

CUADERNOS INTEMAC

Patología de los pavimentos cerámicos

Tile floor pathology

J. M^a. Luzón Cánovas
Arquitecto, Jefe del Departamento de Control
de Proyecto de Albañilería y Acabados
Architect, Head of Masonry and Finishing
Project Control Department
Intemac

Jesús Sánchez Arroyo
Arquitecto, Departamento de Control
de Proyecto de Albañilería y Acabados
Architect, Masonry and Finishing
Project Control Department
Intemac



METIRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

N.º-66

2.º TRIMESTRE '07



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
AUDIT

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

PATOLOGÍA DE LOS PAVIMIENTOS CERÁMICOS

TILE FLOOR PATHOLOGY



J. Mª. Luzón Cánovas
Arquitecto
Jefe del Departamento de Control de Proyecto
de Albañilería y Acabados
Architect
Head of Masonry and Finishing
Project Control Department
Intemac



Jesús Sánchez Arroyo
Arquitecto
Departamento de Control de Proyecto
de Albañilería y Acabados
Architect
Masonry and Finishing
Project Control Department
Intemac

Copyright @ 2007, 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-49879-2004

Invoprint, s.l.

CONTENTS

1. INTRODUCTION
2. SUB-FLOORING COMPOSITION
3. FLOORING ADHESIVES
4. LAYING THE FLOOR
 - 4.1. Adhesives
 - 4.2. Laying the floor
5. THE CERAMIC MATERIAL

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. COMPOSICIÓN DEL SOPORTE
3. MATERIALES DE AGARRE DEL PAVIMENTO
4. COLOCACIÓN DEL PAVIMENTO
 - 4.1. Sobre el material adhesivo
 - 4.2. Sobre el sistema de colocación del pavimento
5. EL MATERIAL CERÁMICO

1. INTRODUCTION

In the last few decades, the ceramic industry has brought a growing variety of tiles to market, characterized by their scant thickness, large size and low or very low water absorption (known commercially as "porcelain tile", "compact porcelain tile" or similar). At the same time, thermal and/or acoustic insulation has been built into the sub-flooring to meet consumer demands for indoor comfort. These developments in ceramic tiling and underlayers have, however, gone hand-in-hand with an increase in flooring pathologies, due (primarily) to incorrect design specifications, poor workmanship or both.

This Review aims to discuss some representative examples of the most common pathologies in today's tile floors, as well as their causes and prevention. The discussion therefore addresses the main properties of the materials involved (tile, sub-flooring components and adhesives), their optimal use and laying specifications.

2. SUB-FLOORING COMPOSITION

The composition of traditional sub-flooring for tile floors, described in Spanish standard NTE RSR "Floor and staircase flooring. Rigid units", consists in reinforced concrete floor slab + layer of sand + mortar screed.

This composition was found to be effective until relatively recently, but today's tendency to include layers of thermal and acoustic insulation in sub-flooring, along with the use of lower strength beds of sand and/or mortar, often as a fill to raise the floor to a specified elevation, has proven to be incompatible with the rigidity of ceramic (and other types of) tile. The result is the appearance of "waves"¹ and sunken cracks exhibiting a generally erratic direction and location, as illustrated in figures 1 and 2.

On occasion, apparently similar cracks may appear as a result of deformation in the horizontal structure that is incompatible with the rigidity of these tiles, although in such cases the damage is usually located at mid-span between consecutive vertical supports and may also affect the adjacent walls. See Figure 3.

The following measures are recommended to limit this type of damage:

- In composite sub-flooring (consisting in several layers), if sand is used as a levelling and separation layer, the recommended grain size distribution is from 0.08 to 5 mm. For greater compactness, the layer, which should be no more than 2 cm thick, should be stabilized as a moist mix containing one part of sand per approximately eight of cement. Where these requirements are not met, the sand layer becomes one of the most frequent causes of cracking and the appearance of "waves", particularly in tiles less than 1 cm thick. (See Figure 4.)

¹ The term "waves" is used to mean the appearance of shine or glow on a floor, usually perceptible only when hit by the light at a certain angle.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la industria cerámica ha puesto en el mercado una creciente tipología de pavimentos de reducido espesor, grandes formatos y bajo o muy bajo porcentaje de absorción de agua (denominados, comercialmente, "gres compacto", "gres porcelánico", etc...). Por otra parte, las exigencias de bienestar en los edificios han conllevado la incorporación de materiales aislantes térmicos o acústicos, en la composición del soporte del pavimento. Paralelamente a este desarrollo de las baldosas cerámicas y de su soporte, se ha producido un incremento de las patologías en este tipo de pavimentos, debido principalmente a incorrectas prescripciones de proyecto, a una defectuosa ejecución o a ambas causas.

El objeto principal de este Cuaderno es el de mostrar ejemplos representativos de las patologías más comunes en los pavimentos cerámicos actuales, exponer su origen y el modo de evitarlas. Para ello, exponemos las principales características de los materiales empleados (baldosas, componentes del soporte y materiales de agarre), sus usos idóneos y sus prescripciones de puesta en obra.

2. COMPOSICIÓN DEL SOPORTE

La composición tradicionalmente empleada en un soporte interior para la colocación de un pavimento cerámico, básicamente ha sido la definida en la norma NTE RSR "Revestimientos de suelos y escaleras. Piezas rígidas": forjado o solera de hormigón armado + capa de arena + capa de mortero.

Esta composición ha demostrado su eficacia hasta fechas relativamente recientes pero, en los momentos actuales, la incorporación de capas de aislamiento térmico y acústico en la composición del soporte, junto con la disposición de capas de arena y/o de mortero de baja resistencia, a menudo dispuestas como capas de relleno para alcanzar una determinada cota, han resultado incompatibles con la rigidez de las baldosas cerámicas (y de otro tipo de baldosas). La consecuencia es la aparición de "aguas"¹ y fisuras rehundidas respecto del plano del pavimento, generalmente de trazado y localización erráticas, como a modo de ejemplo mostramos en las figuras nºs 1 y 2.

En ocasiones, fisuras aparentemente similares pueden producirse como consecuencia de deformaciones en la estructura horizontal incompatibles con la rigidez de dichas baldosas, si bien, en este caso, la localización de los daños suele aparecer principalmente hacia el centro de la luz entre soportes contiguos y afectan también a los tabiques contiguos. Ver Figura nº 3.

Para limitar la aparición de ese tipo de daños recomendamos las siguientes medidas:

- En soportes compuestos (formados por varias capas), si se opta por el empleo de una capa niveladora y sepa-

¹ Entendemos por "aguas" la aparición de brillos o reflejos en la superficie de un solado, generalmente sólo perceptibles bajo un determinado ángulo de incidencia de la luz.



Figure 1. "Waves" (top) and closed cracks (bottom).

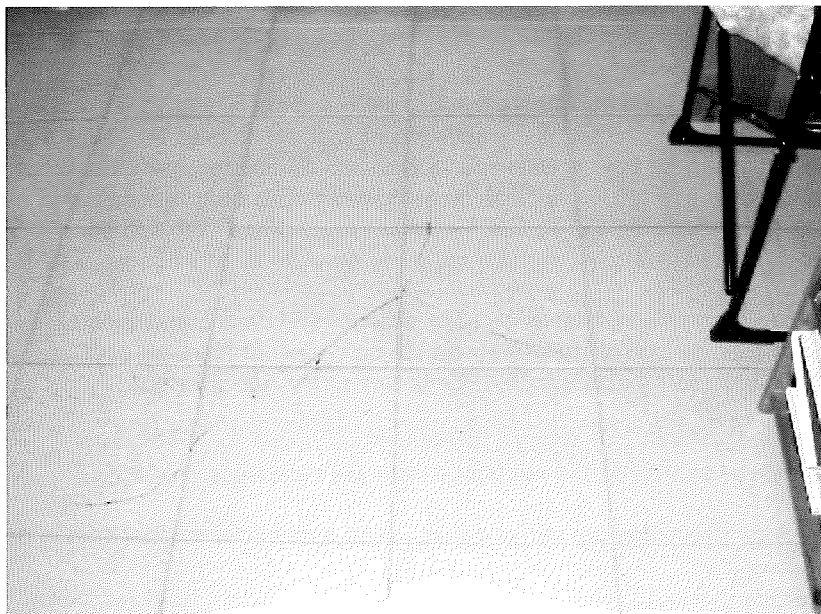


Figure 2. Open cracks with no settling or rising.



Figura n° 1. "Aguas" (parte superior) y fisuras de bordes cerrados (parte inferior).

