

# CUADERNOS INTEMAC

## Influencia previsible en el futuro de la prefabricación del hormigón de altas prestaciones

---

### Foreseeable future impact of the use of high performance concrete in precasting

Prof. José Calavera Ruiz  
Catedrático de Edificación y Prefabricación de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, U.P.M.



**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

**N.º 46**

2.º TRIMESTRE '02



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

---

**INFLUENCIA PREVISIBLE EN EL FUTURO DE LA PREFABRICACIÓN  
DEL HORMIGÓN DE ALTAS PRESTACIONES**

---

**FORESEEABLE FUTURE IMPACT OF THE USE OF  
HIGH PERFORMANCE CONCRETE IN PRECASTING**



**Prof. José Calavera Ruiz**

Catedrático de Edificación y Prefabricación de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, U.P.M.  
Presidente de INTEMAC

Professor of Building and Precasting, School of Civil engineering, Polytechnic University of Madrid  
President 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 - 51749 -2002  
Infoprint, S.A. - San Vicente Ferrer, 40

## CONTENTS

1. ASSUMPTIONS
2. HPC POTENTIAL IN TERMS OF MOULD PERFORMANCE
3. REDUCED IMPACT OF DEAD LOAD OR SELF-WEIGHT
4. HPC POTENTIAL IN ROOFS WITH LARGE SPANS
5. REDUCTION OF DEPTH
6. STRENGTH
  - 6.1. VARIATION IN PRESTRESSING STRENGTH
  - 6.2. VARIATION IN SHEAR STRENGTH

## ÍNDICE

1. PLANTEAMIENTO
2. POSIBILIDADES DEL HAP EN CUANTO AL RENDIMIENTO DE UN MISMO MOLDE
3. LA REDUCCIÓN DE LA INFLUENCIA DEL PESO PROPIO DE LA PIEZA
4. POSIBILIDADES DEL HAP EN CUBIERTAS DE GRAN LUZ
5. LA REDUCCIÓN DE CANTOS
6. ALGUNAS CONSIDERACIONES RESISTENTES
  - 6.1. VARIACIÓN DE LA FUERZA DE PRETENSADO
  - 6.2. VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A ESFUERZO CORTANTE

## ABSTRACT

*This general survey of the advantages of high performance concrete specifically addresses the use of HPC in precasting. The advantages studied focus on the improvements in mould performance, the reduction of the ratio of dead load attributable to the HPC to the total load borne and the decrease in depth size that this material allows.*

*In addition, the article analyses the variations in prestressing strength and the strength of shear reinforcement deriving from the reduced section and depth concomitant with HPC.*

*Finally, the economics of using 100 MPa instead of 40 MPa concrete are studied.*

*The results clearly show that precasting with HPC has a promising future, affording both technical advantages in terms of larger spans, smaller depths and lighter weights and financial benefits in the form of lower costs.*

## 1. ASSUMPTIONS

The calculations are based on a straight member with simple supports, spanning a distance  $L$  and with a cross section as shown in Figure 1.1.a); for an approximate study, it may be assumed that the maximum prestressing strength is obtained with nil stress on the top strand and with a concrete compression stress after transfer of

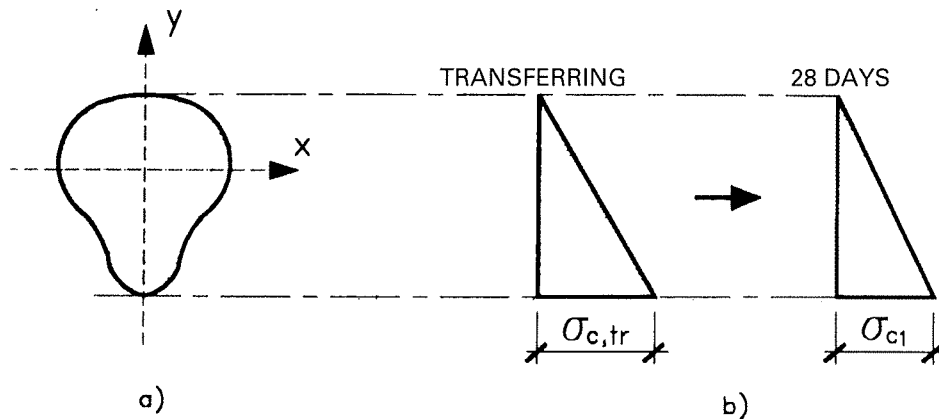


Figure 1.1

$$\sigma_{c,tr} = 0.63 f_{ck,tr} \text{ (MPa units)} \quad [1.1]$$

where  $f_{ck,tr}$  is the characteristic compressive strength of the concrete at transfer.

