUE MOTIVAN LA DISPOSICIÓN DE JUNTAS
 - 3.1. EXPANSIÓN POR HUMEDAD DE LOS LADRILLOS CERÁMICOS
 - 3.2. RETRACCIÓN DE LOS LADRILLOS SILICOCALCÁREOS Y DE HORMIGÓN
 - 3.3. RIGIDEZ DE LOS MORTEROS
 - 3.4. DILATACIÓN TÉRMICA DE LAS FÁBRICAS
 - 3.5. DILATACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES
 - 3.6. DEFORMABILIDAD DE LA ESTRUCTURA HORIZONTAL
4. DISTANCIAS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS DE JUNTAS
 - 4.1. JUNTAS VERTICALES
 - 4.2. JUNTAS HORIZONTALES
 - 4.3. PASOS DE PILARES
5. LA FÁBRICA ARMADA
6. BIBLIOGRAFÍA

1. INTRODUCTION

For many years, a series of anomalies has been observed to appear in the brick veneering on facade walls, primarily cracks and drift from the plane of the facade, as a result of the lack of expansion joints.

The issue has worsened in recent years with the advances in expansion joint engineering in concrete structures that allow for much larger distances between joints than the standard 30 m. The poor practice whereby provision is only made for facing joints where there are structural joints has severely aggravated the problem.^(*)

While the various professionals involved in building construction - developers, designers, contractors, site managers and works supervisors - are beginning to become aware of the problem, there are still doubts about why these joints are needed, where they should be positioned, at what distance they should be set and how they should be made.

The two main reasons why the utility of such expansion joints is questioned are, on the one hand, the fact that the oldest brick facades in Spain where, like in many other countries, masonry has been used for many years with no provision for joints, remain intact, and on the other, the divergence in the existing standards on masonry.

The paragraphs below contain an analysis of the main factors that are felt to substantiate the need for joints in brick walls, and a discussion of the recommended spacing and basic characteristics that must be met if such joints are to provide effective protection against cracking.

2. EXISTING LEGISLATION IN SPAIN

The two Spanish codes on the construction of brick walls in force prior to the release of Eurocode 6, "Design of masonry structures" [(2) and (3)], provided very little if any information on expansion joints or called for spacing between joints that is clearly insufficient for the walls usually built in Spain today.

Hence, code NTE - FFL (1978) (4) merely requires enclosures to have expansion joints at the same points as on the building structure. NBE FL-90 (5), in turn, while mandatory for bearing masonry only, strictly speaking, specifies that to avoid cracking caused by mortar shrinkage and hygrothermal variations, on buildings with a rectangular floor plan, one expansion joint must be built into masonry veneering every 30 to 50 m, depending on the type of mortar and climate. On asymmetrical, L- or U-shaped, etc., buildings, such joints must be set at wing intercepts, where the length of the wings is greater than half of the above figures. These distances, as discussed below, are regarded to be too large to effectively prevent cracking and similar anomalies. To be fair, it should be said in connection with the provisions of code NBE FL-90, that bearing walls, to which it is in principle applicable, are generally thicker than the half-foot used in enclosure veneering and therefore require fewer joints.

^(*) For expansion joints in structures see J. Calavera "Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón". Vol I. See reference (1) under the Bibliography.

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años, en las fábricas de ladrillo que conforman la hoja exterior de los cerramientos exteriores de fachada se vienen manifestando una serie de anomalías, principalmente fisuras y desplazamientos respecto del plano de fachada, motivadas por la falta de juntas de dilatación.

El tema se ha agravado durante los últimos años, debido a que los avances en el cálculo de juntas de dilatación de las estructuras de hormigón han conducido a distancias mucho mayores que los tópicos 30 m tradicionales. La mala práctica de hacer en los cerramientos sólo juntas coincidentes con las de la estructura ha dado lugar a un serio incremento de los problemas.^(*)

Aun cuando el tema comienza ya a conocerse entre los distintos profesionales que intervienen en la construcción de un edificio: promotores, proyectistas, constructores, directores de obra y directores de la ejecución de la obra, existen todavía dudas acerca de para qué son necesarias esas juntas, dónde hay que preverlas, a qué distancias se deben disponer y cómo deben ejecutarse.

La principal duda respecto de este problema posiblemente esté relacionada, en buena parte, con los muchos años que lleva utilizándose el ladrillo en España, y en otros muchos países, sin la realización de juntas, conservándose las fachadas antiguas sin ningún tipo de daños, así como con las divergencias existentes entre las normas actualmente vigentes referentes a fábricas de ladrillo.

En los apartados siguientes analizamos los principales factores que, en nuestra opinión, hacen necesario el disponer juntas en las fábricas de ladrillo, señalando las distancias y características fundamentales que recomendamos adoptar para que dichas juntas contribuyan a evitar, en lo posible, la aparición de fisuras.

2. LA SITUACIÓN NORMATIVA EN ESPAÑA

Hasta la aparición del Eurocódigo 6: "Proyecto de estructuras de fábrica", las dos normas españolas referentes a la ejecución de fábricas de ladrillo aportaban poca información al respecto o, en su caso, contemplaban unas distancias entre juntas que con las fábricas habitualmente ejecutadas hoy en España resultan claramente insuficientes (2) y (3).

Así, la NTE - FFL (1978) sólo hace referencia a que en los cerramientos deben mantenerse las juntas estructurales del edificio y la NBE FL-90, aunque estrictamente sólo es de aplicación obligatoria a los muros resistentes de fábrica de ladrillo, señala que deben disponerse juntas de dilatación para evitar la fisuración producida por la retracción de los morteros y por variaciones higrotérmicas, a distancias máximas entre sí de 30 a 50 m, en función del tipo de mortero y del clima, si el edificio es de planta rectangular, y si el edificio es de planta asimétrica, en forma de L, U, etc., en las líneas de encuentro de las alas, siempre que las longitudes de éstas sean mayores que la mitad de los

^(*) Para juntas de dilatación en estructuras de hormigón véase J. Calavera "Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón". Tomo I. Ver referencia (1) dentro del apartado de Bibliografía.

Eurocode 6, however, addresses the question of expansion joints in greater detail and recommends maximum horizontal intervals between vertical joints on unreinforced non-structural walls that concur essentially with the values recommended below in this review and also specified in an earlier paper, published in INTEMAC Review No. 8 (6).

UNE - ENV 1996-1-1, specifies, in Chapter 5.7, that vertical and horizontal joints should be provided to prevent masonry damage caused by movement due to changes in temperature and humidity, creep, shrinkage and deflection, as well by the internal strain generated by vertical or lateral loads. It specifies that account needs to be taken in particular of the effect of drying shrinkage in calcium silicate brick, concrete block, autoclaved aerated concrete block and artificial stone, as well as factors such as irreversible expansion due to moisture in clay elements, variations in temperature and humidity, the existence of insulation in the masonry and reinforcing steel in bed joints.

UNE-ENV 1996-2, in turn, in Table 2.2, establishes the following maximum recommended spacing between vertical joints for unreinforced non-bearing exterior walls: common brick wall, 12 m; calcium-silicate brick, 8 m; concrete and autoclaved aerated concrete block, 6 m; and natural stone, 12 m. Moreover, it specifies that such distances may be increased in walls with reinforced bed joints. For bearing and partition walls it indicates that joints must take account of the need to maintain structural integrity and the effects of wall openings, constraints and foreseeable variations in temperature and humidity.

3. FACTORS DETERMINING THE NEED FOR JOINTS

Of the factors that determine the need for building joints into masonry, some are owing to the nature of the materials used: expansion due to brick moisture, shrinkage in calcium-silicate brick and concrete block and dimensional variations of thermal origin, all referred in Eurocode 6; the strength of today's mortars is another item to be considered in this respect. Other factors are associated with the contact between such walls and other building members, especially structural members, which has implications relating to both dimensional variations and structural deformability [(7) and (8)].

3.1. BRICK MOISTURE EXPANSION

Bricks expand irreversibly after manufacture due to the absorption of atmospheric moisture.

The extent of this expansion depends on the kind of clay used and the firing process, on the one hand, and environmental conditions on the other.

The code presently in force in Spain to determine fired clay product expansion is UNE 67036:1999 (9).

Essentially, the trial procedure consists in determining the expansion due to the maximum moisture that the brick can absorb, measured as the difference between the shrinkage observed after refiring and expansion after submersion in boiling water.

Moreover, the trial can be used to obtain the potential value of moisture expansion, which would be the expansion to which the brick may be subject after testing.

Since this standard entered into force, the moisture expansion values recorded by INTEMAC for laboratory-tested brick in the course of routine quality control of new works are on the order of 0.15 mm/m, although figures as high as 0.88 mm/m have been observed in pathology surveys on brick facade cracking.

Nonetheless, such values must be regarded as a mere approximation of developments under natural expansion conditions, insofar as there is still no evidence of any correlation between them (as deduced in a research and testing survey conducted by architect Dr Federico de Isidro Gordejuela (10), submitted to the first National Technology in Architecture Congress held in November 1994), although the relationship is closer than with the preceding code, UNE 67-036-86, which differs from the present code primarily in that the procedure described for determining brick expansion was autoclave treatment (11).

Nor does this phenomenon, pursuant to the above survey, follow any universal pattern over time, although it is generally acknowledged that most moisture expansion takes place during the first few days after brick manufacture

valores anteriormente mencionados, distancias que como seguidamente analizaremos consideramos que son excesivas a los efectos indicados. Cabría considerar, no obstante, que la citada norma NBE FL-90 ha podido tener en cuenta que los muros resistentes, en general, disponen de espesores mayores que los habituales cerramientos de fachada de medio pie, requiriendo en consecuencia un menor número de juntas (4) y (5).

El Eurocódigo 6 recoge, sin embargo, con algo más de detalle, los aspectos que hacen necesaria la disposición de juntas y recomienda unas separaciones horizontales máximas entre juntas verticales en muros no armados ni estructurales que coinciden básicamente con las que seguidamente recomendamos en este Cuaderno y ya exponíamos en el Cuaderno nº 8 de INTEMAC (6).

Concretamente, la UNE - ENV 1996-1-1, señala en su Capítulo 5.7 que deben disponerse juntas de movimiento verticales y horizontales para permitir las dilataciones térmicas y por humedad, fluencia y retracción, y las deformaciones por flexión, así como los efectos de las tensiones internas producidas por cargas verticales o laterales, sin que la fábrica sufra daños, indicando que para determinar la máxima separación de las juntas de movimiento verticales se tendrán en cuenta especialmente los efectos de la retracción por secado de las piezas silicocalcáreas, de hormigón, de hormigón celular de autoclave y de piedra artificial, la expansión irreversible por humedad de las piezas de arcilla, las variaciones de temperatura y humedad, el aislamiento incorporado a la fábrica y la existencia de armaduras de tendel.