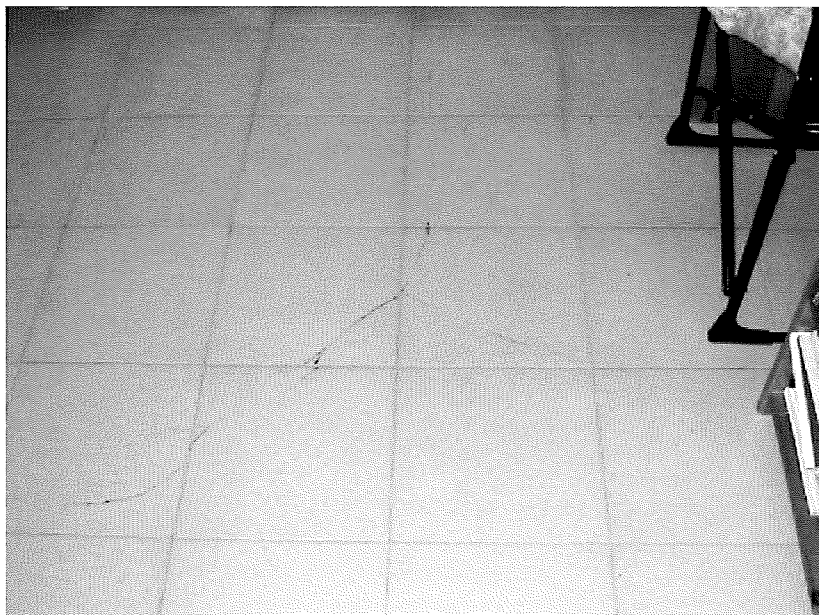


Figura n° 2. Fisuras de bordes abiertos, en el plano del pavimento.



Figure 3. Cracks in flooring due to excessive slab deformation (note that the wall on the left is also cracked).



Figure 4. Measuring the thickness of the sand layer (6 cm) in a cracked tile floor (note also the irregular grain size distribution of the sand)

radadora de arena recomendamos que su granulometría esté comprendida entre 0'08 y 5 mm, y su espesor no supere los 2 cm, siendo aconsejable estabilizarla en una mezcla húmeda formada por una parte de arena por ocho de cemento aproximadamente, para dotarla de una mayor compacidad. Si no se cumplen estas dos condiciones, la capa de arena se convierte en una de las causas más frecuentes de fisuración y formación de "aguas", especialmente en las baldosas cuyo espesor es inferior a 1 cm. (Ver Figura nº 4).



Figura nº 3. Pavimento fisurado por deformación excesiva del forjado (obsérvese que también afecta al tabique situado a la izquierda).



Figura nº 4. Medición del grosor de la capa de arena (6 cm) en un pavimento afectado por fisuras (obsérvese, también, la irregular granulometría de la arena).

- As a general rule, a 3- to 5-cm thick layer of class M-5a mortar should be applied.
- If the sub-flooring is deformable or includes potentially compressible layers of material (thermal insulation in a radiant floor, on a slab over an outdoor or unheated area or on an inverted roof), the mortar should be stronger (class M-7.5a), thicker (from 4 to 6 cm) and preferably reinforced: normally with galvanized welded wire fabric weighing from 200 to 700 g, although steel or plastic fibres may be added during mixing instead. The compressive strength of the thermal insulation, in turn, should not be under 0.2 MPa (2 kg/cm²), while the type of insulation used in inverted roofs (extruded polystyrene) is recommended over *in situ*-expanded polystyrene or polyurethane². Similar precautions are recommended for the mortar layer when impact and acoustic insulation membranes are laid in the sub-flooring.

The use of sand with such materials should be avoided as far as possible, and the insulation laid, rather, directly on the floor slab.

3. FLOORING ADHESIVES

The principle underlying ceramic tile bonding to traditional mortar (cement, sand and water) is as follows: part of the mixing water, which contains dissolved cement components (called the "grout"), penetrates into the surface pores and channels on the back of the tile. As it sets, the hardened grout inside these pores secures the tile to the mortar. Consequently, if a good mechanical bond is to form, ceramic tile must be water absorbent.

In traditional tile, mechanical bonding is often improved by smoothing the surface of the fresh mortar (to bring more grout to the surface) or sprinkling the back of the tile with dry cement.

When water absorption in ceramic tile is low (less than or equal to 3%, according to the Spanish and European standard UNE-EN 14411: 2003 classification), traditional mortar cannot bond to it mechanically, even when the above two procedures are used. In such cases, a chemical bond must be formed at the interface between the mortar and the tile. This is achieved with (liquid or powder) admixtures or by replacing the cement with polymer resins, which go by the generic term "adhesives" and in Spain are defined and classified in standard UNE-EN 12004:2001 "Adhesives for ceramic tile. Definitions and specifications"³.

As a general rule, traditional mortar is not recommended for laying ceramic tile flooring with a water absorption of under 3%: therefore, it should not be used with compact porcelain tile or low-absorption porcelain tile⁴, regardless of the size of the units and their indoor or outdoor location.

² The use of insulation in the slab other than extruded polystyrene may be recommended if endorsed by a technical approvals certificate or similar.

³ The classification by material composition set out in Spanish and European standard UNE-EN 12004:2001, "Adhesives for ceramic tile: Definitions and specifications" is as follows:

Cement-based adhesive (type C): cement, sand and admixtures. Supplied as a powder to be mixed with water *in situ*.

Suspended adhesive (type D): polymers, sand and admixtures in an aqueous suspension. Supplied ready to use.

Reactive resin adhesive (type R): synthetic resins, sand and admixtures. Supplied in one or several packages, ready to use or to be mixed (not with water) *in situ*.

Each type (C, D, R) is divided into "standard" (class 1) and "enhanced" (class 2); materials in the latter meet a series of additional requirements, primarily longer or shorter setting time, bonding and skidding under special conditions, or longer or shorter handling time.

⁴ In Spain, "porcelain tile" and "compact porcelain tile" are generally characterized by the following:

Porcelain tile: dry pressed, enamelled tile, with low or medium water absorption. "Rustic" porcelain tile refers to extruded, usually non-enamelled tile.

Compact porcelain tile (also known as single layer porcelain tile): dry pressed, usually non-enamelled tile, with very low water absorption. (Although the term very low absorption has been deleted from the present version of Spanish and European standard UNE-EN 14411:2003, here it is regarded to mean under 0.5%).

- Con carácter general, debe emplearse un mortero de clase M-5a y espesor comprendido entre 3 y 5 cm.
- Si el soporte es deformable o incluye capas de material potencialmente compresible (un aislante térmico, en una instalación de suelo radiante, en un forjado sobre espacio exterior o no calefactado o en una cubierta "invertida"), debe emplearse un mortero más resistente (clase M-7'5a), de mayor espesor (entre 4 y 6 cm) y preferentemente armado; lo habitual es utilizar una malla electrosoldada de acero galvanizado, de peso comprendido entre 200 y 700 g/m², aunque también pueden utilizarse fibras de acero o de material plástico, añadidas durante el amasado. Por su parte, el aislante térmico debe tener una resistencia a la compresión no inferior a 0'2 MPa (2 kg/cm²), recomendando el empleo de aislantes del tipo habitualmente empleado en cubiertas invertidas (poliestireno extruido) y no de poliestireno expandido o de poliuretano de aplicación in situ². Análoga precaución, en cuanto a las características de la capa de mortero, recomendamos adoptar en suelos donde se dispongan láminas acústicas antiimpacto, o similar.

El empleo de esos materiales aislantes hace aconsejable, en lo posible, evitar la capa de arena, colocando los aislantes sobre el forjado.

3. MATERIALES DE AGARRE DEL PAVIMENTO

El principio en que se basa la adherencia de una baldosa cerámica sobre un mortero tradicional (cemento, arena y agua) responde al siguiente proceso: parte del agua de amasado, que contienen en disolución los componentes del cemento (denominada "lechada") penetra por los poros y canales superficiales del dorso de la baldosa. Al producirse el fraguado, la lechada endurecida dentro del material ejerce una acción de anclaje al mortero. Por tanto, para que la adherencia mecánica se produzca de forma adecuada, es necesario que la baldosa cerámica sea lo suficientemente absorbente.

Para mejorar la adherencia mecánica con un mortero tradicional se recurre, habitualmente, al alisado de la superficie del mortero fresco (que provoca un afloramiento adicional de lechada), o al espolvoreo de la superficie con cemento seco.

Cuando las baldosas cerámicas tienen un porcentaje de absorción de agua bajo (menor o igual al 3%, según la clasificación de la norma UNE-EN 14411: 2003), el mortero tradicional no puede adherirse mecánicamente a ellas, ni recurriendo a los dos procedimientos expuestos anteriormente. En estos casos, debe conseguirse una adherencia química, en el plano de contacto entre el mortero y el material. Para ello, se recurre al empleo de aditivos en el mortero (líquidos o pulverizados) o a la sustitución del cemento por resinas poliméricas: son los habitualmente denominados "morteros-cola" o "cementos-cola", que en España están definidos y clasificados en la norma UNE-EN 12004:2001 "Adhesivos para baldosas cerámicas. Definiciones y especificaciones"³.

² El empleo de otro tipo de aislantes en el forjado, distintos al poliestireno extruido harían aconsejable, a nuestro juicio, el contar con un DIT, o documento análogo, que validase su uso.

³ La clasificación establecida por la norma UNE-EN 12004:2001 "Adhesivos para baldosas cerámicas. Definiciones y especificaciones" es la siguiente, dependiendo de la composición del material:

Adhesivo cementoso (tipo C): mezcla de cemento, arena y aditivos. Se suministra en polvo, para ser mezclado con agua a pie de obra.

Adhesivo en dispersión (tipo D): mezcla de polímeros en dispersión acuosa, arena y aditivos. Se suministra listo para su uso.

Adhesivo de resinas reactivas (tipo R): mezcla de resinas sintéticas, arena y aditivos. Se suministra en uno o varios envases, listo para su uso o para ser mezclado previamente (no con agua) a pie de obra.