Assuming

$$f_{ck,tr} \approx 0.6 f_{ck}$$

where  $f_{ck}$  is the concrete compressive strength in a test cylinder after 28 days under standard curing conditions, it follows that

$$\sigma_{c,tr} \approx 0.38 f_{ck} \quad [1.3]$$

## RESUMEN

El trabajo plantea un estudio general de las ventajas del HAP en el caso particular de la prefabricación. Dichas ventajas se estudian desde diferentes puntos de vista, en particular desde el del aumento de rendimientos de los moldes, la reducción de la relación del peso propio de la pieza a la carga total soportada que el HAP introduce y las reducciones de canto que permite.

Además de lo anterior se analizan las variaciones de fuerza de pretensado y de armadura de corte que se derivan de la reducción de sección y de canto con el uso del HAP.

Finalmente se estudia la trascendencia económica que representa el uso de hormigones de 100 MPa en lugar de 40 MPa.

Los resultados indican claramente que el HAP permitirá a la prefabricación en el futuro un desarrollo importante, tanto por el aumento de luces y la reducción de cantos y pesos, como por la reducción directa de costes que su empleo produce.

## 1. PLANTEAMIENTO

Supongamos una pieza recta, simplemente apoyada con luz  $L$ , cuya sección transversal se indica en la Figura 1.1.a). Para un estudio aproximado, podemos suponer que el máximo pretensado se obtiene con tensión nula en fibra superior y con una tensión de compresión en el hormigón después de la transferencia

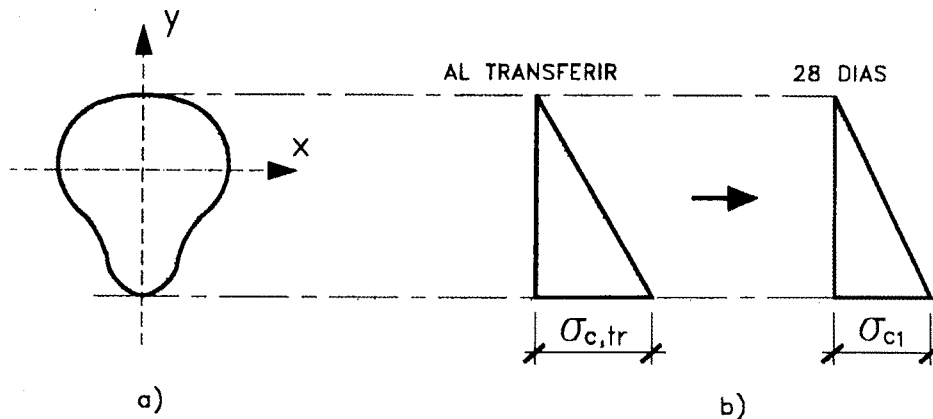


Figura 1.1

$$\sigma_{c,tr} = 0,63 f_{ck,tr} \text{ (Unidades en MPa)} \quad [1.1]$$

donde  $f_{ck,tr}$  es la resistencia característica del hormigón a compresión en el instante de la transferencia.

Suponiendo

$$f_{ck,tr} \approx 0,6 f_{ck}$$

donde  $f_{ck}$  es la resistencia a compresión del hormigón a 28 días en probeta cilíndrica en condiciones de curado estándar, se tiene

$$\sigma_{c,tr} \approx 0,38 f_{ck} \quad [1.3]$$

For mean prestressing steel ratios and eccentricities, the loss of stress in the reinforcement, from transfer to infinity, may be accepted to be on the order of 8%<sup>1</sup> whereby [1.3] becomes

$$\sigma_{c1} = 0.92 \cdot 0.38 f_{ck} = 0.35 f_{ck} \quad [1.4]$$

Assume that the critical condition for dimensioning the member is the tensile stress on the bottom strand and that the allowable flexural stress is on the order of the tensile strength. For concrete with compressive strengths ranging from 40 MPa to 100 MPa, which are the standard values in use for precast concrete today, pure tensile strength is on the order of

$$f_{ck,t} = 0.1 \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) f_{ck} \quad [1.5]$$

Given that - due to enhanced tension-stiffening with greater strength - cracks always appear for nominal tensile stress values greater than 1.5  $f_{ck,t}$ ,  $f_{ck,t}$  is stabilised at a value of 0.1  $f_{ck}$ .

With:

$g_1$  as the dead load of the member  
 $g_2$  as the rest of the permanent load  
 $q$  as the live load

the service stress on the bottom strand will be

$$\sigma_{c1} = 0.35 f_{ck} - \frac{(g_1 + g_2 + q)L^2}{8W_{1h}} \quad [1.6]$$

(Loads in N/mm,  $L$  in mm,  $W_{1h}$  in mm<sup>3</sup>)

where  $W_{1h}$  is the section modulus of the bottom strand in the homogeneous section.