Por su parte, la UNE-ENV 1996-2, en la Tabla 2.2, establece para muros exteriores sin carga no armados las siguientes separaciones máximas recomendadas entre juntas verticales: fábrica de arcilla cocida, 12 m; fábrica silicocalcárea, 8 m, fábrica de hormigón y de hormigón celular de autoclave, 6 m, y fábrica de piedra natural, 12 m. Además, indica que las citadas distancias pueden incrementarse en muros con armadura de los tendeles. Para muros de carga y muros interiores señala que la separación de juntas de movimientos debe tener en cuenta la necesidad de mantener la integridad estructural y los efectos de los huecos, las coacciones y las previstas variaciones de temperatura y humedad.

3. FACTORES QUE MOTIVAN LA DISPOSICIÓN DE JUNTAS

Entre los factores que motivan la necesidad de disponer juntas en las actuales fábricas, unos son propios del material: expansión por humedad del ladrillo cerámico, retracción en los ladrillos silicocalcáreos y de hormigón, y variaciones dimensionales de origen térmico, a los que se hace referencia en el mencionado Eurocódigo 6, a los que habría que añadir la rigidez de los actuales morteros, y otros están relacionados con el contacto de dicha fábrica con otros elementos del edificio, particularmente con los estructurales, debiendo considerarse al respecto las variaciones dimensionales de origen térmico y la deformabilidad de la estructura (7) y (8).

3.1. EXPANSIÓN POR HUMEDAD DE LOS LADRILLOS CERÁMICOS

Los ladrillos cerámicos experimentan un fenómeno de expansión no reversible, como consecuencia de su procedimiento de fabricación, debido a la absorción de humedad del ambiente.

El valor de esta expansión va a depender, por un lado, de la clase de arcilla empleada y su proceso de cocción y, por otro, de las condiciones ambientales.

Para determinar la expansión por humedad de los productos cerámicos de arcilla cocida la norma actualmente en vigor en España es la UNE 67036:1999 (9).

Básicamente, el procedimiento de ensayo consiste en determinar la expansión debida a la humedad máxima que puede alcanzar el ladrillo, como diferencia entre el acortamiento que éste experimenta tras ser sometido a un recocado y la expansión tras sumergirlo en agua hirviendo.

Además, el ensayo permite obtener el valor de la expansión potencial por humedad, que sería el que el ladrillo todavía podría alcanzar a partir del momento en que es ensayado.

Los valores de expansión por humedad que ha venido obteniendo INTEMAC desde la entrada en vigor de esta norma, como consecuencia de sus habituales trabajos de Control de Calidad de Obra Nueva, para los ladrillos ensayados en el Laboratorio son del orden de 0,15 mm/m, si bien en trabajos de patología relacionados con fisuras en fachadas de ladrillo se han obtenido valores de hasta 0,88 mm/m.

and up to approximately one year thereafter. Nonetheless, according to results of tests conducted by INTEMAC, the process can continue for as long as ten years after manufacture.

3.2. SHRINKAGE IN CALCIUM-SILICATE BRICK AND CONCRETE BLOCK

Calcium-silicate brick and concrete block undergo irreversible shrinkage or initial loss of volume as a result of the moisture lost during the curing process.

Such shrinkage occurs nearly entirely in the first few days after manufacture, so the main precaution to be taken is to allow the block to undergo this process in the factory in a suitable environment in terms of humidity and temperature, and to ensure it is not under any circumstances used on site during this period. A rule of thumb, in this regard, would be not to use block until 30 days after manufacture.

3.3. MORTAR STRENGTH

The major factor that distinguishes old walls from those built today may be mortar strength.

The mortars essentially used today in brick construction consist of cement and sand, generally with a significantly high cement content, resulting in strong and relatively non-ductile mortars. Old mortars, on the contrary, which generally had a lower cement content or used lime as an additive or even as the only binder, were much more workable, less rigid, and much less prone to shrink.

3.4. THERMAL EXPANSION OF MASONRY

The extent of thermal expansion in brick walls depends on the intrinsic characteristics of the brick (common and calcium-silicate brick as well as concrete blocks undergo dimensional variations as a result of thermal changes, expanding as the temperature rises and shrinking as it falls), the type of mortar used, the bond, and thermal conditions due to facade exposure.

Nonetheless, generally speaking, since the brick is significantly larger than the perpend, particularly in stretcher bonds, if a mean value of 6×10^{-6} per °C is assumed for common brick and $6 - 12 \times 10^{-6}$ per °C for calcium-silicate brick and concrete blocks, and temperature differences of from 30 to 70°C, depending on climatic conditions and facade orientation, are envisaged, the theoretical increase in length would be on the order of from 0.18 to 0.42 mm/m for common brick and from 0.18 to 0.84 mm/m for calcium-silicate brick and concrete blocks.

3.5. EXPANSION OF STRUCTURAL MEMBERS

Since brick walls are often in contact with structural members, whether resting on horizontal structures or as veneering around slab edges, account must necessarily be taken of the expansion (thrust) of these members, whose thermal expansion coefficient, both for concrete and steel, is on the order of 12×10^{-6} per °C, greater than for common brick.

It is particularly important to consider the effect of the roof structure, given the wider temperature differences to which it is subject compared to the intermediate storeys, even when properly insulated.

In the case of steel structural elements, in addition to the stress conveyed by thermal expansion, the stress due to the increased volume generated when these members undergo corrosion must also be taken into consideration.

3.6. DEFORMABILITY OF HORIZONTAL STRUCTURES

It is a well known fact that one of the most common causes of damage to brick partition walls in buildings is cracking due to the incompatibility between the strain generated by deflection in the reinforced concrete structural members and partitioning strength.

In this regard, it should be borne in mind that even when strain falls within the limits set in the various codes and standards, which may involve deflection - span ratios on the order of 1/500 or 1/750, it may on occasion be incompatible with masonry strength.

Estos valores deben tomarse, no obstante, como aproximados respecto de los que se obtienen por expansión natural, por cuanto todavía no se tiene constancia de que exista correlación entre ambos (según se deduce del trabajo de investigación y ensayo llevado a cabo por el Dr. Arquitecto, D. Federico de Isidro Gordejuela, presentado en el primer Congreso Nacional de Tecnología en la Arquitectura en Noviembre de 1994), aunque son más cercanos entre sí que los obtenidos con la anterior norma, UNE 67-036-86, cuya principal diferencia respecto de la actual es que la expansión del ladrillo se conseguía mediante un tratamiento en autoclave (10) y (11).

El comportamiento del fenómeno en el tiempo, de acuerdo con el citado trabajo, tampoco resulta genérico, si bien se conoce que, de manera general, el mayor porcentaje de la expansión por humedad en un ladrillo se produce durante los primeros días que siguen a su fabricación, hasta aproximadamente un año de ésta, pudiendo prolongarse, en ocasiones, según los resultados de los ensayos realizados por INTEMAC, hasta aproximadamente los 10 años posteriores.

3.2. RETRACCIÓN DE LOS LADRILLOS SILICOCALCÁREOS Y DE HORMIGÓN

Los ladrillos silicocalcáreos y los ladrillos de hormigón experimentan una retracción o pérdida de volumen inicial irreversible como consecuencia de la pérdida de humedad durante el proceso de curado.

La citada retracción se produce en su práctica totalidad durante los primeros días a partir de su fabricación, por lo que en general la principal precaución que deberá tenerse en cuenta es la de dejar que las piezas experimenten en fábrica, con las adecuadas condiciones de humedad y temperatura, el fenómeno indicado, no debiendo en ningún caso ser colocadas en obra durante ese período. Como criterio general, a tal fin, deberá dejarse un tiempo no inferior a 30 días.

3.3. RIGIDEZ DE LOS MORTEROS

El factor que constituye la principal diferencia entre las antiguas y las actuales fábricas posiblemente sea el de la rigidez de los morteros.

Los morteros básicamente empleados actualmente como toma de fábricas son de cemento y arena, siendo en general el contenido de cemento significativamente alto, resultando morteros de gran resistencia y poca ductilidad, a diferencia de los antiguos morteros, con menor contenido de cemento, o también mezclados con cal, constituyendo los morteros bastardos, e incluso los formados sólo con cal como conglomerante, lo que daba lugar a morteros mucho más trabajables, con menor retracción y menos rígidos.

3.4. DILATACIÓN TÉRMICA DE LAS FÁBRICAS

La dilatación térmica de una fábrica de ladrillo va a depender de las características intrínsecas de éste, (tanto los cerámicos como los silicocalcáreos y de hormigón, experimentan variaciones dimensionales como consecuencia de los cambios térmicos, dilatándose con el aumento de temperatura y contrayéndose con la disminución de ésta), del tipo de mortero empleado, del aparejo de la fábrica, y de las condiciones térmicas debidas a la exposición de la fachada.

En general, no obstante, dado que la dimensión del ladrillo es significativamente mayor que la de las llagas del mortero, particularmente en aparejos a soga, si consideramos un valor medio del coeficiente de dilatación térmica del orden de 6×10^{-6} por $^{\circ}\text{C}$, para los ladrillos cerámicos y de $6 - 12 \times 10^{-6}$ por $^{\circ}\text{C}$ para los ladrillos silicocalcáreos y de hormigón, y unas previsible diferencias de temperatura de 30 a 70°C , según diferentes zonas climáticas y orientaciones de fachada, tendríamos un incremento teórico de longitud del orden de 0,18 a 0,42 mm/m para los ladrillos cerámicos y de 0,18 a 0,84 mm/m para los silicocalcáreos y de hormigón.

3.5. DILATACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Dado que las fábricas de ladrillo se encuentran a menudo en contacto con los elementos estructurales, apoyando sobre la estructura horizontal y chapando forjados, debe considerarse la dilatación (empujes) de dichos elementos, cuyo coeficiente de dilatación térmica es del orden, tanto en el hormigón como en el acero, de 12×10^{-6} por $^{\circ}\text{C}$, mayor por tanto que el del ladrillo cerámico.

Especialmente necesario será considerar la influencia de la estructura de cubierta, debido a la mayor diferencia de temperatura que ésta alcanza, respecto a otras plantas intermedias, incluso cuando está correctamente aislada.

Masonry facade panels are generally stronger, however, especially when made of solid or perforated brick, reducing the impact of this phenomenon, which may nonetheless also affect the soundness of such walls, particularly in the case of end spans and flat beams.

By way of example, Table 1 shows deflection values estimated by J. Calavera and L. García Dutari (12) with the CFMC 90 curvature integration program for a standard beam with a span of 5.50 m and a slab semispan of 2.50 m.

Table 1

Facade framing	Deflection after construction of enclosure (mm)	
Type of beam	Type of span	
	End	Inside
Depth = 45 cm Width = 25 cm	6.92	3.17
Depth = 25 cm Width = 70 cm	15.22	7.78

(The main conditions assumed are as follows: Dead weight of enclosure: 8 kN/m. Time lapsing to construction of enclosure: 5 months. Time lapsing to laying of flooring: 8 months. Time lapsing to building use: 20 months. Beam axis = 5 m + b/2, where "b" is the width of the beam analysed).

It is particularly important to analyse deformability when the facade enclosure consists of hollow instead of perforated brick, a solution sometimes used when the design calls for mortar, rough-cast, rendered or painted outside finishes.

In this case, as discussed in the following section, walls should be jointed horizontally to divide them, height-wise, into separate panels.