Cada tipo de adhesivo (C, D y R) se clasifica en "normal" (clase 1) y "mejorado" (clase 2); la pertenencia a esta última clase indica el cumplimiento de características adicionales: mayor o menor tiempo de fraguado, adherencia y deslizamiento bajo condiciones especiales, y mayor o menor tiempo de manipulación, principalmente.

⁴ En España, las denominaciones "gres" y "gres porcelánico" responden generalmente a las siguientes características:

Gres: baldosa prensada en seco y esmaltada, con absorción de agua baja o media. Bajo el término gres rústico se conoce a las baldosas extruidas, generalmente no esmaltadas.

Gres porcelánico (también denominado "gres compacto" y "gres monocapa"): baldosa prensada en seco y generalmente no esmaltada, con absorción de agua muy baja. (Aunque la actual UNE-EN 14411:2003, no contempla el término de absorción muy baja, consideramos como tal a la que es inferior al 0,5%).

No Spanish standard presently in place defines the most appropriate type of adhesive for each type of tile (by water absorption, size and so on) and sub-flooring. In the absence of such a standard, the *Guía para la baldosa cerámica* (see references) may serve as a guide.

Specifically, the following types of adhesives are recommended for porcelain and compact, low water absorption porcelain tile:

- Porcelain tile: (enhanced) type C2 cement-based adhesive, as per UNE 12004:2001.
- BI type porcelain tile: (standard) C1 type cement-based adhesive for tiles smaller than 30 x 30 cm laid in interiors on porous sub-flooring; type C2 for all other cases, both as per UNE 12004:2001.

"Rustic" porcelain tiles classified in group All (absorption from 3 to 6%) may be laid with traditional mortar under the following circumstances: interior location, tiles smaller than 30 x 30 cm and rigid (concrete) sub-flooring. As noted above, after the mortar is spread over the sub-floor, its surface should be smoothed or the tile sprinkled with dry cement.

Ceramic tiles with medium (from 3 to 10%) to high (over 10%) water absorption may be laid in traditional mortar, although cement-based type C1 adhesives are recommended for exteriors and large units (larger than 30 x 30 cm or 900 cm²).

Tiles that sound hollow when tapped are generally a sign of loosening due to the use of inappropriate material; when they become detached or are removed, their backs have little or no adhesive attached. On occasion, particularly in exteriors but in interiors as well, as the tiles loosen, they are observed to slant slightly upward. (figures 5, 6, 7, 8 and 9).



Figure 5. Detachment of a low absorption porcelain tile in an outdoor location, received in cement mortar (note that there is no mortar adhered to the back of the tile).

Con carácter general, desaconsejamos consecuentemente el empleo de los morteros tradicionales para la colocación de un pavimento cerámico cuyo porcentaje de absorción de agua sea inferior al 3%: por tanto, no debe emplearse con baldosas de gres porcelánico y de gres con porcentaje de absorción de agua bajo⁴, independientemente de sus dimensiones y su ubicación.

Actualmente no existe una norma UNE que contemple el tipo de adhesivo más adecuado según el tipo de baldosa (grado de absorción, tamaño, etc.) y el tipo de soporte. A falta de esa norma, la *Guía para la baldosa cerámica* (ver el apartado de Bibliografía) puede servirnos como orientación.

En concreto, para el gres porcelánico y el gres de baja absorción recomendamos los siguientes tipos de adhesivos:

- Gres porcelánico: adhesivo cementoso tipo C2 (mejorado), según UNE 12004:2001.
- Gres perteneciente al grupo BI: adhesivo cementoso tipo C1 (normal) para formatos menores de 30 x 30 cm, soporte poroso y ubicación interior; tipo C2 para el resto, ambos adhesivos según UNE 12004:2001.

La colocación con un mortero tradicional puede emplearse en pavimentos de gres tipo rústico pertenecientes al grupo AII (porcentaje de absorción comprendido entre el 3% y el 6%), si se cumplen las siguientes condiciones: ubicación interior, baldosas de dimensiones inferiores a 30 x 30 cm y soporte rígido (solera de hormigón). Como se ha expuesto anteriormente, tras la extensión del mortero sobre el soporte debe alisarse su superficie, o espolvorearse con cemento seco.

Las baldosas cerámicas con un porcentaje de absorción de agua medio (entre el 3% y el 10%) o alto (mayor del 10%) pueden colocarse con un mortero tradicional, si bien recomendamos el empleo de un adhesivo cementoso tipo C1, para una ubicación exterior y formatos grandes (mayores de 30 x 30 cm ó 900 cm²).

Los despegues generados como consecuencia de una inadecuada elección del material suelen manifestarse por la emisión de un sonido hueco, al golpear las baldosas afectadas; cuando éstas se despegan o son retiradas, su dorso aparece limpio, o casi limpio, del material de agarre empleado. En ocasiones, especialmente en pavimentos exteriores, pero también en interiores, el despegue va acompañado del levantamiento de las baldosas, respecto del plano del pavimento (figuras n^{os} 5, 6, 7, 8 y 9).



Figura nº 5. Despegue de una baldosa de gres con absorción de agua baja, ubicada al exterior y recibida con mortero de cemento (obsérvese el dorso de la baldosa, carente de restos de mortero).



Figure 6. Detached tile on outdoor flooring.



Figure 7. Loose, upward slanting tile.



Figura nº 6. Pavimento exterior despegado.

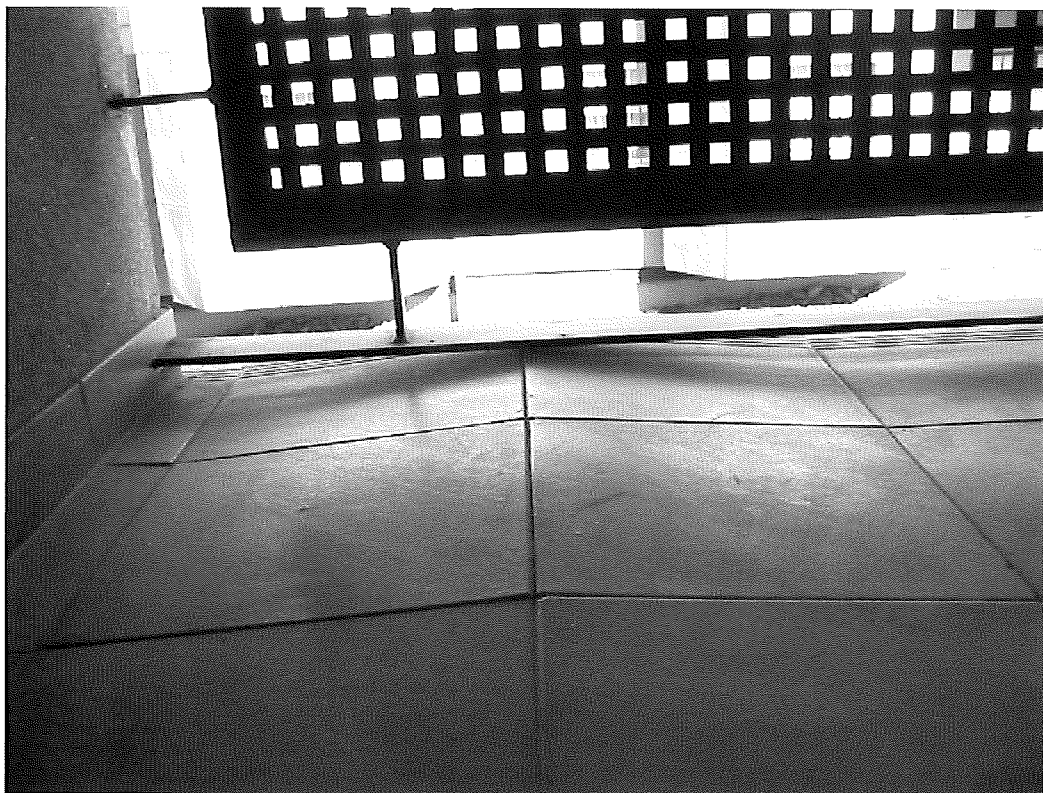


Figura nº 7. Pavimento despegado y levantado.



Figure 8. Loose, upward slanting tile in interiors.



Figure 9. Back of the tiles in Figure 8, after removal.