For the usual ratios, with  $W_{1b}$  as the section modulus for the gross section, it follows that

$$W_{1h} \approx 1,07 W_{1b} \quad [1.7]$$

whereby [1.6] becomes

$$\sigma_{c1} = 0.35 f_{ck} - \frac{(g_1 + g_2 + q)L^2}{8,56 W_{1b}} \quad [1.8]$$

Limiting  $\sigma_{ct}$  to a value of 0.1  $f_{ck}$  and operating, the result is

$$\frac{(g_1 + g_2 + q)L^2}{8,56 W_{1b}} \leq 0,45 f_{ck} \quad [1.9]$$

## 2. HPC POTENTIAL IN TERMS OF MOULD PERFORMANCE

The foregoing considerations may be applied to a section such as the one specified in Figure 2.1, which also gives the values of  $I_b$ ,  $W_{1b}$  and  $A_b$  in terms of  $h$ . For high values of  $h$  this section can acceptably represent roof beams, bridge beams, etc. For smaller values of  $h$  it is valid for cellular concrete sections.

<sup>1</sup> See J. CALAVERA "Cálculo, Construcción y Patología de Forjados de Edificación". 4th Edition. INTEMAC, Madrid, 1988.



Para cuantías y excentricidades medias de la armadura de la fuerza de pretensado puede aceptarse que la pérdida de tensión en la armadura, desde la transferencia a plazo infinito es del orden del 8%<sup>1</sup> con lo que [1.3] se transforma en

$$\sigma_{c1} = 0,92 \cdot 0,38 f_{ck} = 0,35 f_{ck} \quad [1.4]$$

Aceptemos que la condición crítica en el dimensionamiento de la pieza sea la tensión de tracción en la fibra inferior. Consideremos una tensión admisible en flexotracción del orden de la resistencia a tracción pura. Para el rango de hormigones de resistencia a compresión entre 40 MPa y 100 MPa, que es hoy el habitual en prefabricación, la resistencia a tracción pura es del orden

$$f_{ck,t} = 0,1 \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) f_{ck} \quad [1.5]$$

Dado que debido a la mejora del fenómeno de "tension-stiffening" al aumentar la resistencia, la formación de fisuras se produce siempre para valores de tensión nominal a tracción superiores a  $1,5 f_{ck,t}$  estabilizamos  $f_{ck,t}$  en el valor  $0,1 f_{ck}$ .

Llamando :

$g_1$  al peso propio de la pieza  
 $g_2$  al resto de la carga permanente  
 $q$  al valor de la sobrecarga

La tensión en servicio en la fibra inferior será

$$\sigma_{c1} = 0,35 f_{ck} - \frac{(g_1 + g_2 + q)L^2}{8W_{1h}} \quad [1.6]$$

(Cargas en N/mm,  $L$  en mm,  $W_{1h}$  en mm<sup>3</sup>)

donde  $W_{1h}$  es el módulo resistente de la fibra inferior de la sección homogeneizada.

Para las cuantías habituales, llamando  $W_{1b}$  al módulo resistente de la sección bruta, se cumple

$$W_{1h} \approx 1,07 W_{1b} \quad [1.7]$$

con lo que [1.6] se transforma en

$$\sigma_{c1} = 0,35 f_{ck} - \frac{(g_1 + g_2 + q)L^2}{8,56 W_{1b}} \quad [1.8]$$

y con la limitación de  $\sigma_{ct}$  al valor  $0,1 f_{ck}$  operando se obtiene

$$\frac{(g_1 + g_2 + q)L^2}{8,56 W_{1b}} \leq 0,45 f_{ck} \quad [1.9]$$

## 2. POSIBILIDADES DEL HAP EN CUANTO AL RENDIMIENTO DE UN MISMO MOLDE

Particularicemos lo anterior para la sección indicada en la Figura 2.1, en la que se indican también, en función de  $h$ , los valores  $I_b$ ,  $W_{1b}$  y  $A_b$ . Esta sección, para valores grandes de  $h$  puede representar aceptablemente el campo de vigas de cubierta, vigas de puente, etc. Para menores valores de  $h$  resulta válido para el campo de secciones celulares.

1 Véase J. CALAVERA "Cálculo, Construcción y Patología de Forjados de Edificación". 4ª Edición. INTEMAC, Madrid, 1988.

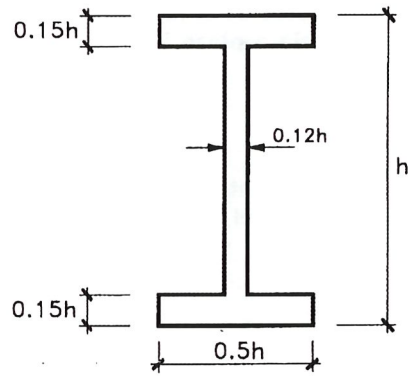


Figure 2.1

From [1.9] [2.1]

and bearing in mind that the dead load  $g_1$  is

$$g_1 = 0.234 h^2 \cdot 0.025 \cdot 10^{-3} \text{ N/mm} \quad [2.2]$$

and operating

$$\frac{g_2 + q}{g_1} = 40.538 \frac{h f_{ck}}{L^2} - 1 \quad [2.3]$$

The graph in Figure 2.2 expresses the slenderness ratios  $L/h = 10, 15$  and  $20$  (the actual range of variation in practice) and the ratio of the total load borne ( $g_2 + q$ ) to the dead load, in terms of span and concrete strength.