4. JOINT SPACING AND CONSTRUCTION DETAILS

This chapter contains a discussion of the types of joints that should be envisaged to limit the effects of the above factors on the performance of unreinforced brick masonry, as far as practicable. The values recommended, although essentially intended for standard half-foot non-bearing walls, either fair-faced or finished in some manner (rough-cast, rendered, single layer of mortar, etc.) on the outside, can be generally adopted for bearing walls as well, providing they are also half-foot walls. The possible impact of bed joint reinforcement on specified spacing is addressed, rather generally, in Section 5.

4.1. VERTICAL JOINTS

Although thermalhygrometric expansion and contraction of masonry vary depending on the materials and brick bonds used, as noted above, as well as on the specific temperature and humidity figures for the site in question, and especially on the orientation of the panel considered, the following general procedures can be recommended:

- Joint spacing. Vertical joints should be set at the following distances:
 - Common brick. The maximum horizontal spacing between vertical joints should not, generally speaking, be over 12 m in straight panels, although this distance may be increased to 15 m in intermediate panels when facades are not exposed to the sun (usually, north-facing facades only). In free-standing parapets and low walls the spacing between joints should be shortened to a maximum of 8 m. In curved walls the distance should not exceed 6 m.

Attention is drawn especially to the need for joints in convexly curved panels because in the absence of such joints, the strain on these panels may cause not only cracking but horizontal drift away from the underlying support structure, generating instability.

En el caso de los elementos estructurales metálicos a las tensiones transmitidas por la propia dilatación térmica del material puede sumársele, en ocasiones, cuando dichos elementos sufren un proceso de corrosión, las debidas al aumento de volumen.

3.6. DEFORMABILIDAD DE LA ESTRUCTURA HORIZONTAL

Como es sabido, una de las causas más habituales de daños en la tabiquería interior de fábrica de ladrillo de los edificios es la fisuración debida a la incompatibilidad entre la deformación por flecha activa de los elementos estructurales de hormigón armado y la rigidez de dicha fábrica.

Al respecto, debe considerarse que incluso cuando las deformaciones 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 a 1/750, resultan en ocasiones incompatibles con la rigidez de las fábricas.

En fachada, aunque en general las fábricas disponen de una mayor resistencia, en particular cuando están formadas por ladrillos macizos o perforados, lo que hace que la incidencia sea en general algo menor, el fenómeno puede afectar en ocasiones, de forma asimismo importante, a la solidez de dichas fábricas, sobre todo en el caso de vanos extremos y vigas planas.

A modo de ejemplo, en la Tabla 1 recogemos los valores de flechas estimados por J. Calavera y L. García Dutari, mediante el programa de integración de curvaturas CFMC 90, para una viga tipo de 5,50 m de luz y semiluz de forjado de 2,50 m. (12).

Tabla 1

Entramado de Fachada	Flechas a partir de la construcción del cerramiento (mm)	
Tipo de viga	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: 8 KN/m. Ejecución del cerramiento a los 5 meses. Solado a 8 meses. Uso a 20 meses. Intereje de vigas = $5 m + \frac{b}{2}$, siendo "b" el ancho de la viga analizada).

Especialmente importante es analizar la mencionada deformabilidad cuando el cerramiento de fachada está formado por piezas cerámicas huecas, en vez de perforadas, solución en ocasiones empleada cuando se prevé un acabado exterior mediante morteros, enfoscados, revocos, o pinturas.

A tal fin, como veremos en el apartado siguiente, consideramos que deben disponerse juntas horizontales fraccionando las longitudes, en altura, de los paños.

4. DISTANCIAS Y DETALLES CONSTRUCTIVOS DE JUNTAS

Señalamos a continuación los tipos de juntas que, a nuestro juicio, deben preverse para limitar en lo posible la incidencia de los factores anteriormente descritos en el comportamiento de una fábrica de ladrillo no armada. Los valores que seguidamente recomendamos, aunque fundamentalmente están concebidos para los habituales muros no resistentes de medio pie, tanto cuando son vistos como cuando disponen de un revestimiento continuo (enfoscado, revoco, mortero monocapa, etc.) por su cara exterior, consideramos que pueden adoptarse con carácter general para los resistentes, siempre que sean asimismo de medio pie. En el Apartado 5 señalamos, con carácter general, la influencia que puede tener el armado de los tendeles en las distancias indicadas.

It should be borne in mind, in curved facades, that in addition to the ordinary problems arising on site to ensure that the masonry is duly supported (a situation which is felt to be particularly pertinent in exposed brick facades due to the difficulty inherent in building the walls to rest on the slab while also facing the slab edges with bricks only 11.5 cm thick, which is the brick format predominantly used in Spain), there is the problem of workmanship involved in adapting straight-edged elements to a curved surface. In this respect, header bonding is felt to be more appropriate for curved panels than stretcher bonds, for instance.

- Calcium-silicate brick and concrete block. The maximum horizontal spacing between vertical joints in calcium silicate brick should be 8 m (INTEMAC Review No. 8 recommended 7.5 m; the present figure of 8 m is proposed by Eurocode 6 and adopted here to unify criteria) and 6 m in concrete blocks.
- **Positioning of joints.** Long panels must not only be jointed at the intervals specified, but these joints should be positioned as follows (13).
- Corners. It is a mistake to assume that corners are points able to absorb stress. On the contrary, they are particularly sensitive to cracking, especially where inappropriately staggered.

Joints should, therefore, be placed at corners if the distance to the nearest joint, on either of the panels forming the corner, is over 12 m or if the length of the two panels is over 12 m. See Figure 1.

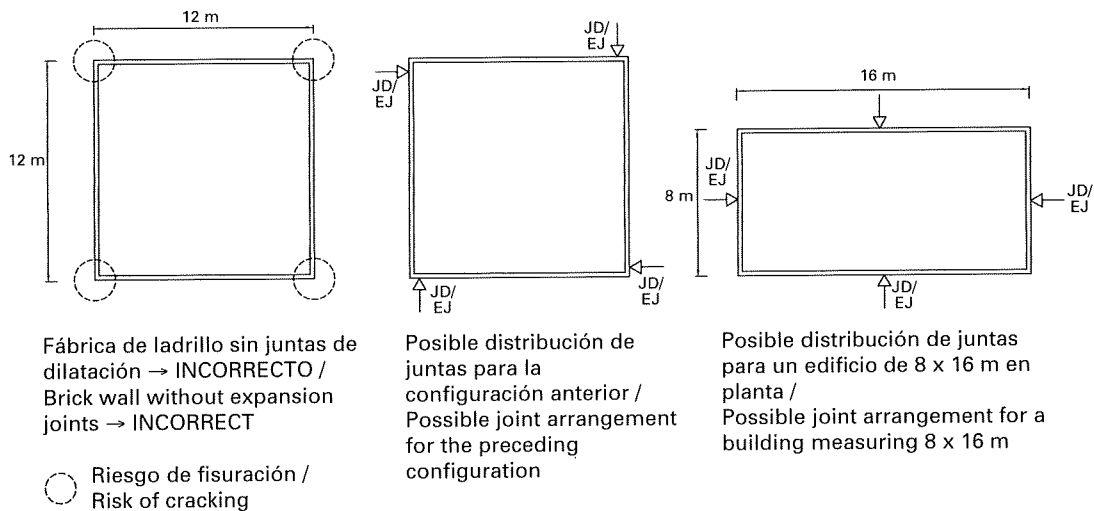


Fig. 1

- Small continuity breaks. Joints should be positioned on any panel over 6 m long if it contains short discontinuities, understood to mean any that are less than 1 m long. Figure 2.

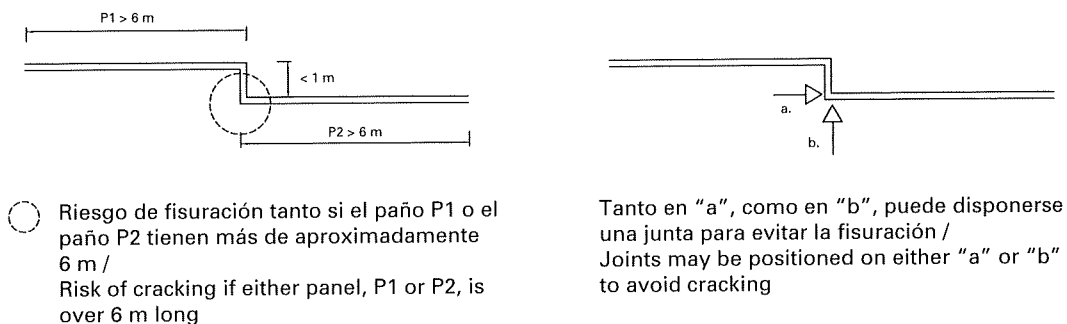


Fig. 2

4.1. JUNTAS VERTICALES

Aunque los movimientos de contracción y dilatación de una fábrica, relacionados con las variaciones dimensionales de origen termohigrométrico, varían en función de los materiales y aparejos empleados, como antes comentábamos, de los datos concretos de temperatura y humedad del lugar y, particularmente, de la orientación del paño considerado, con carácter general recomendamos adoptar las siguientes medidas:

- Distancias entre juntas: A nuestro juicio deben disponerse juntas verticales a las siguientes distancias:

- Ladrillo cerámico. La distancia horizontal máxima entre juntas verticales no debe sobrepasar, en general, los 12 m en paños rectos, pudiendo aumentarse dicha distancia máxima hasta los 15 m, en paños intermedios, cuando las fachadas no estén expuestas al soleamiento (en general sólo las fachadas norte). En petos y muretes rectos recomendamos disminuir la distancia entre juntas hasta aproximadamente 8 m máximo. En fábricas curvas recomendamos no sobrepasar los 6 m.

Llamamos especialmente la atención en relación con la necesidad de disponer juntas en los paños curvos convexos por cuanto las tensiones en éstos, debidas a la falta de juntas, pueden provocar no sólo fisuras sino desplazamientos de la fábrica en el plano horizontal susceptibles de generar problemas de estabilidad debidos a la falta de apoyo.

Debe considerarse que, en las fachadas curvas, a los habituales problemas que se producen en las obras debidos a la falta de apoyo de las fábricas (situación que, en nuestra opinión, está fuertemente condicionada en las fachadas de ladrillo visto por la dificultad que supone el apoyar adecuadamente las fábricas en el forjado y adicionalmente chapar los cantos de dicho forjado, con ladrillos de tan sólo 11,5 cm de espesor, formato de ladrillo castellano) se le suma la dificultad de ejecución que supone el adaptar piezas paralelepípedicas a bordes curvos. Al respecto, consideramos más adecuada para estos paños curvos una disposición a tizones, por ejemplo, que una disposición a soga.

- Ladrillos silicocalcáreos y de hormigón. La distancia horizontal máxima entre juntas verticales en ladrillos silicocalcáreos debe ser de 8 m (en el Cuaderno nº 8 de INTEMAC recomendábamos 7,5 m, adoptando ahora los 8 m que propone el Eurocódigo 6 al objeto de unificar criterios) y en los de hormigón de 6 m.

- Localización de juntas. Además de fraccionar la longitud de paños largos mediante juntas a las distancias indicadas, deben disponerse juntas en las siguientes localizaciones (13).