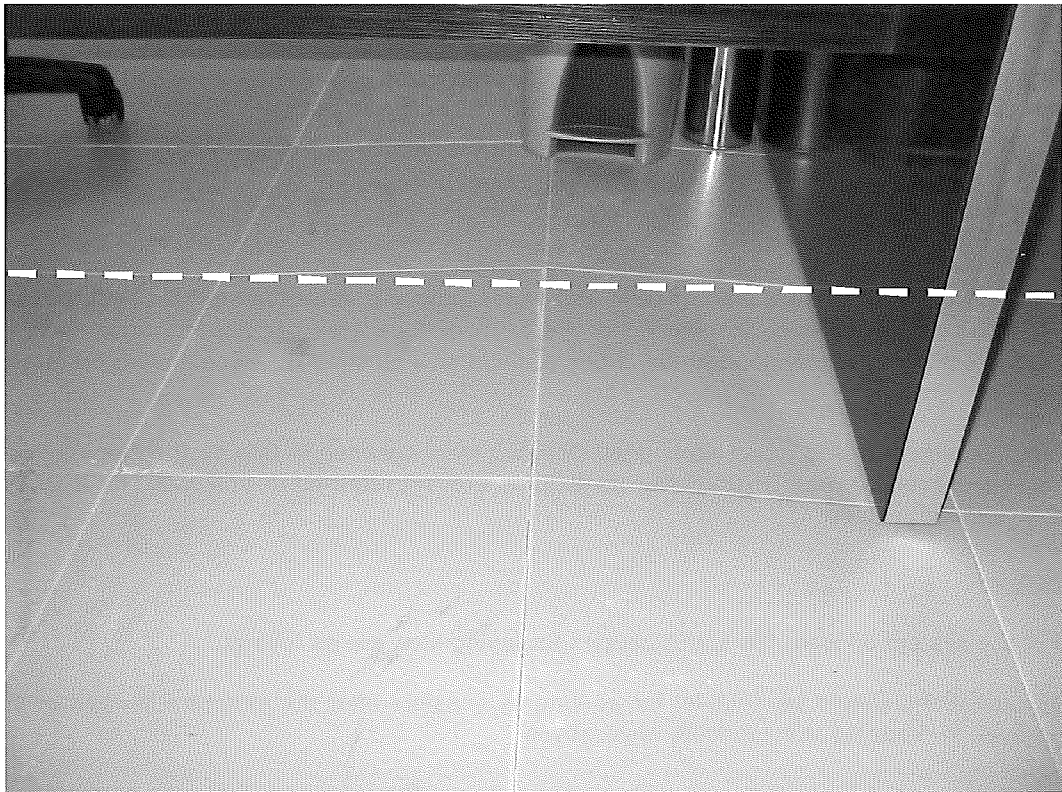


Figura n° 8. Pavimento interior despegado y levantado.



Figura n° 9. Dorso de las baldosas de la Figura n° 8, tras su retirada.

4. LAYING THE FLOOR

Even when the sub-floor composition and deformability are appropriate for the location and the adhesive is chosen is well suited to the water absorption of the ceramic tile, pathologies such as "waves", cracks, chipped edges or loose tiles may appear due to flawed workmanship. These effects can be prevented if the following precautions are taken:

4.1. Adhesives

If a (less and less common) cement mortar, sand and water adhesive, mixed *in situ*, is used, the water/cement (W/C) ratio, in particular, must be to specifications; if dry mix mortars are used, the maximum water dose specified by the manufacturer is recommended, as is the addition of a plasticizer, which should preferably be liquid for easier dosing.

If a type C1 or C2 cement-based adhesive is used (the two most common in Spain), the manufacturer's recommended dosage must be followed. Plasticizing admixtures are not required in this case, for they are standard components in such adhesives.

4.2. Laying the floor

Irrespective of the system chosen, the specifications for laying tiles are as follows:

- Flooring operations should be delayed for as long as possible after the structural portion of the sub-floor (slab) is built, in keeping with worksite imperatives.
- The mortar layer must be continuous, with no gaps around the perimeter that may cause uneven settling and its corollary of chipped edges especially if, as discussed below, the tile is laid "edge-to-edge". The units must, moreover, be soaked prior to laying.
- Tile should not be laid "edge-to-edge" or with joints less than 2 mm wide; this minimum may have to be enlarged to widths of from 3 to 15 mm, depending on dimensional tolerance, the size of the units and the type of jointing material. In exteriors, the minimum joint width should be broadened to 5 mm. The use of pure grout (cement + water) should be avoided in joints over 3 mm wide and in any joint between standard and porcelain tile, where dry mix mortars should be used.
- Expansion joints should be made in the flooring: in interiors, every 50-60 m² and spaced at no more than 8 m and in exteriors every 25-35 m² and spaced at 6 m or less. These joints, which should be no more than 10 mm wide, must cut through not only the flooring and adhesive, but the non-structural part of the sub-flooring (if any) as well (Figure 10).

When the thin layer method⁵ is used, the following worksite specifications must be followed:

- The layer of mortar underneath the adhesive must meet the following requirements: it must have set and hardened, which means that at least one week must have lapsed since it was laid per centimetre of mortar thickness, with an absolute minimum of 14 days; it must be flat to less than 4 mm per 2-m radius (if this condition is not met, a levelling layer must be laid before applying the adhesive) and if the mortar is rein-

⁵ Thin layer method. A cement-base adhesive is spread over sub-flooring consisting in a layer of (set and hardened) mortar. Depending on where the adhesive is applied, it is a:

Single surface adhesive: if it is first laid on the sub-flooring with a straight-edged trowel (to ensure the layer is even) and then "combed" with a toothed trowel. The layer of adhesive should be between 3 and 4 mm thick.

Double surface adhesive: if it is applied to the back of the tiles as well. In all (sub-flooring + tile), the adhesive layer should be from 6 to 8 mm thick. This method should be applied when the flooring is located in exteriors and the tiles are smaller than 30 x 30 cm (or 900 cm²).

Adhesives accommodating thicknesses of up to 20 mm are now on the market, however.

4. COLOCACIÓN DEL PAVIMENTO

Aunque la composición del soporte sea la correcta, dependiendo de su ubicación y deformabilidad, y se elija adecuadamente el material adhesivo, en función del porcentaje de absorción de agua de la baldosa cerámica, pueden aparecer patologías causadas por su defectuosa puesta en obra: "aguas", fisuras, bordes desportillados y baldosas despegadas. Para evitarlas, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

4.1 Sobre el material adhesivo

Si se emplea un mortero de cemento, arena y agua, elaborado a pie de obra (cada vez menos frecuente) debe respetarse, especialmente, la relación entre agua y cemento (A/C); si se emplean morteros industriales secos, recomendamos que se adopte la máxima dosificación de agua prescrita por el fabricante y que se añada un aditivo plastificante, preferentemente líquido, más fácil de dosificar.

Si se emplea un adhesivo cementoso tipo C1 ó C2 (los habituales en España), debe respetarse la dosificación de agua prescrita por el fabricante. No es necesario, en este caso, el empleo de aditivos plastificantes, pues los incorpora el adhesivo.

4.2 Sobre el sistema de colocación del pavimento

Independientemente del sistema de colocación elegido, las prescripciones de ejecución deben ser las siguientes:

- Debe espaciarse la colocación del pavimento respecto de la ejecución de la parte estructuralmente resistente del soporte (forjado o solera) el tiempo máximo que sea posible de acuerdo con las condiciones de la obra.
- La capa de mortero debe ser continua de forma que no queden huecos en el perímetro que limiten el adecuado asiento de las baldosas, lo que podría favorecer la aparición de pequeños asientos susceptibles de motivar el desportillado de los bordes, particularmente si, como seguidamente señalamos, las baldosas se colocan "a tope". Además, es muy importante macear las piezas.
- No deben colocarse baldosas "a tope" ni con juntas inferiores a 2 mm, pudiendo ser necesario aumentar dicho ancho en función de las tolerancias dimensionales, del tamaño de las piezas y del tipo de material de rejuntado, dejando juntas de hasta 3 a 15 mm de ancho. En zonas exteriores, es aconsejable en general aumentar el ancho mínimo entre piezas a 5 mm. Debe evitarse el empleo de lechada pura (cemento + agua) en juntas mayores de 3 mm y en cualquier tipo de junta entre baldosas de gres, especialmente del tipo porcelánico; en su lugar, deben emplearse morteros industriales secos.
- Deben ejecutarse juntas de dilatación en el pavimento: cada 50-60 m² de superficie, sin sobrepasar longitudes máximas de 8 m, en interiores, y cada 25-35 m², sin sobrepasar longitudes máximas de unos 6 m en exteriores. Estas juntas, de anchura no inferior a 10 mm, deben fraccionar no sólo el pavimento y su material de colocación, sino también la parte no estructuralmente resistente del soporte si existe (Figura nº 10).

La colocación con adhesivo mediante el método de capa fina⁵, requiere tener en cuenta las siguientes prescripciones de puesta en obra:

- La capa de mortero, sobre cuya superficie se extenderá el adhesivo, debe cumplir las condiciones siguientes:

⁵ Método de capa fina. Se emplea un adhesivo cementoso, extendido sobre un soporte cuya superficie la forma una capa (fraguada y endurecida) de mortero. Dependiendo de dónde se aplique el adhesivo, hablamos de:

Simple encolado: el material adhesivo se extiende sobre el soporte, primero con una llana de borde recto (para obtener una capa uniforme) y después se peina con una llana dentada. El espesor de la capa de adhesivo debe oscilar entre 3 y 4 mm.

Doble encolado: el adhesivo se aplica, también, por el dorso de las baldosas. El espesor total de la capa de adhesivo (soporte + baldosa) debe estar comprendido entre 6 y 8 mm. Este método debe aplicarse cuando el pavimento esté ubicado al exterior y cuando las baldosas sean de dimensiones superiores a 30 x 30 cm (ó 900 cm²).

Actualmente existen en el mercado adhesivos de capa gruesa para espesores de hasta 20 mm.



Figure 10. Faulty expansion joint (non-continuous cut, made through flooring only).

forced with welded wire fabric, the steel must be placed at the top.

- The adhesive should be prepared in amounts that can be used in the specified time, which usually ranges from one to three hours under standard heat and humidity conditions.
- It should be spread uniformly over small surfaces (about 2 m²) so the flooring is laid during the “open time”, i.e., around 15 to 20 minutes.
- The tiles must be pressed firmly against the adhesive, flattening the ridges made by the toothed trowel.