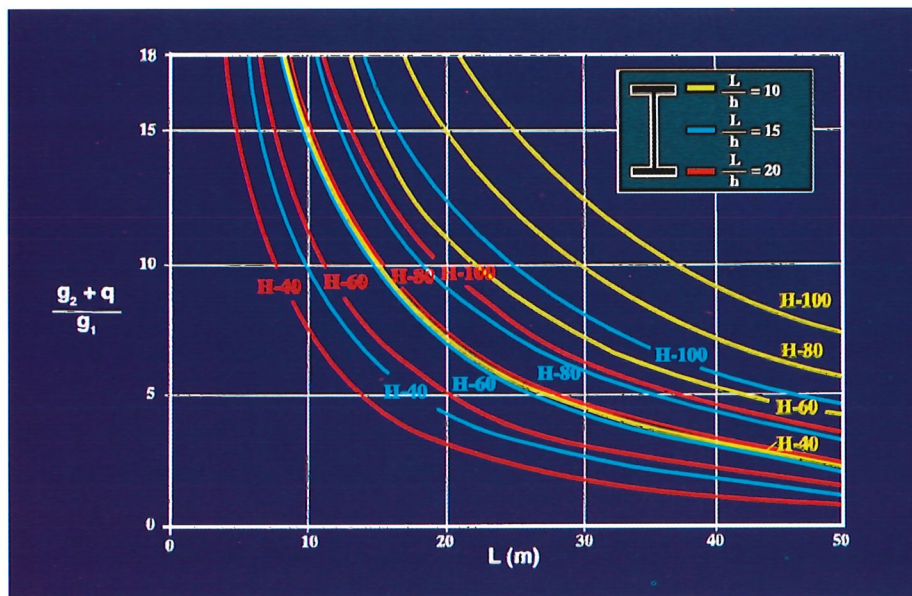


Figure 2.2

The graphs in Figure 2.2 show that the more slender a member is, the greater is the proportional increase in the ratio of the load borne,  $g_2 + q$ , to its dead load. Subtract from this the fact that as concrete strength increases, its dead load or self-weight  $g_1$  declines.

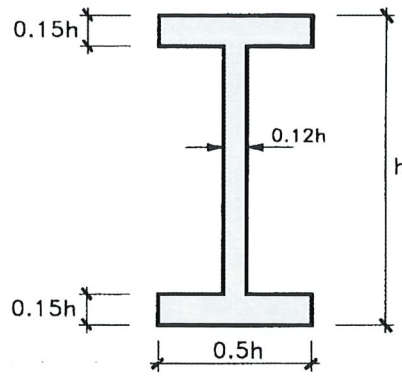


Figura 2.1

De [1.9] 
$$\frac{(g_1 + g_2 + q) L^2}{0,527 h^3} \leq 0,45 f_{ck} \quad [2.1]$$

y teniendo en cuenta que el peso propio  $g_1$  es

$$g_1 = 0,234 h^2 \cdot 0,025 \cdot 10^{-3} \text{ N/mm} \quad [2.2]$$

y operando

$$\frac{g_2 + q}{g_1} = 40,538 \frac{h f_{ck}}{L^2} - 1 \quad [2.3]$$

El gráfico de la Figura 2.2 expresa para las esbelteces  $L/h = 10, 15$  y  $20$  (Campo de la variación en la práctica) la relación de la carga soportada ( $g_2 + q$ ) al peso propio, en función de la luz y de la resistencia del hormigón.