- Esquinas. Es un error considerar que una esquina supone un punto capaz de absorber las tensiones y no, por el contrario, un punto particularmente susceptible a que se manifiesten las fisuras, de forma muy especial si la traba no es correcta.

Deben por tanto disponerse juntas si la distancia de éstas a una esquina, en cualquiera de los dos paños que forman dicha esquina, es mayor de 12 m o si las longitudes de los dos paños superan los 12 m. Véase la Figura 1.

- Pequeños quiebrros. Deben disponerse juntas en los paños de más de 6 m de longitud en que se producen pequeños quiebrros, entendiéndose por éstos aquéllos que tienen menos de aproximadamente 1 m de longitud. Figura 2.

- Encuentros con otros tipos de cerramientos o con otros paños de ladrillo, sin que exista traba. (Los dibujos son esquemáticos, ampliándose la información referente a la configuración de dichas juntas en el apartado siguiente). Figura 3.

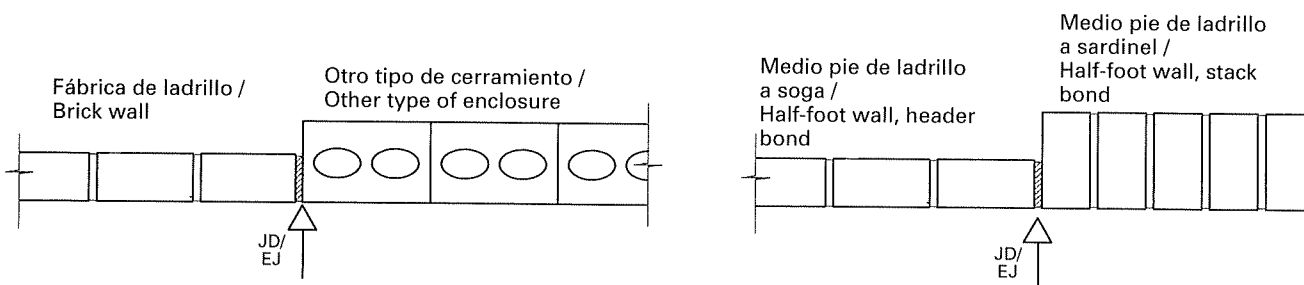


Fig. 3

- Intercepts with other types of enclosures or other brick panels, with no staggering. (The drawings are rough sketches; fuller information on the configuration of these joints is given in the following section). Figure 3.
- In building height changes and the length-wise extension of long windows. Figure 4.

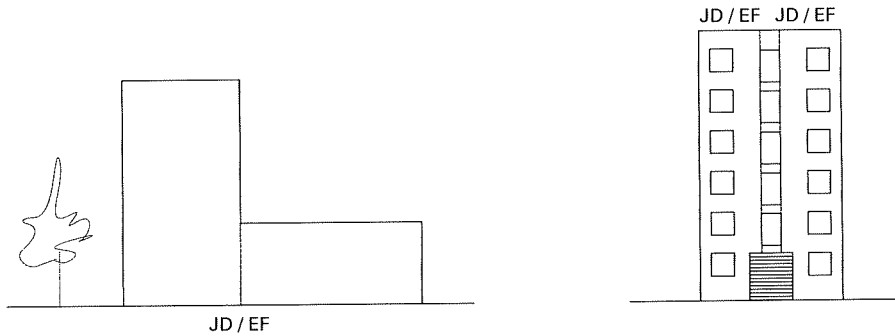


Fig. 4

- **Construction details:** From the functional standpoint, for mechanical intents and purposes, joints may be sealed or otherwise. If they are to be sealed, a procedure generally employed in facade enclosure to ensure watertightness, the seal should be compressible and generally positioned over a likewise elastic joint material, usually expanded polymer foam, to ensure that sealant depth (thickness) requirements are met.

From the thermal standpoint, the joint may be insulated, providing the insulation has the same degree of compressibility as the sealing material, and may be used as a joint material if compatible with the sealant.

The width of the joint depends on the movement envisaged and sealant compressibility, which should be 25-50%. In view of the foregoing remarks, for the maximum spacing recommended above, the joint should be no narrower than 2 cm to be able to absorb all movements nor any wider than 3 cm to ensure proper sealing. The thickness or depth of the sealant depends on the joint material and characteristics, although the width-depth ratio is generally on the order of 1:1. Figure 5.

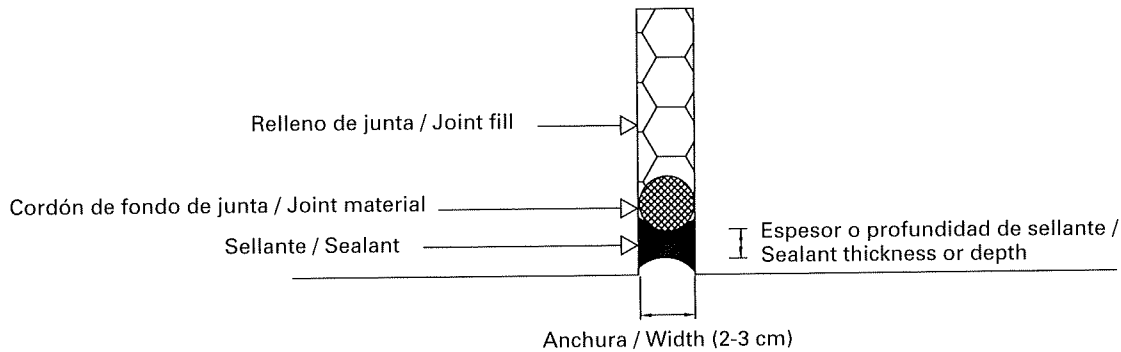


Fig. 5

In any event, joint sealing maintenance needs to consist of little more than resealing approximately once very ten years, providing it is correctly performed.

From the standpoint of enclosure stability, the existence of the free edge along the joint may favour movement of the panel at right angles to the facade, primarily in response to wind stress. Attention is drawn, in this regard, to code NTE-FFL, which provides that in general when brick panel length is over twice the height the veneering must be cross-braced.

In view of the foregoing, joints should be positioned at places where there is a member such as a column to which the panel can be tied. Partition walls are also apt for this purpose, provided they are sufficiently rigid, which, where made of brick, generally means that such members must be at least 9 cm thick.

Masonry is generally braced by embedding ties in the bed joints and attaching them to the bracing member as shown in Figure 6.

- En cambios de altura del edificio y en la prolongación de ventanas alargadas. Figura 4.

- **Detalles constructivos:** Desde el punto de vista funcional, a efectos mecánicos, la junta puede sellarse o no sellarse. Si se contempla el sellado, generalmente empleado en cerramientos de fachada para garantizar la estanqueidad, éste deberá ser compresible, disponiéndose generalmente sobre un material de fondo de junta, asimismo elástico, en general cordones de espuma de polímeros expandidos, al objeto de garantizar la profundidad (espesor) requerida para dicho sellado.

Desde el punto de vista térmico, la junta puede ir además rellena con un aislante, siempre que éste disponga del mismo grado de compresibilidad que el material sellante, pudiendo actuar como fondo de junta siempre que sea compatible con éste.

El ancho de junta dependerá del movimiento previsto y de la compresibilidad del sellante, el cual debe tener una capacidad de comprimirse, recuperando su estado inicial, de aproximadamente el 25 - 50% de su espesor original. Valorando lo indicado, para las distancias máximas anteriormente recomendadas, el ancho de junta debe ser no menor de 2 cm, al objeto de absorber los movimientos, ni mayor de aproximadamente 3 cm, para facilitar un correcto sellado de la junta. El espesor o profundidad del sellante dependerá de las características del material y del ancho de junta, siendo en general la relación ancho - espesor del orden de 1:1. Figura 5.

Como material de sellado, las siliconas neutras son las que ofrecen en general un mejor comportamiento en cuanto a la adherencia y elasticidad frente al envejecimiento. No obstante, debe tenerse en cuenta que el sellado de juntas requiere un mantenimiento que precisará ser renovado cada 10 años aproximadamente, si está correctamente ejecutado.

Desde el punto de vista de la estabilidad del cerramiento la junta da lugar a un borde libre, lo que puede favorecer el movimiento de la fábrica en el sentido ortogonal al paño de fachada, fundamentalmente ante las solicitaciones de viento. Debe tenerse en cuenta que, en general, siguiendo lo indicado en la NTE-FFL, es conveniente arriostrar transversalmente los paños de fábrica de ladrillo cuando la longitud de éstos supere el doble de su altura.

Considerando lo indicado, es conveniente situar dichas juntas donde haya un elemento que permita la rigidización transversal del paño, como pueda ser un pilar o un tabique de suficiente rigidez, lo que para fábricas de ladrillo hace necesario en general el que sea de un espesor no menor de unos 9 cm.

El modo de realizar el atado de la fábrica a dichos elementos se suele basar en disponer llaves embebidas en los tendeles de las fábricas y fijadas, al elemento rigidizador, como mostramos en la Figura 6.

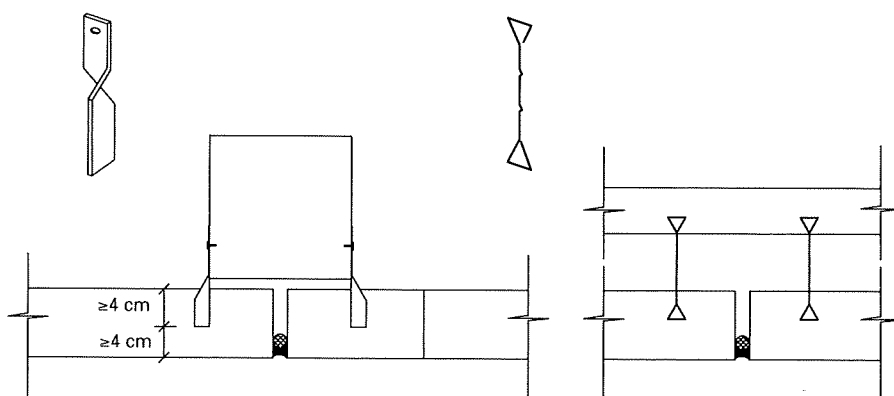


Fig. 6

El material empleado para dichas llaves y, en su caso, el material de los componentes auxiliares (clavos, tornillos, etc.) deberán ser resistente a la corrosión producida por las condiciones ambientales o estar adecuadamente protegidos contra ella, siguiendo para ello las especificaciones de la norma UNE-EN 845-1:2001 (14).

A nuestro juicio, estas llaves deben disponerse hacia la mitad del espesor de la hoja exterior, de forma que al menos se garantice una entrega en la fábrica no menor de 4 cm, como indica la UNE-EN 845-1:2001 y análogamente quede protegida por el exterior mediante el mortero de rejuntado no menos de otros 4 cm.

The material used for such ties and, as appropriate, the material of any ancillary components (nails, bolts, etc.) should be weatherproof or suitably protected against environmental conditions, pursuant to standard UNE-EN 845-1:2001 (14).