Figures 11, 12, 13 and 14 show the damage caused when the above requirements are not met.

5. THE CERAMIC MATERIAL

In addition to the points referred to in the foregoing, the tile must always be suited to the planned use, and its characteristics must be determined by the tests specified in Spanish and European standard UNE-EN-ISO 10545 (Parts 1 to 17) as well as standard UNE-ENV 12633:2003 for skid resistance, pursuant to recently approved Basic Document SU1: *Fall protection*.

One type of pathology that is not addressed in the above procedures is found in ceramic tile laid on waterproof balconies or roofs and having an enamel finish that reduces water absorption and the transfer of water vapour across the tile.

The result is essentially the following: part of the water that permeates the flooring is retained (depending on the slope of both the flooring and the waterproof membrane) in the adhesive and levelling layers between the tile and the membrane. Subsequently, as it evaporates, the water rises across the tiles to the surface, but is trapped inside by the enamel finish. The stress generated may cause cracking or surface chipping, while particles from the waterproof membrane or other layers suspended in the water may stain the surface, generally around the joints.



Figura nº 10. Junta de dilatación incorrectamente ejecutada (sólo afecta al pavimento y no es continua).

estar fraguada y endurecida, para lo que debe dejarse transcurrir un tiempo (desde su extensión) no inferior aproximadamente a 1 semana por cada centímetro de espesor de la capa, con un mínimo absoluto de 14 días; tener unas variaciones de planeidad, medidas con una regla de 2 metros, inferiores a 4 mm (si no se cumple esta condición, debe extenderse previamente una capa de nivelación) y, si la capa está armada con una malla electrosoldada, debe colocarse en la parte superior.

- Deben prepararse, sucesivamente, las cantidades de adhesivo que puedan ser usadas durante su periodo de utilización, que suele oscilar entre 1 y 3 horas en condiciones normales de temperatura y humedad.
- Debe extenderse el adhesivo de modo uniforme, en superficies pequeñas (unos 2 m²) para que el pavimento se coloque durante el periodo de "tiempo abierto", que suele oscilar entre 15 y 20 minutos.
- Es muy importante presionar las baldosas contra el adhesivo, de modo que queden aplastados los surcos hechos con la llana dentada.

Las figuras nºs 11, 12, 13 y 14 si muestran una serie de daños debidos al incumplimiento de los diferentes aspectos mencionados.

5. EL MATERIAL CERÁMICO

Además de los aspectos antes comentados el material debe siempre ser adecuado para el uso previsto, debiendo determinarse las características de las baldosas a través de los procedimientos de ensayo establecidos en la norma UN-EN ISO 10545 (Partes 1 a 17), y en lo que se refiere a su resistencia al deslizamiento según la norma UNE-ENV 12633:2003, como contempla el reciente Documento Básico SU1: *Seguridad frente al riesgo de caídas*.

Queremos destacar en este Apartado un tipo de patología que en general queda fuera del alcance de los procedimientos de ensayo aludidos, y que está relacionado con la disposición de baldosas cerámicas en terrazas o cubiertas exteriores impermeabilizadas que presentan en su cara vista un acabado esmaltado o un tratamiento superficial que reduce la absorción y transferencia de vapor a través del mismo.

El fenómeno que se produce consiste básicamente en lo siguiente: el agua que pasa a través del solado queda en parte retenida (en función de la mayor o menor pendiente del propio solado y de la capa de pendiente de la impermeabilización) en las capas de agarre y asiento existente entre las baldosas y la impermeabilización. Posteriormente, como consecuencia del natural proceso de evaporación del agua, ésta pasa a través de dichas baldosas hasta la capa superficial, en donde el tratamiento de acabado de referencia impide o limita el adecuado paso

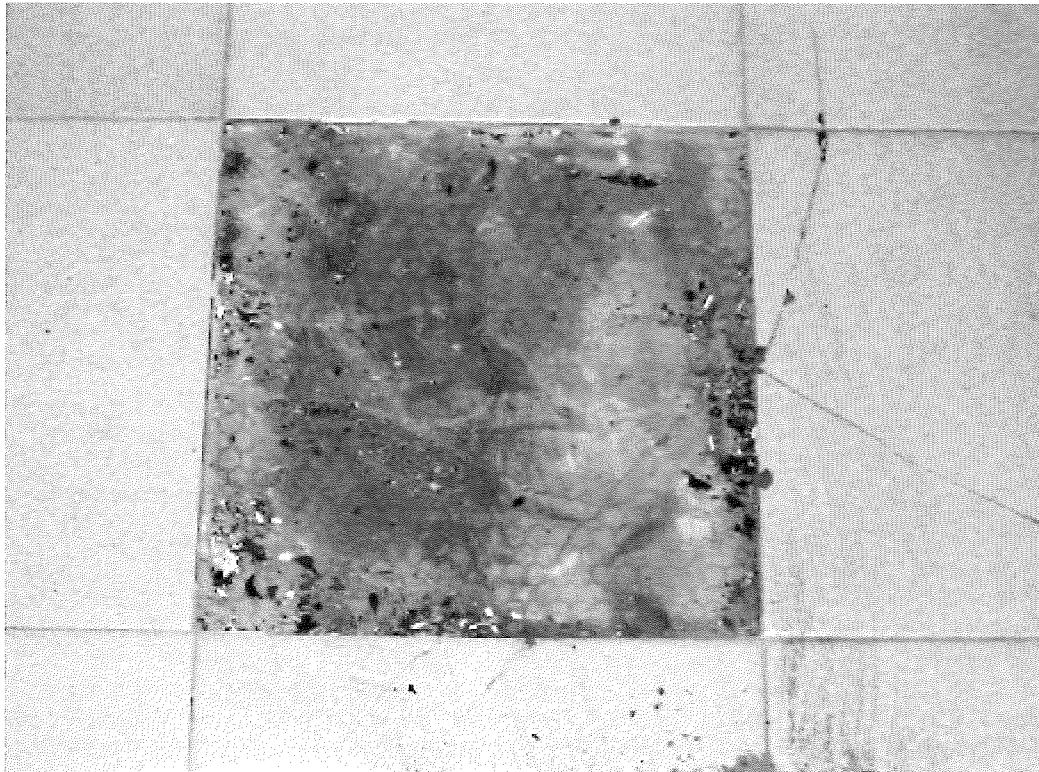


Figure 11. Flooring laid on adhesive that cracked due to shrinkage of the underlying mortar (note that the mortar is also cracked).

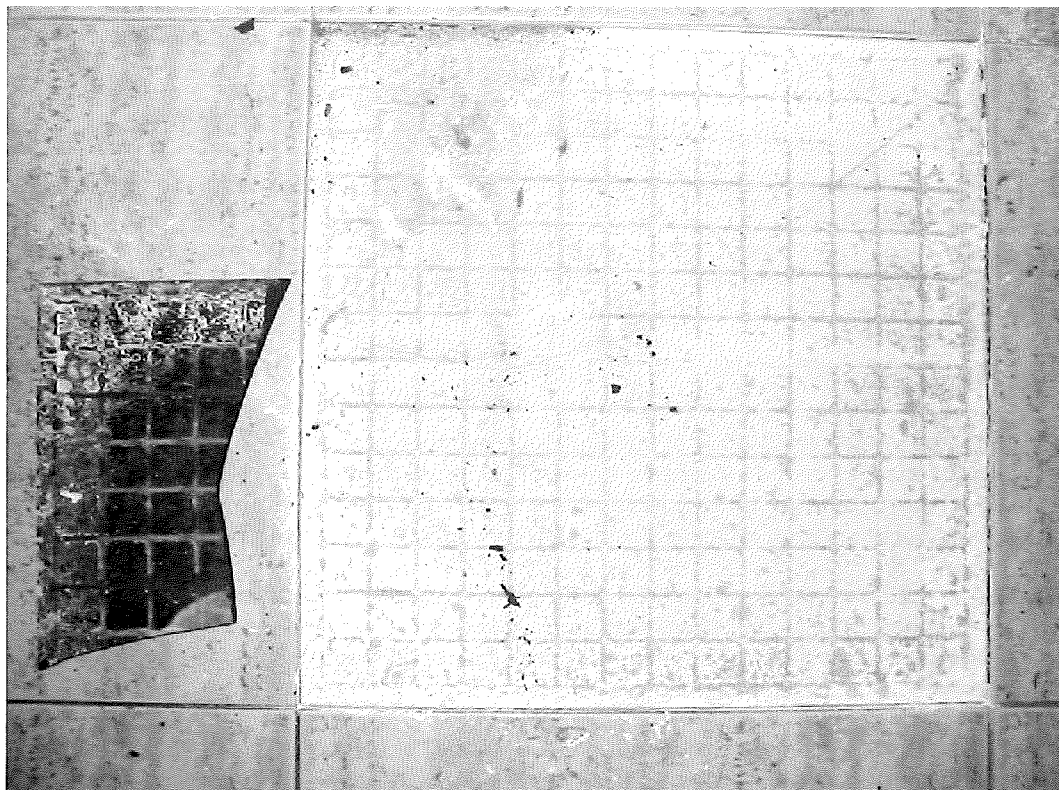


Figure 12. Porcelain tile unit that worked loose because it was laid after the end of the adhesive "open time" (note the mark left by the back of the tile).