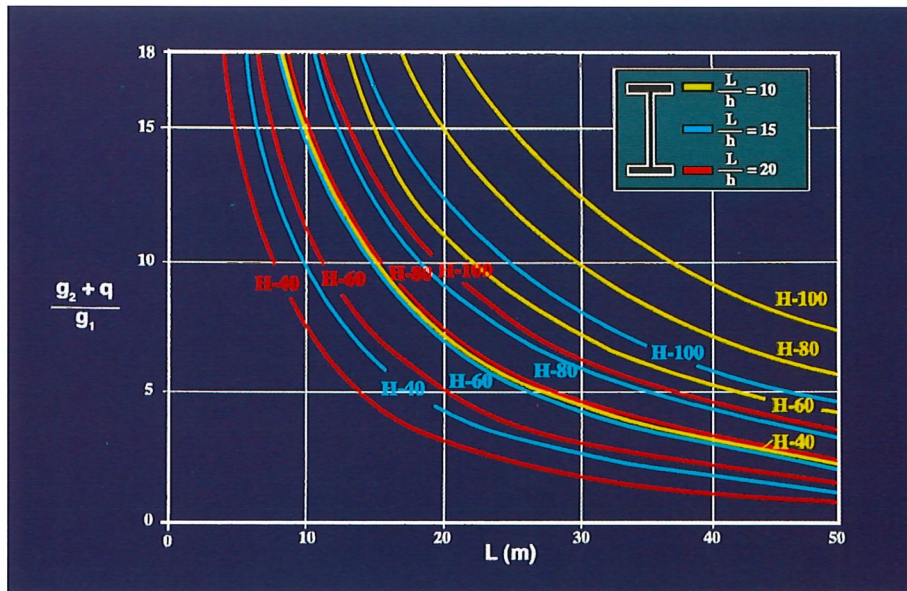


Figura 2.2

Al valorar los gráficos de la Figura 2.2 se observa que el incremento proporcional de carga soportada  $g_2 + q$  respecto al peso propio de la pieza crece tanto más cuanto mayor sea su esbeltez. A ello debe restarse el hecho de que al mejorar la resistencia del hormigón, el peso propio  $g_1$ , se reduce.

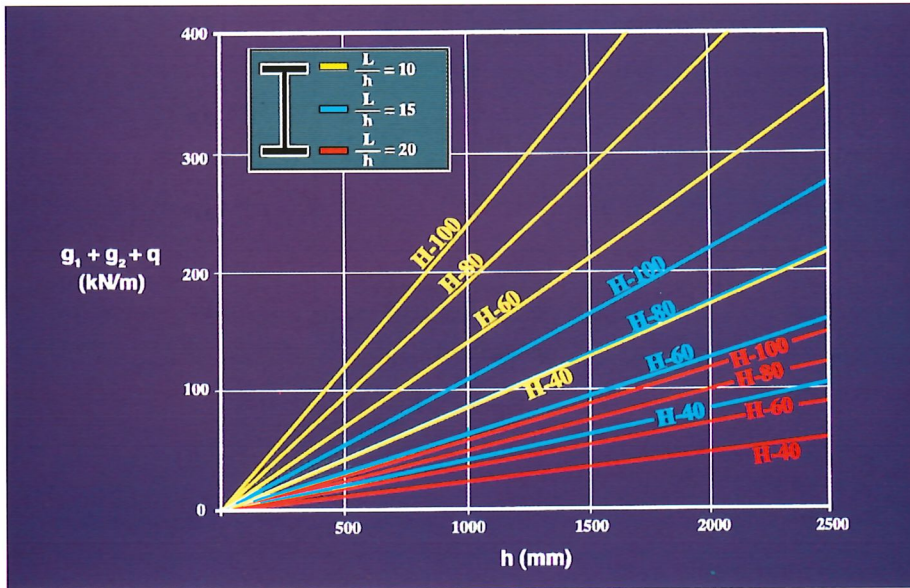


Figure 2.3

The graphs in Figure 2.3 may be more illustrative, as they show, for a given depth  $h$  in mm (**that is to say, for one and the same mould**) the increase in the total load borne,  $g_1 + g_2 + q$ , for different slenderness ratios, in terms of concrete strength.

By way of example, with a depth of one meter and a slenderness ratio of  $\frac{L}{h} = 15$ , H-40 concrete will bear loads of up to 40 kN/m, whereas H-100 concrete can accommodate loads of up to 110 kN/m, or 175% greater.

### 3. REDUCED IMPACT OF DEAD LOAD OR SELF-WEIGHT

The graph in Figure 3.1 is of particular interest, showing, for different slenderness ratios, the ratio of the dead load