Such ties should recommendably be positioned at approximately the mid-depth of the facing to ensure that they are embedded at least 4 cm deep into the panel, as specified in standard UNE-EN 845-1:2001, and are at the same time protected from the elements by at least 4 cm of jointing mortar.

Where a panel does not have to be braced because the length is less than approximately twice the height, connecting ties may alternatively be placed between the panels located at either side of the joint to permit movement while guaranteeing stress continuity.

This would be applicable to roof parapets, areas where there are short facade discontinuities and unstagged intercepts between walls, as discussed above.

Slip ties such as shown in Figure 7 may be used under these circumstances.

4.2. HORIZONTAL JOINTS

- Joint spacing:

- Common brick. Wall height is also affected by dimensional variations of thermalhygrometric origin, although less severely than length since moisture expansion, primarily caused by the brick, has a lesser impact because the ratio of the depth of common brick, generally between 5 and 7.5 cm, to the thickness of the bed joint, approximately 1 cm, is smaller than the ratio between the stretch, 24 - 29 cm, and the perpend, approximately 1 cm.

Where, in keeping with common practice, masonry rests on slabs, such expansion movements are constrained by the slab, although the cladding around the edges of the slab may be subject to stress.

Moreover, account must also be taken of the stress that may be generated as a result of the transmission of vertical loads due to concrete creep as discussed in Section 3.6.

In accordance with the foregoing, horizontal joints are generally recommended at maximum distances of 12 m in common brick walls, or one joint for every four storeys.

- Calcium-silicate brick and concrete block. In the case of calcium silicate brick and concrete block, the main factor conditioning the spacing between joints, shrinkage, is likewise of lesser entity vertically than horizontally, due to the different ratio between the brick or block and mortar joints; expansion joints are recommended at distances of approximately 12 m.
- Joint positioning. Horizontal joints should be placed at the intercepts between the brick wall and the ceiling slab.
- Construction details. Joint width, for joints spaced as referred, should be on the order of 2-3 cm.

To ensure stability, panels should be braced at 40-cm intervals either to the inside sheathing if at least 9 cm thick, or to the floor slab.

For water-tightness, the sealant should be water-proofed, whereas the sealant itself should ensure air-tightness.

Account should be taken of the fact that the risk of leakage due to sealant defects or damage is much greater in horizontal than in vertical joints.

In any event, when weather-tightness depends on exposed seals, they should be included in the building maintenance programme for periodic checking at least once a year and repaired where there are any signs of wear, loss of elasticity, loss of adherence or cracking.

En aquellos casos donde no sea necesaria la rigidización transversal del paño, por ser la longitud de éste inferior a aproximadamente el doble de su altura, consideramos que alternativamente pueden disponerse llaves de atado entre los paños situados a uno y otro lado de la junta de forma que permitan el movimiento pero garanticen la continuidad de esfuerzos.

Es el caso habitual de petos de cubierta con muchos quiebros, zonas de pequeños quiebros en fachada, y encuentros entre fábricas sin trabar a los que antes hacíamos referencia.

Para ello pueden emplearse llaves de deslizamiento como las mostradas en la Figura 7.

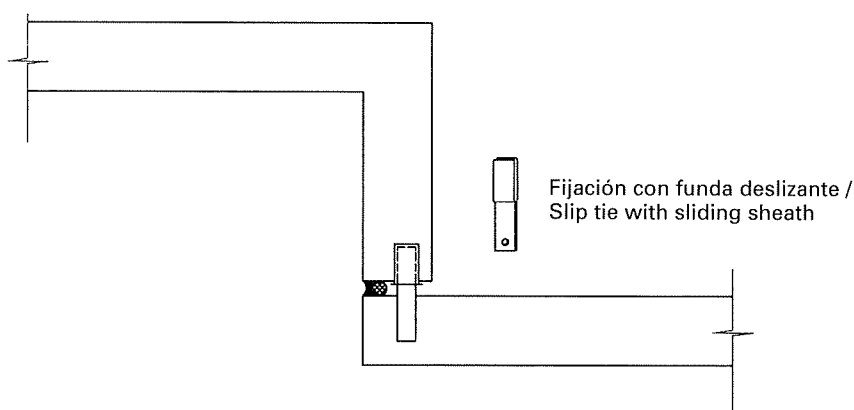


Fig. 7

4.2. JUNTAS HORIZONTALES

- Distancias entre juntas:

- Ladrillos cerámicos. En altura también se producen variaciones dimensionales de origen termohigrométrico, aunque algo menores que en sentido horizontal, ya que, la expansión por humedad de la fábrica, fundamentalmente condicionada por el ladrillo, es algo menor debido a la menor relación del grueso del ladrillo cerámico, en general de 5 a 7,5 cm, respecto del grueso del tendel, aproximadamente 1 cm, en relación a la existente entre la sogá del ladrillo, 24 - 29 cm, y la llaga, aproximadamente 1 cm.

Para las habituales disposiciones de fábricas, con apoyo en los forjados, los citados movimientos quedan coartados por éstos pero pueden seguir produciéndose tensiones a través de los chapados.

Sin embargo, adicionalmente, deben considerarse las tensiones que puedan generarse como consecuencia de la transmisión de cargas en vertical debida a la deformación por fluencia del hormigón comentada en el Apartado 3.6.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, recomendamos con carácter general disponer juntas horizontales en las fábricas de ladrillo cerámico a distancias máximas entre sí de 12 m, lo que equivale generalmente a tener que disponer una junta cada 4 plantas de pisos.

- Ladrillos silicocalcáreos y de hormigón. En el caso de los ladrillos silicocalcáreos y de hormigón, el principal condicionante de la distancia entre juntas, la retracción, también tiene una menor relevancia en sentido vertical que en sentido horizontal debido a la diferente relación entre el ladrillo y la junta de mortero, recomendando el disponer juntas horizontales cada 12 m aproximadamente.
- Localización de juntas. Las juntas horizontales deberán disponerse en el encuentro entre la fábrica de ladrillo y el forjado.
- Detalles constructivos. Para las mencionadas distancias el ancho de junta debe ser del orden de los 2 - 3 cm.

Desde el punto de vista de la estabilidad del paño deberán disponerse elementos de rigidización transversal, a distancias de aproximadamente 40 cm entre sí, que fijen la fábrica, bien a la hoja interior, cuando ésta sea de al menos 9 cm de espesor, bien al forjado.

An example of this type of joints is given in Figure 8.

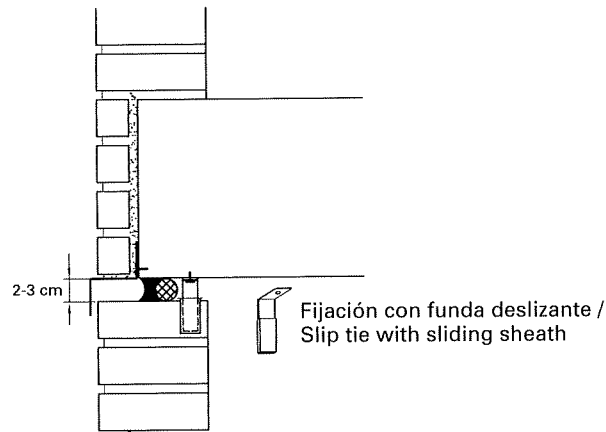


Fig. 8

4.3. COLUMN VENEERING

Frequent masonry solutions for facade columns that are not flush with the enclosure, consisting of cladding the column with brick of a thinner gauge, are highly susceptible to cracking due both to the differences between the two elements in terms of thermalhygrometric movements and the structural movements of the column itself.

The problem is intensified if, in addition, vertical jointing as discussed above is insufficient, insofar as attachment to the column constrains the movement of the masonry facing.

As a result, the bricks used in the facing, especially the ones cut on site from whole pieces (see Figure 9a), are particularly prone to cracking.

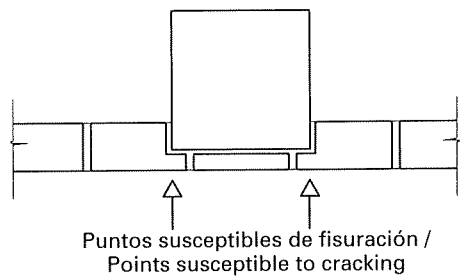


Fig. 9a

Moreover, this reduction in thickness facilitates the entry of outside moisture, not only through possible cracks but by capillary filtration through the cladding itself.

Based on the foregoing, the problem may best be prevented by building the wall in its full thickness along the front of the facade columns, separating it from the columns with a sheathing of some nature such as, for instance, low density compressible insulation or even a layer of polyethylene.

In this case, bracing elements must be envisaged to limit the length of the panel; one possible solution that may be recommended is to tie the facing to the columns as shown in Figure 9b.

The inadvisability of decreasing the thickness of the facade masonry veneering around columns should be extended as well to any service shafts positioned on the facade, such as ductways, downpipes or chimneys, drum cages for roller blinds, etc., where similar problems would be encountered.

Desde el punto de vista de la estanqueidad frente al agua consideramos conveniente el proteger el sellado con un elemento que actúe como principal barrera frente al agua, dejando fundamentalmente al sellado la misión de estanqueidad frente al aire.

Debe tenerse en cuenta que si bien en una junta vertical un defecto de sellado o el deterioro de éste pueden favorecer la entrada de agua, en una junta horizontal el riesgo es mayor.

En todo caso, siempre que un sellado quede visto y la función de estanqueidad quede confiada a él, debe incluirse dentro del necesario plan de mantenimiento del edificio, con revisiones periódicas, al menos anuales, renovándose cuando presente signos de desgaste, pérdidas de elasticidad, pérdidas de adherencia o fisuras.

En la Figura 8 mostramos un ejemplo de este tipo de juntas.

4.3. PASOS DE PILARES

La frecuente disposición de la fábrica en el paso de pilares en fachada, consistente en el chapado de éstos mediante piezas de ladrillo de menor espesor tomadas con mortero a dichos pilares, resulta muy susceptible a la fisuración ante los movimientos diferenciales de origen termohigrométrico entre ambos elementos y los propios movimientos estructurales del pilar.

El problema se agrava si, adicionalmente, la disposición de juntas verticales anteriormente comentada resulta insuficiente, por cuanto la unión de la fábrica con el pilar coarta el movimiento de ésta.

Como consecuencia de lo indicado pueden producirse fisuras en las piezas de chapado, particularmente en aquéllas denominadas generalmente "pistolas", obtenidas del corte en obra de piezas enteras, como se muestra en la Figura 9a.

Adicionalmente, la citada reducción constituye un punto susceptible a la entrada de humedad exterior, no sólo de la que se pudiera producir a través de las mencionadas fisuras, sino de la propia filtración por capilaridad a través del chapado.

Con base en lo indicado, consideramos que la disposición más idónea para evitar el problema descrito es la de pasar la fábrica entera delante de los pilares de fachada, independizándola de éstos mediante un elemento separador intermedio como, por ejemplo, un panel de aislamiento compresible de baja densidad o incluso una lámina de polietileno.

En tal caso, deben preverse elementos de rigidización transversal que limiten la longitud del paño, recomendando al respecto como posible solución la disposición de llaves de atado a dichos pilares, como se muestra en la Figura 9b.