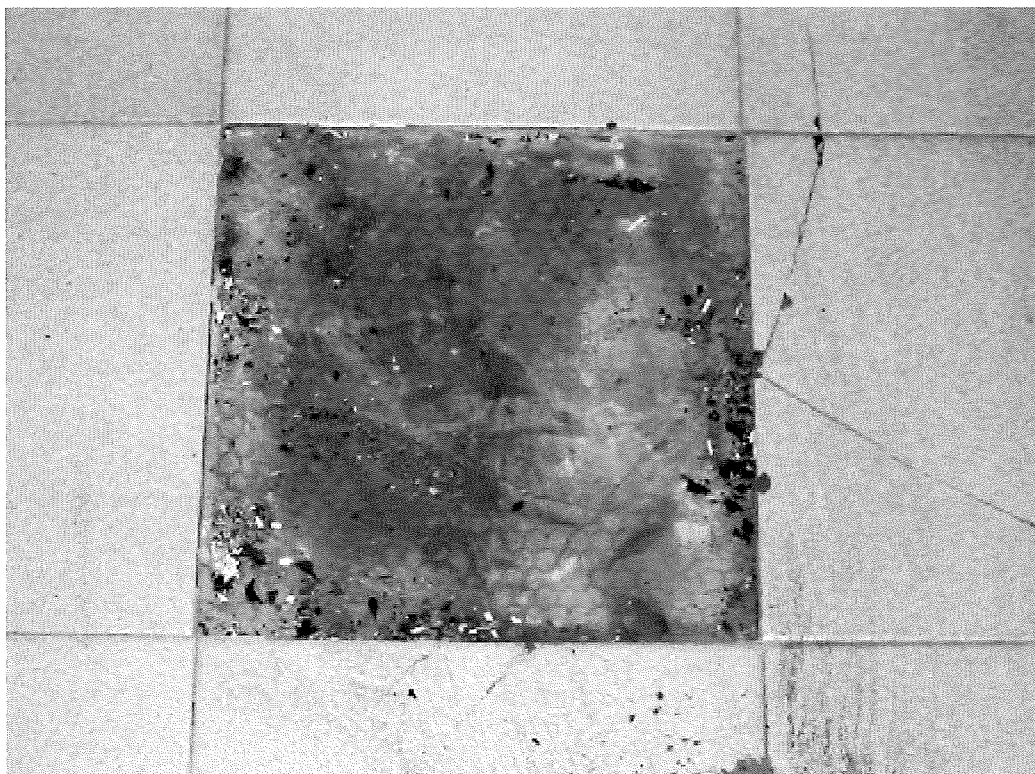


Figura n° 11. Fisuración de un pavimento, colocado con adhesivo, por retracción de la capa de mortero inferior (obsérvese que dicha capa también está fisurada).

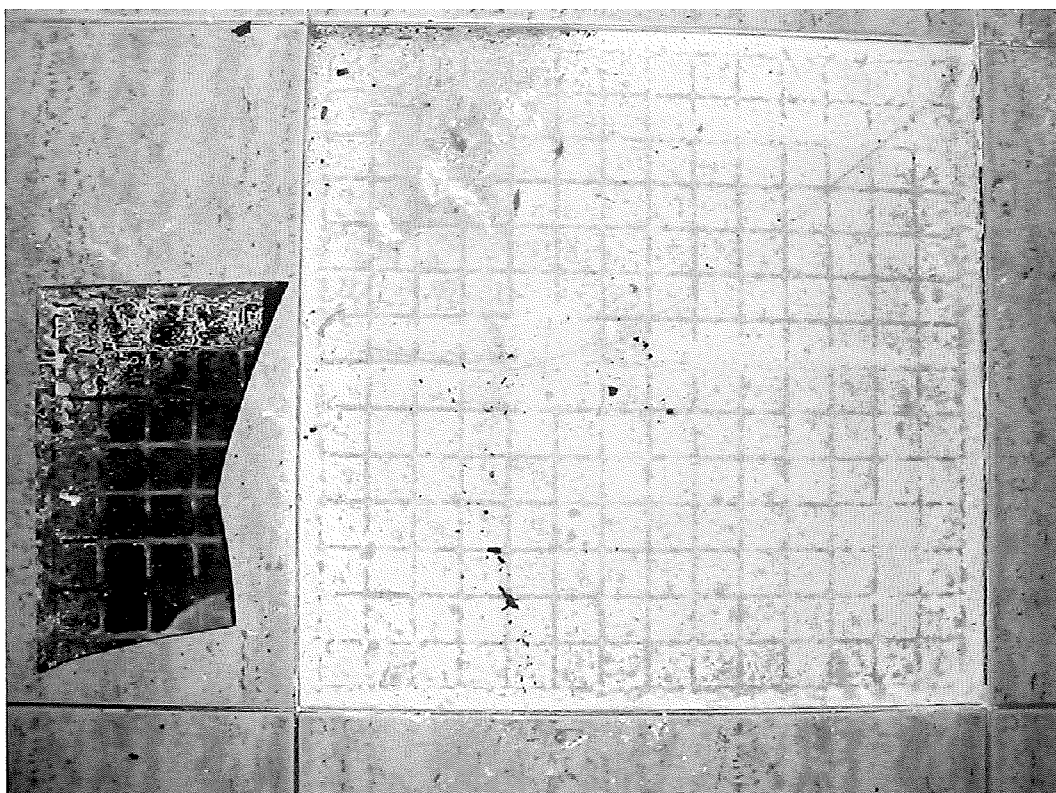


Figura n° 12. Desprendimiento de una baldosa de gres, por su colocación con el "tiempo abierto" del adhesivo sobrepasado (obsérvese la impronta del dorso de la baldosa).



Figure 13. Detachment of porcelain tiles due to irregular application of the adhesive (white material) and placement after the "open time" had lapsed.



Figure 14. Detachment of porcelain tile due to irregular application of the adhesive ("towel lumps" on the back of the tile).



Figura nº 13. Desprendimiento de baldosas de gres, por irregular extensión del adhesivo (material de color blanco) y por colocar las baldosas con el "tiempo abierto" sobrepasado.



Figura nº 14. Desprendimiento de baldosas de gres, por irregular extensión del adhesivo, ("a la pellada" en el dorso de las piezas).

Figures 15 and 16 show two examples of damage caused by this process.

To prevent the problem, in addition to ensuring appropriate water evacuation, ceramic tiles should have a uniform thickness throughout and no surface finish or treatment that limits the hygroscopic properties of the material.



Figure 15. Chipped ceramic tile laid on a waterproof outdoor balcony.



Figure 16. Stains on ceramic tile laid on an outdoor waterproof surface.

hacia el exterior, creándose unas tensiones que en ocasiones pueden motivar la fisuración y el desportillado superficial de las piezas. Adicionalmente, pueden producirse asimismo manchas superficiales motivadas por el arrastre de partículas (de la propia lámina impermeabilizante o de otras capas) con el agua que, en principio, suelen aparecer en las zonas de juntas.

En las figuras nº 15 y 16 se muestran dos ejemplos de daños ligados al fenómeno descrito.

Para evitar el problema apuntado, al margen de garantizar la debida evacuación del agua, recomendamos disponer baldosas cerámicas que sean homogéneas en todo su espesor, sin tratamientos o acabados superficiales que limiten la adecuada higroscopicidad del material.



Figura nº 15. Desconchados en baldosas cerámicas colocadas en una terraza exterior impermeabilizada.



Figura nº 16. Manchas en baldosas cerámicas colocadas en una zona exterior impermeabilizada.

REFERENCES

- Normas UNE-EN ISO 10545 – Partes 1 a 17: *Baldosas cerámicas*. AENOR.
- Norma UNE-EN 12004: 2001. *Adhesivos para baldosas cerámicas. Definiciones y especificaciones*. AENOR.
- Norma UNE-EN 13888: 2003. *Material de rejuntado para baldosas cerámicas. Definiciones y clasificación*. AENOR.
- Norma UNE-EN 14411: 2004. *Baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características y marcado*. Erratum (UNE-EN 14411:2004). AENOR.
- Guía de la baldosa cerámica, realizada por ASCER, C.O.A.C.V., COPUT, ITC-AICE y Weber et Broutin-CEMARKSA.
- CSTC, "Travaux de carrelage pour revêtements de sol". NIT 137, 1981.
- CSTB, DTU N° 52.1. "Revêtements de sol scellés". 1985.
- "Revêtements de sol intérieurs et extérieurs en carreaux céramiques ou analogues collés au moyen de mortiers – colles". Cahier 2478, CSTB, 1991.
- "Le phenomene de fissuration et de cintrage d'un complexe carrelage-chape". CSTC revue n° 1/2, 1998.
- "Morteros de cemento para albañilería". M^a Teresa Valdehita Roselló. Monografía n° 337, Instituto Eduardo Torroja.
- "Colocación de gres porcelánico con adhesivos modificados" y "Polvos redispersables para mejorar los morteros secos". Departamento Técnico de Wacker Chemie GMBH. Revista Arte y Cemento.
- ASEMAS, "Revestimientos de suelo con baldosas cerámicas". RVR001.