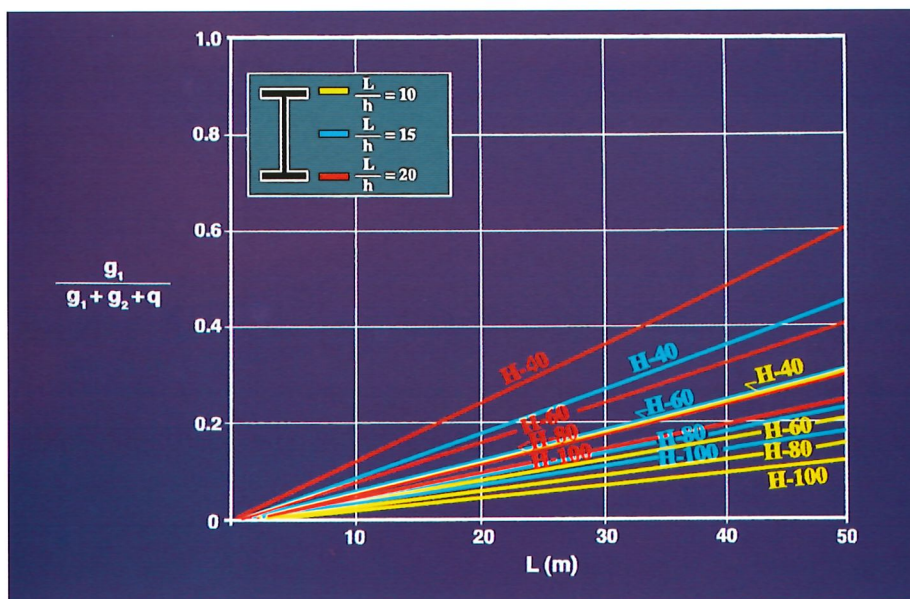


Figure 3.1

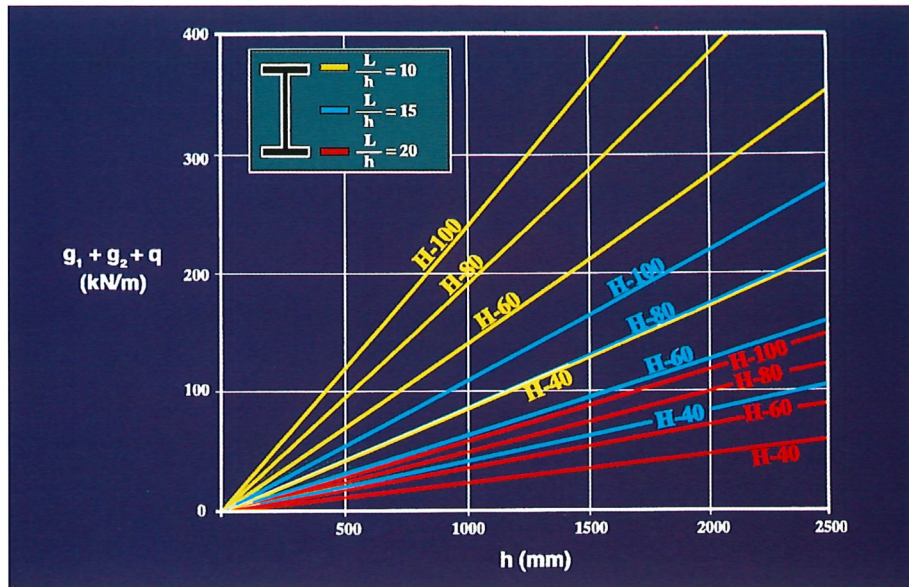


Figura 2.3

Quizá unos gráficos más expresivos sean los reflejados en la Figura 2.3, que dan, para un mismo valor del canto  $h$  en mm (**en definitiva para el mismo molde**) el incremento de carga total soportada  $g_1 + g_2 + q$ , para distintas esbeltez, en función de la resistencia del hormigón.

A título de ejemplo, con un metro de canto y esbeltez  $\frac{L}{h} = 15$ , se pueden soportar 40 kN/m con hormigón H-40 y 110 kN/m, es decir un 175% más, con H-100.

### 3. LA REDUCCIÓN DE LA INFLUENCIA DEL PESO PROPIO DE LA PIEZA

Un gráfico de extraordinario interés en prefabricación es el de la Figura 3.1, en el que se indica, para distintas

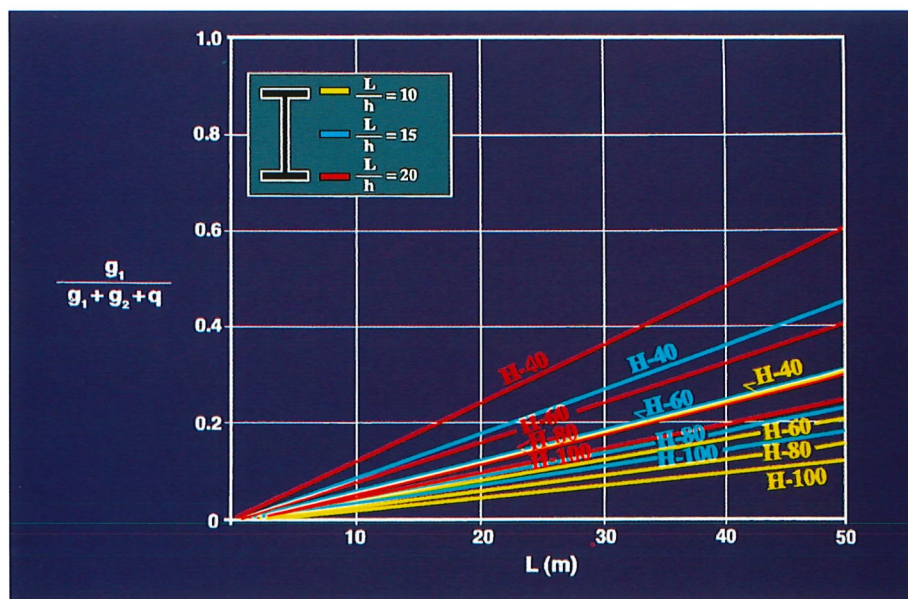


Figura 3.1

of the member (ultimately the resistant member) to the total load borne. It will be noted that for a commonly used ratio such as  $\frac{L}{h} = 15$  and a span of 25 m, the weight of the H-40 concrete member accounts for 22% of the total load; in other words, it uses a substantial part of its strength to support its own weight, whereas with H-100 concrete this figure declines to 8.5%.