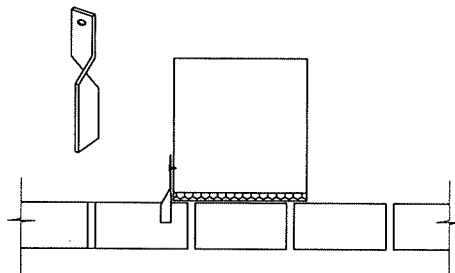


Fig. 9b

La conveniencia de no disminuir el espesor de la fábrica en fachada consideramos que debe extenderse no sólo a los mencionados pasos de pilares sino también a posibles conductos de pasos de instalaciones en fachada, como shunts, bajantes o chimeneas, capialzados de persianas, etc. donde el problema sería análogo al descrito.

Una adecuada solución para resolver todos esos puntos, incluyendo el "inevitable" chapado de los pasos de forjado, es la de independizar la fábrica de la estructura horizontal resistente, disponiendo una estructura auxiliar intermedia entre ambos que sirva de sujeción de la fábrica.

The use of sheathing to which the masonry can be attached and which separates it from the horizontal bearing structure is a suitable solution for all such cases, as well as for the "inevitable" cladding around floor slab edges.

Various bracket moulding systems - to use the terminology defined in standard UNE-EN 845-1:2001 - for this purpose have been patented and are available on the market, such as the one shown by way of illustration in Figure 10; their use in Spanish construction is, however, still limited.

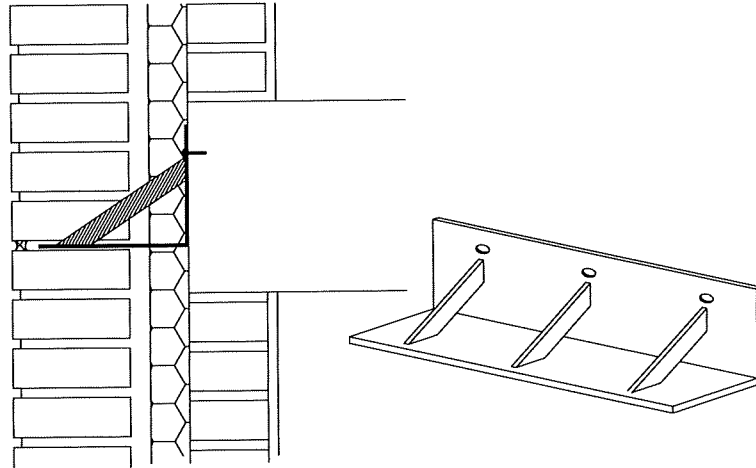


Fig. 10

5. REINFORCED MASONRY

Around 1950, in the wake of the growing use of reinforced concrete, reinforced masonry began to develop in Europe, essentially to enhance the performance of bearing masonry from the standpoint, in particular, of bending and shear strength [(15) and (16)].

The inclusion of reinforcing steel in walls may, however, also contribute to the absorption of dimensional variations due to temperature and humidity changes and structural movements, modifying the basic criteria discussed in Section 4 with respect to the maximum spacing between joints and their recommended position.

According to Chapter 5.2.3 of Eurocode 6, Part 1 - 1 "when reinforcement is provided in the bed joints to help control cracking or to provide ductility, the area of the reinforcement should not be less than 0.03% (of the gross cross-sectional area of the masonry) and the vertical spacing should not normally exceed 600 mm" and "horizontal reinforcement may aid in controlling cracking due to thermal movements or humidity".

The reinforcement most commonly used today is truss-type meshwork consisting of two parallel ribbed wires with a third continuous wire zigzagging between them (17).

In joints where traditional mortar is used, the longitudinal wires are generally 4 - 5 mm and the oblique wire 3.75 mm in diameter. Where epoxy mortar is used, the wires have a rectangular section, with the longitudinal wires measuring 6 mm in width by 2 mm in depth and the oblique wires 5.5 x 2 mm.

Pursuant to Chapter 5.2.2.4 of Eurocode 6 Part 1-1, the minimum depth of mortar cover from the reinforcing steel to the outer face of the masonry should not be less than 15 mm thick and the mortar cover above and below the reinforcement placed in bed joints should not be less than 2 mm, except when thin layer mortar is used. Figure 11.

According to some authors, where this type of reinforcement is used the spacing between expansion joints can be increased by from 50 to 100%, depending, primarily, on the type of masonry involved and the spacing between

Actualmente existen en el mercado diversos sistemas de perfiles patentados a tal fin, tipo ménsulas, según la terminología definida en la UNE-EN 845-1:2001, como el que a modo de ejemplo mostramos en la Figura 10, si bien, su introducción en la construcción española todavía sigue siendo muy escasa.

5. LA FÁBRICA ARMADA

Hacia 1950, siguiendo el ejemplo del hormigón armado, comienza a desarrollarse en Europa la fábrica armada, fundamentalmente como un sistema de mejora de los muros de fábrica resistente, al proporcionar a éstos un mejor comportamiento desde el punto de vista resistente, particularmente a flexión y a corte (15) y (16).

La incorporación de armaduras a las fábricas puede, sin embargo, contribuir asimismo a absorber las variaciones dimensionales de origen termohigrométrico de dichas fábricas y los movimientos de la estructura, modificando los criterios básicos que apuntábamos en el Apartado 4 en cuanto a las distancias y localizaciones de juntas recomendadas a tal fin.

En el Capítulo 5.2.3 del Eurocódigo 6, Parte 1 - 1, se indica que "con armaduras de tendeles en la fábrica para controlar su fisuración o para dotarla de ductilidad el área de la armadura no será menor que el 0,03% (del área bruta de la sección de la fábrica) y la separación vertical no será generalmente mayor que 600 mm" y que "la armadura transversal puede colaborar en el control de la fisuración debida a movimientos térmicos o a la humedad".

Actualmente las armaduras más empleadas son las formadas por una malla tipo cercha compuesta por dos alambres corrugados paralelos, unidos por medio de soldaduras mediante un alambre diagonal continuo en zigzag (17).

Para obras con juntas de mortero tradicional, el diámetro de los alambres longitudinales generalmente es de 4 - 5 mm y el del alambre diagonal de 3,75 mm. Para juntas con mortero - cola, los alambres son de sección rectangular, siendo generalmente los longitudinales de 6 mm de ancho y 2 mm de espesor y los diagonales de 5,5 x 2 mm (18).

De acuerdo con el Capítulo 5.2.2.4 del Eurocódigo 6, parte 1-1, el espesor mínimo del recubrimiento de mortero desde la armadura hasta la cara exterior de la fábrica será de 15 mm y el recubrimiento de mortero sobre y bajo la armadura del tendel será no menor que 2 mm, excepto cuando se empleen morteros finos. Figura 11.

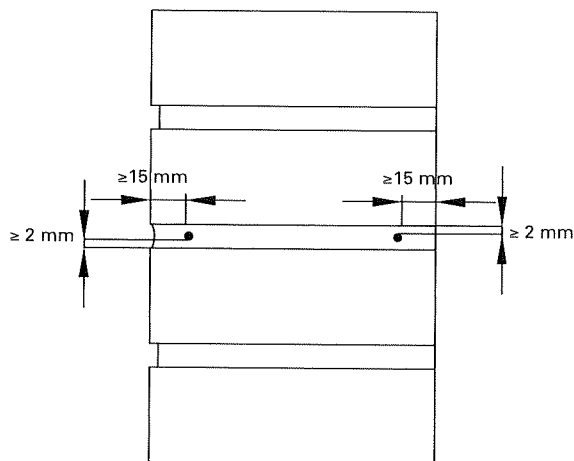


Fig. 11

De acuerdo con algunos estudios el empleo de este tipo de armadura permite aumentar la separación entre juntas de dilatación entre un 50 y un 100%, en función, principalmente, del tipo de fábrica y de la distancia entre los armados. No obstante hasta no disponer de datos más concretos al respecto, preferentemente recogidos en la normativa, recomendamos adoptar dichos criterios con prudencia.

Las citadas armaduras pueden asimismo contribuir a absorber otras tensiones, como las producidas en zonas de pequeños quiebros o cambios de altura, a las que anteriormente hacíamos referencia, en dinteles y antepechos de

reinforcing steel. However, until more specific data become available and, preferably, are included in standards, such criteria should be applied with extreme caution.

The meshwork referred can also contribute to absorbing other kinds of stress, such as the stress produced in the small continuity breaks or changes in building height referred above, window lintels and aprons or generated as a result of roof thrust, where it is recommendable to reinforce the first two or three courses of brick underneath the roof slab.

Furthermore, since such reinforcement improves the vertical bending strength of the panel, where used in the first two or three rows of a panel immediately above the bearing structure, it may, in conjunction with the horizontal joints described in Section 4.2, contribute to absorbing stress where horizontal structure deformability is incompatible with masonry strength.

ventanas, y las generadas como consecuencia de los empujes de cubierta, recomendando al respecto el armar las dos o tres hiladas de fábrica inferiores al forjado de cubierta.

Asimismo, empleadas en las dos o tres primeras hiladas de un paño sobre el soporte resistente, mejoran la resistencia del muro frente a flexión vertical, pudiendo, por tanto, colaborar en casos donde la deformabilidad de la estructura horizontal puede resultar incompatible con la rigidez de la fábrica, junto con la disposición de juntas horizontales descrita en el Apartado 4.2.

6. BIBLIOGRAPHY

- (1) CALAVERA, J. "Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón", Tomo 1, INTEMAC, Madrid, 1999.
- (2) UNE-ENV 1996-1-1. "Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica. Parte 1-1: Reglas generales para edificios. Reglas para fábrica y fábrica armada", AENOR, 1997.
- (3) UNE-ENV 1996-2. "Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica. Parte 2: Proyecto, selección de materiales y ejecución de fábricas", AENOR, 2000.
- (4) NTE-FFL. 1978. "Fachadas. Fábrica de Ladrillo", Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- (5) NBE FL-90. "Muros resistentes de fábrica de ladrillo", MOPT, 1991.
- (6) LUZÓN CÁNOVAS, J.M. Cuadernos INTEMAC N° 8: "Estabilidad estática de los cerramientos de fachadas de fábrica", INTEMAC, 1992.
- (7) "Building movements and joints". Portland Cement Association (PCA), Illinois (USA), 1982.
- (8) CIRIA. Technical Note 107 "Design for movement in buildings", Ciria, London, 1981.
- (9) UNE 67036. Productos cerámicos de arcilla cocida. Ensayo de expansión por humedad, AENOR, Enero 1999.
- (10) ISIDRO GORDEJUELA, FEDERICO DE. "Expansión por humedad de los productos cerámicos españoles: revisión de la normativa".
- (11) GOMEZ LOPEZ, E. "La expansión por humedad en los productos cerámicos de la construcción". Tesis Doctoral realizada bajo la dirección de F. ARREDONDO VERDU. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Madrid, 1985.
- (12) CALAVERA, J; GARCIA DUTARI, L; Cálculo de flechas en estructuras de hormigón, 1ª edición, INTEMAC, Madrid, 1992.
- (13) HISPALYT. "Manual. Ejecución de fachadas con ladrillo cara vista", Hispalyt, Madrid, 1998.
- (14) UNE-EN 845-1:2001 "Especificación de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 1: Llaves, amarres, estribos y ménsulas", AENOR, 2001.
- (15) CSIC. Informes de la Construcción. Vol. 44, nº 421, septiembre/octubre, 1992.
- (16) CSTC. "La maçonnerie armée". CSTC Magazine, Bruxelles, Printemps, 2001.
- (17) UNE-EN 845-3:2001. "Especificación de componentes auxiliares para fábricas de albañilería". Parte 3: Armaduras de tendel prefabricadas de malla de acero.
- (18) Documentación técnica de Murfor. Bekaert, S.A.