BIBLIOGRAFÍA

- Normas UNE-EN ISO 10545 – Partes 1 a 17: *Baldosas cerámicas*. AENOR.
- Norma UNE-EN 12004: 2001. *Adhesivos para baldosas cerámicas. Definiciones y especificaciones*. AENOR.
- Norma UNE-EN 13888: 2003. *Material de rejuntado para baldosas cerámicas. Definiciones y clasificación*. AENOR.
- Norma UNE-EN 14411: 2004. *Baldosas cerámicas. Definiciones, clasificación, características y marcado*. Erratum (UNE-EN 14411:2004). AENOR.
- Guía de la baldosa cerámica, realizada por ASCER, C.O.A.C.V., COPUT, ITC-AICE y Weber et Broutin-CEMARKSA.
- CSTC, "Travaux de carrelage pour revêtements de sol". NIT 137, 1981.
- CSTB, DTU N° 52.1. "Revêtements de sol scellés". 1985.
- "Revêtements de sol intérieurs et extérieurs en carreaux céramiques ou analogues collés au moyen de mortiers – colles". Cahier 2478, CSTB, 1991.
- "Le phenomene de fissuration et de cintrage d'un complexe carrelage-chape". CSTC revue n° 1/2, 1998.
- "Morteros de cemento para albañilería". M^a Teresa Valdehita Roselló. Monografía n° 337, Instituto Eduardo Torroja.
- "Colocación de gres porcelánico con adhesivos modificados" y "Polvos redispersables para mejorar los morteros secos". Departamento Técnico de Wacker Chemie GMBH. Revista Arte y Cemento.
- ASEMAS, "Revestimientos de suelo con baldosas cerámicas". RVR001.

Relación de Personal Titulado de INTEMAC

Arquitectos

Benito Díez, María Pilar
Fernández Sáez, Ana María
Fraile Mora, Serafín
González Balseyro, María José
López-Nava Muñoz, Alberto Ignacio
Luzón Cánovas, José M^a
Sánchez Arroyo, Jesús M^a
Sevilla Bombín, Esther María
Sicilia Mañá, Beatriz

Ingeniero Aeronáutico

* París Loreiro, Angel
Moreno Toriz, Juan José

Ingenieros de Caminos

Baena Alonso, Eva
Barrios Corpa, Jorge
* Barrios Corpa, Roberto
Brandán Gordillo, Rubén
* Calavera Ruiz, José
Calderón Bello, Enrique
Castillo Fernández, Luis Javier
Corbacho Vicioso, José Angel
Cortés Bretón, Juan María
Corral Folgado, Claudio
De la Cuerda del Olmo, Francisco Javier
De la Fuente Gómez, Ana Isabel
Dávila Sánchez-Toscano, Suyapa
Díaz Heredia, Elena
Díaz Lozano, Justo
Díaz Pavón Cuaresma, Eduardo
Encinar Arroyo, Antonio
Fernández García, Susana
* Fernández Gómez, Jaime Antonio
Fernández Montes, David Constantino
García de Diego Cano, Eva María
González González, Juan José
González Reyero, Carlos
* González Valle, Enrique
* Hostalet Alba, Francisco
* Izquierdo Bernaldo de Quirós, José M^a
Jiménez Ortiz, Gonzalo
* Ley Urzaiz, Jorge
Martínez Hidalgo, José
Munugarren Martínez, Miguel Angel
Penadés Olaso, Sergio
Pérez García, Noemí
Rodríguez Escribano, Raúl Rubén
* Rodríguez Romero, Jesús M^a
Rueda Contreras, Jorge Ladislao
Ruiz Fuentes, María Josefa
Ruiz Jiménez-Alfaro, Felipe
Sanz Pérez, Lorenzo
Sirvent Sirvent, Enrique
Tapia Menéndez, José
Torre Cobo, María Carmen

Torres Pérez, Elisa
Valdés Fernández de Alarcón, Pablo
Villanueva Ramírez, Santiago

Ingeniero en Cartografía y Geodesia

López-Canti Casas, Elisa

Ingenieros Civiles

Almeida da Silva, Pedro Miguel
Sarabando Diamantino, Francisco José
Teixeira Martins, Hermano Tiago

Ingenieros Geólogos

Catalán Navarro, Antonio
Hernández Alvarez, José Luis

Ingeniero I.C.A.I.

Marín Estévez, Gonzalo

Ingenieros Industriales

* Alvarez Cabal, Ramón Amado
Argüelles Galán, Manuel
Arroyo Arroyo, José Ramón
Armengou Lacalle, María Teresa
Bayonne Sopo, Enrique
De la Cruz Morón, Diego
De la Iglesia Rodríguez, Beatriz Marta
Estrada Gómez, Rafael
García Malpartida, Javier
González Carmona, Manuel
Ibañez Mayayo, Miguel
Liébana Ramos, Miguel Angel
Loriente Otal, Iván
López Bravo, Soraya
Martos Ojanguren, Víctor
Pou Esquiús, Carles
Ramírez de la Pinta, Rubén
Rioja San Martín, Oscar
Suárez Fernández, Antonio
Torruella Martínez, Josep M^a
* Valenciano Carles, Federico

Ingeniero de Materiales

Sáez Comet, Carlos

Ingeniero de Minas

González Feito, Pedro Victorino
Ramos Sánchez, Adelina

Ingeniero de Montes

Pérez Fuentes, María Esther

Dra. en Geografía e Historia

Calavera Vayá, Ana María

Licenciada en Administración y Dirección de Empresas

Perales Gómez, Natalia

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 parcial.

Licenciado en Ciencias Ambientales

Gil Esteban, Luis Miguel

Licenciado en C. Económicas y Empresariales

González Chavero, Antonio

Licenciado en Ciencias Físicas

Salas Roa, Luis David

Licenciados en Ciencias Químicas

Fernández Sendino, Marta
Grandes Velasco, Sylvia María
Iglesias Hernaiz, María Angeles
López Sánchez, Pedro
Morgado Sánchez, José Carlos

Licenciados en Derecho

González del Olmo, Alfredo
Jarillo Cerrato, Pedro

Licenciada en Filología Hispánica

Valentín Sierra, M^a Consuelo

Licenciados en Geología

Blanco Zorroza, Alberto
Casado Chinarro, Alejandro
Catalán Navarro, Antonio
López Velilla, Oscar
Martín López, Jesús Heliodoro
Salado Rodilla, Luis
Usillos Espín, Pablo

Arquitectos Técnicos

Carrato Moñino, Rosa M^a
Fernández Jiménez, Amelia
Galán Rivera, Sofia
Montejano Jiménez, María del Carmen
Muñoz Mesto, Angel
Muñoz Ortega, Andrés
Sanz Burgueño, Miguel Angel
Suárez Leira, Víctor
Vaquero Navarro, Carlos
Vicente Minguela, Francisco

Ingenieros Técnicos Industriales

Alcubilla Villanueva, Rubén
Alvarez Pascual, Javier
Bernal Romero, Manuel Angel
Campano Pérez, María Josefa
Díaz-Trechuelo Laffón, Antonio
García Campos, María de la Luz
Gil Ginesta, Juan Carlos
Madueño López, Javier
Madueño Moraño, Antonio
Martos Sánchez, Rafael
Muñoz Garijo, Francisco Javier
Pérez Berenguer, José Gil
Piñeiro Herrero, Alberto
Rodríguez Luque, Ana María
Sáez Comet, Carlos

Sánchez Bueno, Juan Jesús
Santos Barrero, Francisco Javier
Villar Riñones, Jesús

Ingeniero Técnico en Informática de Gestión

Esteban Pérez, Ramón

Ingeniero Técnico de Minas

Fernández Terán, Francisco Javier
Sillero Arroyo, Andrés

Ingenieros Técnicos Obras Públicas

Carrero Crespo, Rafael
Galán de Cáceres, M^a del Puerto
González Isabel, Germán
González Nuño, Luis
Hernández Velasco, M^a Concepción
Llort Mac Donald, Daniel
Martínez Vicente, Cristina
Mata Soriano, Juan Carlos
Mazuecos Salas, Ildefonso
Montiel Sánchez, Ernesto
Muñoz Martín, Jesús
Muñoz Mesto, Angel
Ortiz del Campo, Natalia
Ozaetta Cabrera, José Aníbal
Pino Vaquero, José Angel
Prieto Malillos, Raquel
Rivera Jiménez, Marta
Romero García, Daniel
Rosa Moreno, José Andrés
Rozas Hernando, José Juan
Sánchez Tomé, Elena
Sillero Olmedo, Rafael
Soto López, Elena del
Vicente Girón, Susana

Ingeniero Técnico de Telecomunicación

Vicent Cantero, Francisco José

Ingenieros Técnicos Topógrafos

Barragán Bermejo, M^a Vicenta
Carreras Ruiz, Francisco
Lana Campos, Rebeca
López Jiménez, Luis
Molero Vicente, M^a Isabel
Sánchez Martín, María de la O
Torés Campos, Ana M^a

Técnicos en Administración de Empresas

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

Técnico en Internet y Correo Electrónico

Calavera Vayá, Rafael

Técnico en Publicidad

Blanco Armas, Cristina

Topógrafo

Alquézar Falceto, Ricardo

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 parcial.