#### 4. HPC POTENTIAL IN ROOFS WITH LARGE SPANS

In view of their relationship to HPC potential to span large distances, the **span limits** that the member analysed can reach are shown in Figure 4.1 in terms of concrete strength and depth.

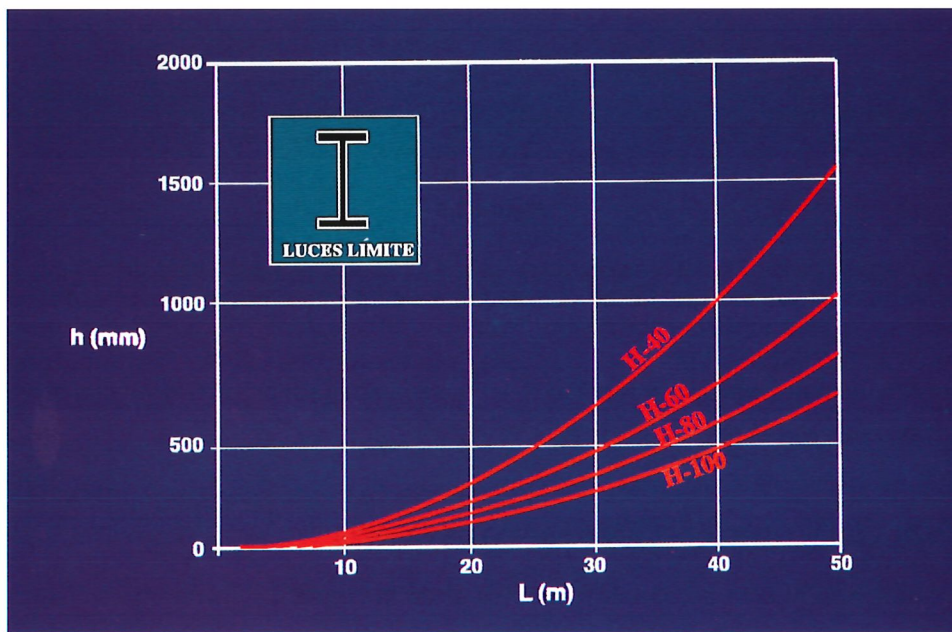


Figure 4.1

The span limit is defined to be the distance over which the member can bear only its own weight and is therefore directly related to the maximum attainable span, particularly in areas where the snow load is of minor importance. (Observing the section in Figure 2.1, it can be seen that the results are clearly applicable to cellular concrete sections, box sections, etc.) For example, using H-40 concrete and a depth of 600 mm the maximum span is 31 m ( $\frac{L}{h} \approx 52$ ) whereas with H-100 concrete this figure rises to 50 m ( $\frac{L}{h} \approx 83$ ).

#### 5. REDUCTION OF DEPTH

The depth relations for, for instance, H-40 and H-100 in members of the type shown in Figure 2.1 can be immediately deduced from [2.2],

$$\left(\frac{h_{100}}{h_{40}}\right)^2 = \frac{1.622h_{40} - L^2}{4.050h_{100} - L^2} \quad [5.1]$$

as shown in Figure 5.1. It will be noted that when spans approach the span limits the depth of H-40 concrete members can be substantially reduced, on the order of 60%.

esbelteces, la relación del peso propio de la pieza (en definitiva el elemento resistente) a la carga total soportada. Como puede observarse, para la relación  $\frac{L}{h} = 15$ , frecuente en la práctica y una luz de 25 m, el peso de la pieza para hormigón H-40 representa un 22% de la carga total, es decir consume una fracción apreciable de su capacidad resistente en resistir su peso propio, mientras que con hormigón H-100 esa cifra se reduce al 8,5%.

#### 4. POSIBILIDADES DEL HAP EN CUBIERTAS DE GRAN LUZ

Por su relación con la posibilidad que el HAP representa para cubrir luces grandes hemos representado en la Figura 4.1 las **luces límite** que la pieza analizada presenta en función de la resistencia del hormigón y del canto.