6. BIBLIOGRAFÍA

- (1) CALAVERA, J. "Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón", Tomo 1, INTEMAC, Madrid, 1999.
- (2) UNE-ENV 1996-1-1. "Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica. Parte 1-1: Reglas generales para edificios. Reglas para fábrica y fábrica armada", AENOR, 1997.
- (3) UNE-ENV 1996-2. "Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica. Parte 2: Proyecto, selección de materiales y ejecución de fábricas", AENOR, 2000.
- (4) NTE-FFL. 1978. "Fachadas. Fábrica de Ladrillo", Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- (5) NBE FL-90. "Muros resistentes de fábrica de ladrillo", MOPT, 1991.
- (6) LUZÓN CÁNOVAS, J.M. Cuadernos INTEMAC Nº 8: "Estabilidad estática de los cerramientos de fachadas de fábrica", INTEMAC, 1992.
- (7) "Building movements and joints". Portland Cement Association (PCA), Illinois (USA), 1982.
- (8) CIRIA. Technical Note 107 "Design for movement in buildings", Ciria, London, 1981.
- (9) UNE 67036. Productos cerámicos de arcilla cocida. Ensayo de expansión por humedad, AENOR, Enero 1999.
- (10) ISIDRO GORDEJUELA, FEDERICO DE. "Expansión por humedad de los productos cerámicos españoles: revisión de la normativa".
- (11) GOMEZ LOPEZ, E. "La expansión por humedad en los productos cerámicos de la construcción". Tesis Doctoral realizada bajo la dirección de F. ARREDONDO VERDU. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Madrid, 1985.
- (12) CALAVERA, J; GARCIA DUTARI, L; Cálculo de flechas en estructuras de hormigón, 1ª edición, INTEMAC, Madrid, 1992.
- (13) HISPALYT. "Manual. Ejecución de fachadas con ladrillo cara vista", Hispalyt, Madrid, 1998.
- (14) UNE-EN 845-1:2001 "Especificación de componentes auxiliares para fábricas de albañilería. Parte 1: Llaves, amarres, estribos y ménsulas", AENOR, 2001.
- (15) CSIC. Informes de la Construcción. Vol. 44, nº 421, septiembre/octubre, 1992.
- (16) CSTC. "La maçonnerie armée". CSTC Magazine, Bruxelles, Printemps, 2001.
- (17) UNE-EN 845-3:2001. "Especificación de componentes auxiliares para fábricas de albañilería". Parte 3: Armaduras de tendel prefabricadas de malla de acero.
- (18) Documentación técnica de Murfor. Bekaert, S.A.

Relación de Personal Titulado de INTEMAC

Arquitectos

Fernández Sáez, Ana María
Fraile Mora, Serafín
Gil Vargas, Eduvigis
López-Nava Muñoz, Alberto Ignacio
Luzón Cánovas, José M^a
Sánchez Arroyo, Jesús M^a
Sicilia Mañá, Beatriz

Dra. en Ciencias Físicas

Tejedor Miralles, Beatriz

Dra. en Geografía e Historia

Calavera Vayá, Ana María

Ingenieros de Caminos

Anlló Rodríguez, María
Baena Alonso, Eva
Barrios Corpa, Roberto
Beteta Cejudo, M^a Carmen
*Calavera Ruiz, José
Carpintero García, Ismael
Castillo Fernández, Luis Javier
Cortés Bretón, Juan María
Corral Folgado, Claudio
Dávila Sánchez-Toscano, Suyapa
Díaz Heredia, Elena
Díaz Lozano, Justo
Fernández Fenollera, Salvador
*Fernández Gómez, Jaime Antonio
Garay Sánchez, Raúl
Garrido Baró, Juan Carlos
Gil García, Alfonso
González González, Juan José
*González Valle, Enrique
*Hostalet Alba, Francisco
*Izquierdo Bernaldo de Quirós, José M^a
Jiménez Ortiz, Gonzalo
Ley Urzaiz, Jorge
Molero Rodríguez, Teresa
Munugarren Martínez, Miguel Angel
Recio Cañadas, Alba
Rodríguez Escribano, Raúl Rubén
Rodríguez Romero, Jesús M^a
Roquer i Sala, Ramón
Ruiz Fuentes, M^a Josefa
Ruiz Jiménez-Alfaro, Felipe
Sanz Pérez, Lorenzo
Sirvent Sirvent, Enrique
Tapia Menéndez, José
Torre Cobo, María Carmen
Valdéz Fernández de Alarcón, Pablo
Vidal Vacas, Ángel

Ingeniero en Cartografía y Geodesia

López-Canti Casas, Elisa

Ingenieros I.C.A.I.

Marín Estévez, Gonzalo
Escarpizo-Lorenzana Martínez, Jorge

Ingenieros Industriales

*Alvarez Cabal, Ramón Amado
Arroyo Arroyo, José Ramón
Bayonne Sopo, Enrique
Estrada Gómez, Rafael
*Santos Olalla, Francisco
Torruella Martínez, Josep M^a
*Valenciano Carles, Federico

Ingeniero de Minas

Ramos Sánchez, Adelina

Profesores Mercantiles

González Alvarez, Vicente
Sampedro Portas, Arturo

Licenciado en Ciencias Ambientales

Gil Esteban, Luis Miguel

Licenciado en C. Económicas y Empresariales

González Chavero, Antonio

Licenciados en Ciencias Geológicas

Abajo Clemente, Angel
Blanco Zorroza, Alberto
Orejas Contreras, M^a Carmen
Postigo Lafarga, Sergio
Usillos Espín, Pablo

Licenciados en Ciencias Químicas

Benito Hijosa, Leticia
Grandes Velasco, Sylvia María
López Sánchez, Pedro
Marín Calvo, Celia
Morgado Sánchez, José Carlos

Licenciado en Derecho

*Jarillo Cerrato, Pedro

Arquitectos Técnicos

Andrés Alarcón, Manuel
Baena Alonso, Carmen
Carrato Moñino, Rosa M^a
Enrici Redondo, M^a Alejandra
Estévez Márquez, Lourdes
Fernández Jiménez, Amelia
Gallego Castro, Sergio
García García, M^a Carmen
Martínez Pérez, Inmaculada
Montejano Jiménez, María del Carmen
Muñoz Mesto, Angel

Ingenieros Técnicos Industriales

Díaz-Trechuelo Laffón, Antonio
González Carmona, Manuel
Madueño Moraño, Antonio
Muñoz Fuentes, Miguel Angel
Ramírez Rodríguez, José Luis
Sánchez Dorado, Carlos Javier

NOTA: Todo el personal de INTEMAC trabaja en dedicación completa y exclusiva, con la excepción de las personas arriba indicadas con, a las que se autoriza la dedicación a la Enseñanza Universitaria en régimen de dedicación personal.

Ingenieros Técnicos de Minas

López García, Ignacio
Sillero Arroyo, Andrés

Ingenieros Técnicos Obras Públicas

Andrés Alarcón, Manuel
Bobo Guerrero, Jonathan
Carrero Crespo, Rafael
Collazos Ramos, Coral
Freire Peláez, M^a Isabel
Galán de Cáceres, M^a del Puerto
García Menéndez, David
González Isabel, Germán
González Nuño, Luis
Gutiérrez Garrosa, Raúl
Mata Soriano, Juan Carlos
Merino Rodríguez, Pablo
Molina Collell, Blas
Montiel Sánchez, Ernesto
Muelas Moro, Elena
Muñoz Mesto, Angel
Prieto Antón, Eva Sonia
Ramos Valdés, Raquel
Rodríguez García, M^a Vanessa
Romero Taboada, José Vicente
Rosa Moreno, José Andrés
Rosselló Marí, Carlos
Rozas Hernando, José Juan
Sánchez Vicente, Andrés

Sillero Olmedo, Rafael
Soto López, Elena del
Vicente Girón, Susana
Zamora Pérez, Ángel

Técnico en Administración de Empresas

González del Olmo, M^a de la Peña de F.

Ing. Técnico en Informática de Sistemas

Rodríguez Alfonso, Iván

Técnico en Publicidad

Blanco Armas, Cristina

Topógrafo

Alquézar Falceto, Ricardo

Ingenieros Técnicos Topógrafos

Arbesuk Prado, Mónica
Barragán Bermejo, M^a Vicenta
Campos Delgado, Juan Carlos
Carreras Ruíz, Francisco
Galindo Mena, José
Molero Vicente, M^a Isabel
Salado Rodilla, Rafael
Sánchez Martín, María de la O
Torés Campos, Ana M^a
Vicente Conde, M^a Isabel

CUADERNOS INTEMAC



CUADERNOS INTEMAC es una publicación trimestral, bilingüe en español e inglés, en forma de monografías que recogen trabajos realizados por los técnicos del Instituto o presentados en los Cursos y Conferencias organizados por el mismo.

Los temas tratados cubren tanto el campo de las Obras Públicas como el de la Edificación y sus Instalaciones.

Precio de la suscripción Año 2002: 21,97 €

ULTIMOS TITULOS PUBLICADOS

Cuaderno Nº 43
 "Estudio sobre la variación de color y la durabilidad en hormigones vistos con adición de pigmentos sometidos a tratamientos de exposición ambiental".
 Autores: Fco. CARVALHO de ARRUDA, Dr. Ing. de Civil.
Prof. J. CALAVERA RUIZ, Dr. Ing. de Caminos.
Prof. J. FERNÁNDEZ GÓMEZ, Dr. Ing. de Caminos.
P. LÓPEZ SÁNCHEZ, Licenciado en Químicas.

Cuaderno Nº 44
 "Distancias y detalles constructivos para la ejecución en puntas de cerramientos de fachadas de ladrillo".
 Autores: J. M^a. LUZÓN CÁNOVAS, Arquitecto.
A. FERNÁNDEZ SÁENZ, Arquitecto.
A. MUÑOZ MESTO, Arquitecto Técnico e ITOP.
J. SÁNCHEZ ARROYO, Arquitecto.

CUADERNOS DE PROXIMA APARICION

Cuaderno Nº 45
 "Mecanismos de respuesta frente al esfuerzo cortante en vigas prefabricadas".
 Autor: D. FERNÁNDEZ-ORDÓÑEZ HERNÁNDEZ, Dr. Ing. de Caminos.

Cuaderno Nº 46
 "Influencia previsible en el futuro de la prefabricación del hormigón de altas prestaciones".
 Autor: Prof. J. CALAVERA RUIZ, Dr. Ing. de Caminos.