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 2007: 31€



ULTIMOS TITULOS PUBLICADOS

Cuaderno Nº 65

"Incidencia de los aditivos antilavado en los hormigones puestos en obra bajo el agua (hormigones sumergidos)"

Autor: L. SANZ PÉREZ

Cuaderno Nº 66

"Patología de los pavimentos cerámicos"

Autores: J. M^o LUZÓN CÁNOVAS
J. SÁNCHEZ ARROYO

CUADERNOS DE PROXIMA APARICION

Cuaderno Nº 67

"Confinamiento del hormigón y aplicación al cálculo de pilares zunchados"

Autor: J. CALAVERA RUIZ

Cuaderno Nº 68

"Análisis sobre el tratamiento normativo de la instrucción EHE y del Eurocódigo 2 en relación con los estados límites últimos en punzonamiento y de esfuerzo cortante en zapatas de hormigón armado"

Autores: J. CALAVERA RUIZ
J. M^o RODRÍGUEZ ROMERO

Consulte lista completa de la Colección

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 5

"Mantenimiento y reparación de paramentos de hormigón".

Autores: R. Barrios Corpa, C. Beteta Cejudo, E. Díaz Heredia, Prof. J. Fernández Gómez, J. M^o. Rodríguez Romero.

Precio de la Monografía 38 €

MONOGRAFÍA INTEMAC Nº 6

"Patología, técnicas de intervención y limpieza de fábricas de ladrillo".

Autores: P. López Sánchez, J. M^o. Luzón Cánovas, I. Martínez Pérez, A. Muñoz Mesto, A. Fernández Sáez.

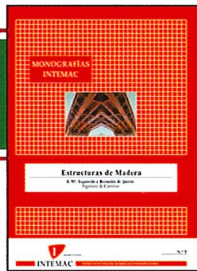
Precio de la Monografía 38 €

MONOGRAFÍA INTEMAC Nº 7

"Estructuras de madera".

Autores: J. M^o. Izquierdo y Bernaldo de Quirós.

Precio de la Monografía 38 €



NOTAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA NIT

En INTEMAC se producen, con frecuencia, notas de información sobre temas que pensamos que no solamente tienen una utilidad interna sino que pueden resultar interesantes para muchos Técnicos de la Construcción.

NOTAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA NIT 1 (05)

"Estudio experimental sobre la influencia de distintos procedimientos de curado inicial en obra, en la resistencia a compresión de probetas de hormigón".

Autores: J. Calavera Ruiz, J. Fernández Gómez, G. González Isabel, J. Ley Urzaiz

Edición bilingüe (español e inglés) en color.

Precio 11 €



NOTAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA NIT 2 (05)

"El Incendio del Edificio Windsor de Madrid. Investigación del comportamiento al fuego y de la capacidad resistente residual de la estructura tras el incendio".

Autores: J. Calavera Ruiz, E. González Valle, J. Díaz Lozano, J. L. Cano Muñoz, J. Fernández Gómez, J. M^o. Izquierdo y Bernaldo de Quirós, J. Ley Urzaiz.

Edición bilingüe (español e inglés) en color.

Precio 15,5 €

VÍDEOS TÉCNICOS Y DVD'S

Muestreo de hormigón fresco. Fabricación y ensayo de probetas de hormigón.

Nº 2001 (1-1)

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 al laboratorio, curado en cámara, refrentado y ensayo a compresión.

Esta nueva versión del vídeo 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 - 25 €



Fabricación y control de calidad de barras y mallas para hormigón armado.

Nº 2002 (1-2)

Muestra el proceso de laminación en fábrica de las barras y alambres, la fabricación de mallas y los ensayos de tracción, doblado, arrancamiento de nudos y determinación de las características geométricas del corrugado y el ensayo de Beam-test para la determinación de las características de adherencia.

30 minutos - 25 €



Compresión centrada en hormigón armado.

Nº 2002 (1-4)

Contempla la rotura de siete pilares a escala real, variando resistencias de hormigón desde 25 N/mm² a 100N/mm², las cuantías de armaduras, la separación de estribos y la velocidad de carga conectando todo ello con las fórmulas de cálculo.

35 minutos - 25 €

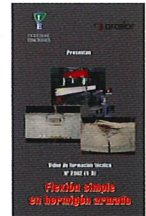


Flexión simple en hormigón armado.

Nº 2002 (1-3)

Incluye el ensayo a rotura de cinco vigas a escala real, con diferentes cuantías y diferentes desarrollos de adherencia conectando todo ello con las fórmulas de cálculo.

35 minutos - 25 €

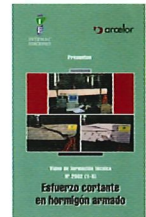


Esfuerzo cortante en hormigón armado.

Nº 2002 (1-5)

Muestra el ensayo a rotura de cinco vigas a escala real, con diferentes formas de rotura por corte (Tracción diagonal, corte flexión, compresión diagonal, etc.) conectando todo ello con las fórmulas de cálculo.

25 minutos - 25 €



BOLETÍN BIBLIOGRÁFICO

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.

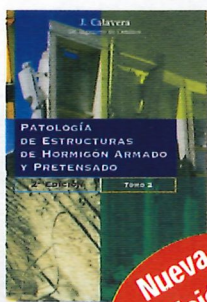
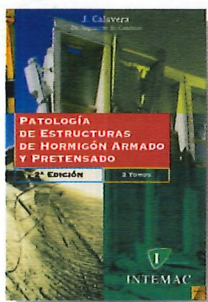
EL BOLETIN BIBLIOGRAFICO incluye:
Fotocopia del índice y de los resúmenes de los artículos contenidos en las 105 revistas técnicas que se reciben en el Instituto referentes a los campos de la Edificación, Instalaciones, Obras Públicas y Urbanismo. Una sección de Normativa reciente, nacional y extranjera. 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) 200 €



Consulte otras publicaciones

www.intemac.es



Nueva edición

Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado

2ª edición (2 tomos)

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 135 €



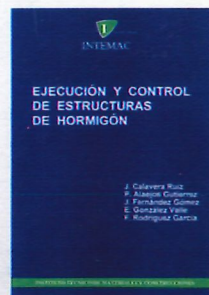
Nueva publicación

Fichas de ejecución de obras de hormigón

2ª edición

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 56 €



Nueva publicación

Ejecución y control de estructuras de hormigón

J. Calavera, P. Alaejos Gutiérrez, J. Fernández Gómez, E. González Valle, F. Rodríguez García

Precio: 113 €



Manual para la redacción de informes técnicos en construcción

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 80 €



Manual de Ferralla

3ª edición

J. Calavera, E. González Valle, J. Fernández Gómez, F. Valenciano

Precio: 45 €



Proyecto de estructuras de hormigón con armaduras industrializadas

J. Calavera, E. González Valle, J. Fernández Gómez, F. Valenciano

Precio: 50 €

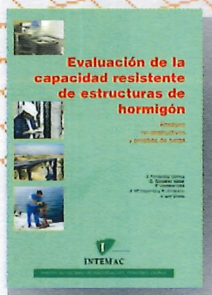


Cálculo, construcción, patología y rehabilitación de forjados de edificación

5ª edición

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

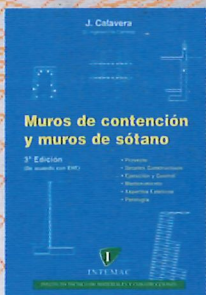
Precio: 113 €



Evaluación de la capacidad resistente de estructuras de hormigón

J. Fernández Gómez, G. González Isabel, F. Hostalet Alba, J. M. Izquierdo, J. Ley Urzaiz

Precio: 64 €

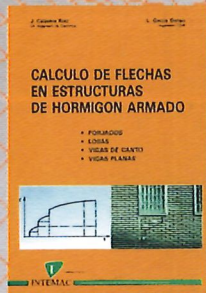


Muros de contención y muros de sótano

3ª edición

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 80 €



Cálculo de flechas en estructuras de hormigón armado

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos), L. García Dutari (Ingeniero Civil)

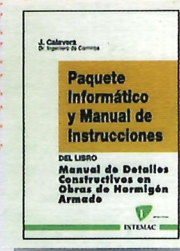
Precio: 53 €



Manual de detalles constructivos en obras de hormigón armado

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Libro: 123 € - Paquete informático 198 €



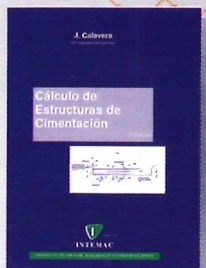
INTEMAC

Mario Roso de Luna, 29, Ed. 12 - 28022 MADRID

TEL.: 91 327 74 00 • FAX: 91 327 74 20

e-mail: intemac@intemac.es

www.intemac.es

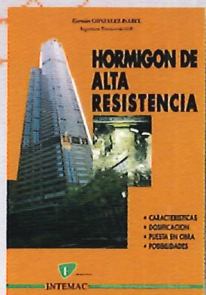


Cálculo de estructuras de cimentación

4ª edición

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

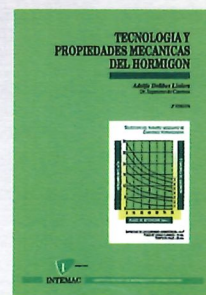
Precio: 80 €



Hormigón de alta resistencia

G. González-Isabel (Ingeniero Técnico de O. P.)

Precio: 47 €



Tecnología y propiedades mecánicas de hormigón

A. Delibes (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 57 €