MONOGRAFÍAS INTEMAC



A partir de junio de 1998 INTEMAC emprendió una nueva línea de publicaciones con un carácter eminentemente práctico, destinadas a tratar temas muy concretos que, o bien presentan un nivel de problemas acusados en la práctica, o bien están insuficientemente cubiertos por la Normativa y la documentación técnica existente.

MONOGRAFÍA INTEMAC Nº 3

"Aspectos visuales del hormigón".

Autores: Prof. J. Calavera Ruiz, Prof. J. Fernández Gómez, G. González Isabel, P. López Sánchez, Prof. J. M. Pérez Luzardo.

Precio de la Monografía 31,81 €

MONOGRAFÍA INTEMAC Nº 4

"Prefabricación de edificios y naves industriales".

Autores: Prof. J. Calavera, Prof. J. Fernández Gómez

Precio de la Monografía 31,81 €

VIDEOS TECNICOS



INTEMAC, dentro de sus actividades en el campo de la información, ha iniciado la edición de una serie de VIDEOS TÉCNICOS, analizando distintos campos de la construcción.

SERIE OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA, ARMADO Y PRESENTADO.

REFERENCIA	TÍTULO	CONTENIDO	DURACIÓN	PRECIO
Nº 2001 (1-1)	MUESTREO DE HORMIGÓN FRESCO, FABRICACIÓN Y ENSAYO DE PROBETAS DE HORMIGÓN	Contempla de forma completa y detallada el proceso de toma de muestras de hormigón fresco en obra, la medida de la consistencia con el Cono de Abrams, fabricación de probetas, curado en obra, transporte del laboratorio, curado en cámara, refrentado y ensayo a compresión. Esta nueva versión del video 8801 (1), introduce las modificaciones de EHE y un sistema de estudio de la distribución de presiones de la prensa sobre la probeta así como los aspectos particulares del ensayo de hormigones de alta resistencia.	30 minutos	94,79 €

BOLETIN BIBLIOGRAFICO

BOLETIN BIBLIOGRAFICO
9207
SERVICIO DE DOCUMENTACION



INTEMAC viene realizando desde su fundación un BOLETIN BIBLIOGRAFICO para uso interno, que ofrece, en una lectura rápida, un panorama general de todas las publicaciones técnicas disponibles. Desde 1991, esta publicación bimestral, ha sido puesta a disposición del público.

EL BOLETIN BIBLIOGRAFICO incluye:

Fotocopia del índice y de los resúmenes de los artículos contenidos en las 105 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.

Secciones de Bibliografía y Cursos.

Una sección de Congresos, Reuniones Técnicas y Ferias de próxima celebración en todo el mundo.

Tarifa de suscripción anual (6 números) 144,24 €

CONSULTAS E INFORMES BIBLIOGRAFICOS

INFORMES BIBLIOGRAFICOS
SERVICIO DE DOCUMENTACION



EL INSTITUTO tiene 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 18 €
 Cantidad a abonar por referencia 0,36 €
 Cantidad a abonar por hoja de fotocopia de documento. 0,18 €

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: 90,15 € más la tarifa de la consulta.

ARTICULOS TECNICOS

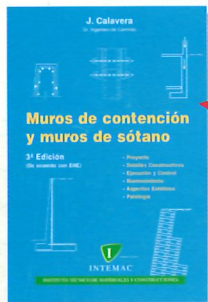
ARTICULOS TECNICOS
SERVICIO DE DOCUMENTACION



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 completa de títulos.

- 66 INFLUENCIA DE LA RUGOSIDAD Y LA CUANTÍA DE COSIDO EN EL COMPORTAMIENTO DE LAS PIEZAS COMPUESTAS SOLICITADAS A FLEXIÓN
Enrique González Valle; Jaime Gálvez Ruiz; Luis García Dutari; Ramón Albarez Caval.
- 67 EL HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA (HSC); LAS CARACTERÍSTICAS QUE CONDICIONAN EL CALCULO ESTRUCTURAL. Enrique González Valle.
- 68 LA REALIZACIÓN DE ENSAYOS DE INFORMACIÓN EN LAS OBRAS. Adolfo Delibes Liniers.
- 69 INVESTIGACIÓN SOBRE REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO DAÑADAS POR CORROSIÓN DE ARMADURAS. Adolfo Delibes Liniers; Jaime Fernández Gómez.
- 70 HORMIGONADO EN CONDICIONES METEOROLÓGICAS ADVERSAS: ESTUDIO DE LOS ACCIDENTES OCURRIDOS DURANTE EL HORMIGONADO DE UN TABLERO POSTENSADO. Adolfo Deliniers; Jaime Fernández Gómez; Miguel Angel Acón Robleña.
- 71 LA INFLUENCIA DEL DIAGRAMA TENSIÓN DEFORMACIÓN EN EL CÁLCULO A FLEXIÓN DE SECCIONES REALIZADAS CON HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA. Enrique González Valle; José M^a Izquierdo; Bernaldo de Quirós.
- 72 EFECTOS DINÁMICOS EN PUENTES. VARIACION DEL COEFICIENTE DE IMPACTO. Enrique López del Hierro Fernández; Juan José Benito Muñoz; Javier Gallego Valarde; Ramón Álvarez Cabal.
- 73 CUBIERTAS METÁLICAS DE GRAN LUZ. Mercedes Gómez Álvarez; Justo Díaz Lozano; Ramón Álvarez Cabal.
- 74 LA INSPECCIÓN Y ENSAYO. ORGANIZACIONES DE CONTROL DE CALIDAD Y LABORATORIOS. José Calavera Ruiz.

P.V.P. 2,40 € / ejemplar.



NUEVO
2001

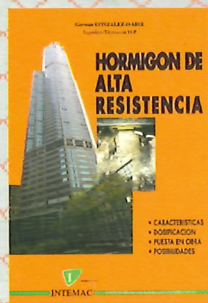
De acuerdo con la nueva instrucción EHE

MUROS DE CONTENCIÓN Y MUROS DE SÓTANO

J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)

- 374 páginas
- 244 Figuras
- 23 Fotografías
- 88 Referencias Bibliográficas
- Encuadernación en guaflex

Precio: 67,45 €



HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA

G. GONZÁLEZ-ISABEL
(Ingeniero Técnico de O. P.)

- 316 páginas
- Encuadernación en guaflex

Precio: 41,97 €

CÁLCULO, CONSTRUCCIÓN Y PATOLOGÍA DE FORJADOS DE EDIFICACIÓN

J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)

Agotada la 4ª Edición
5ª Edición: Noviembre 2001

AGOTADO

MANUAL DE FERRALLA

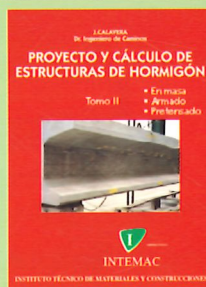
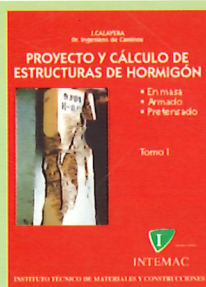
J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)

E. GONZÁLEZ VALLE
(Dr. Ingeniero de Caminos)
J. FERNÁNDEZ GÓMEZ
(Dr. Ingeniero de Caminos)

F. VALENCIANO (Ingeniero Industrial)

Nueva edición: Marzo 2002

AGOTADO



PROYECTO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

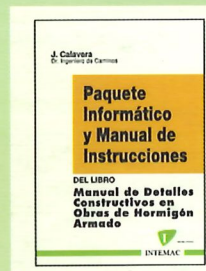
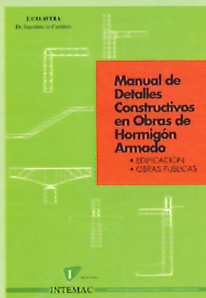
J. CALAVERA
(Dr. Ingeniero de Caminos)

De acuerdo con la nueva instrucción EHE

- EN MASA
- ARMADO
- PRETENSADO

- 2 Tomos con 2014 páginas
- 1296 Figuras
- 96 Fotografías
- 47 Ejemplos resueltos
- 139 Gráficos y Tablas de Cálculo
- 634 Referencias Bibliográficas

Precio de la obra completa: 148,95 €



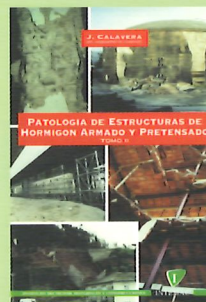
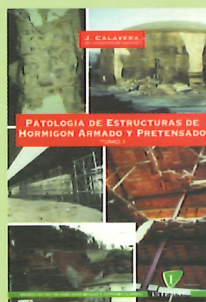
MANUAL DE DETALLES CONSTRUCTIVOS EN OBRAS DE HORMIGÓN ARMADO

J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)

- 506 páginas, tamaño UNE A-4 • 210 detalles constructivos • 210 páginas de comentarios y recomendaciones • Encuadernación en guaflex

Precio: - Libro: 106,41 € - Paquete informático: 188,12 €
(Manual de Instrucciones y Disquetes)

El libro y el programa se venden por separado

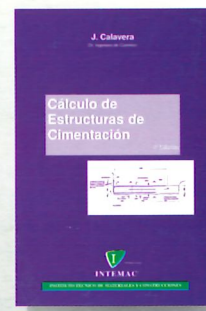


PATOLOGÍA DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO

J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)

- Tomo I - Capítulos 1 a 12 • Tomo II - Atlas de fisuras - Ábacos de cálculo
- 680 páginas • 231 fotografías • 258 figuras • 118 referencias bibliográficas
- Encuadernación en guaflex

Precio de la obra completa: 106,41 €



NUEVO
2000

De acuerdo con la nueva instrucción EHE

CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE CIMENTACIÓN

J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)

- Un volumen con 519 páginas
- 271 Figuras
- 24 Ejemplos resueltos
- 39 Gráficos y Tablas de Cálculo
- 30 Tablas para el cálculo directo de Zapatas corridas según EHE, EUROCÓDIGO EC-2 Y ACI 318-99
- 30 Tablas para el cálculo directo de Zapatas aisladas según EHE, EUROCÓDIGO EC-2 Y ACI 318-99
- 90 Referencias Bibliográficas
- Encuadernación en guaflex

Precio: 67,15 €



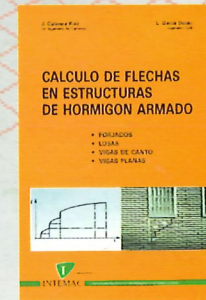
TECNOLOGÍA Y PROPIEDADES MECÁNICAS DEL HORMIGÓN

A. DELIBES (Dr. Ingeniero de Caminos)

2ª Edición

- 396 páginas
- Encuadernación en guaflex

Precio: 51,03 €



CÁLCULO DE FLECHAS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)

L. GARCÍA DUTARI (Ingeniero Civil)

- 336 páginas
- 312 tablas de comprobación de Forjados, Losas, Vigas de Canto y Vigas Planas
- Un disquete conteniendo tres programas informáticos de Cálculo de Flechas, para secciones de forma cualquiera
- Encuadernación en guaflex

Precio: 47,41 €
(Libro más paquete Informático)