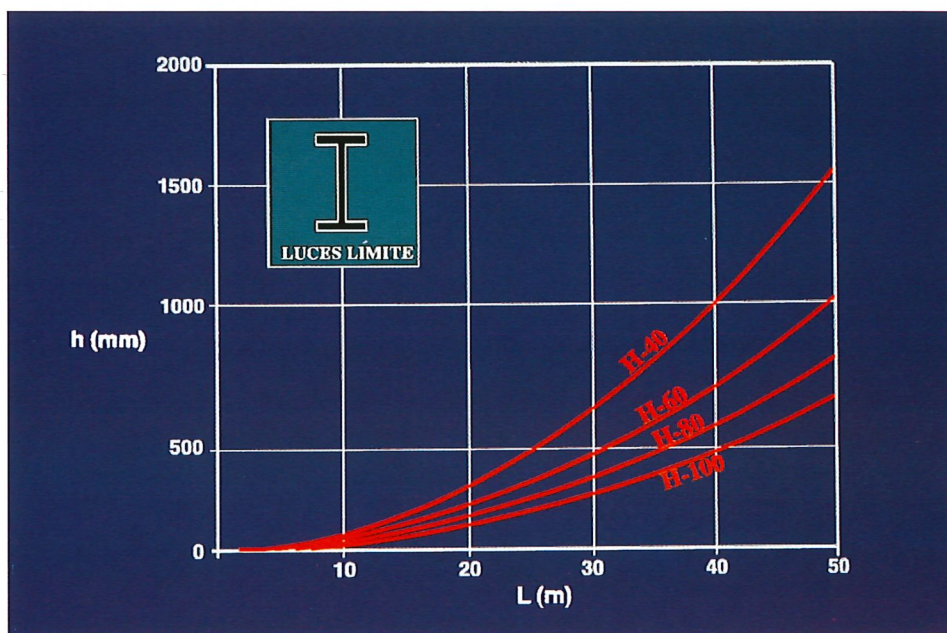


Figura 4.1

La luz límite es aquella para la cual la pieza solamente se soporta a sí misma y está por tanto muy directamente relacionada con la luz máxima alcanzable, en especial en zonas donde la sobrecarga de nieve sea poco importante. (Observando la sección de la Figura 2.1, se aprecia que los resultados son claramente aplicables a secciones celulares, en cajón, etc. Como ejemplo con un canto de 600 mm y H-40 la luz máxima es de 31 m ( $\frac{L}{h} \approx 52$ ) y con H-100 pasa a 50 m ( $\frac{L}{h} \approx 83$ ).

#### 5. LA REDUCCIÓN DE CANTOS

A partir de [2.2] es inmediato obtener la relación, por ejemplo, de cantos para H-40 y H-100 de piezas del tipo de la Figura 2.1.

$$\left(\frac{h_{100}}{h_{40}}\right)^2 = \frac{1.622h_{40} - L^2}{4.050h_{100} - L^2} \quad [5.1]$$

que se representa en la figura 5.1. Como puede verse el ahorro de canto es especialmente importante cuando las luces se acercan a las luces límite posibles con un hormigón H-40, con reducciones del orden del 60% en el canto.

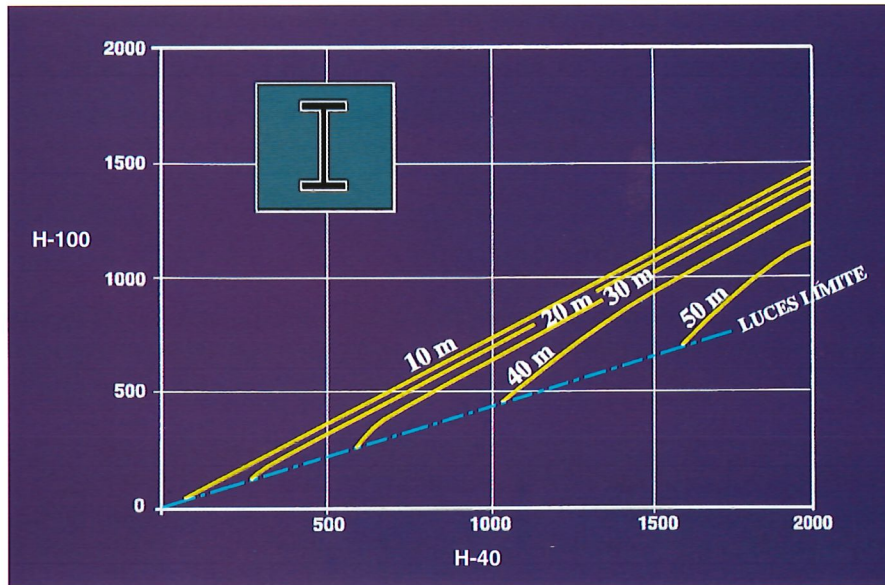


Figure 5.1

In more common span distances, the use of H-100 instead of H-40 concrete provides for a 32% decrease; in other words, the H-100 depth is 68% of the H-40 depth, and therefore the area and weight are reduced by 54%, to 46% of the H-40 values.

## 6. STRENGTH

### 6.1 VARIATION IN PRESTRESSING STRENGTH

Two separate questions must be addressed in considering this problem.

On the one hand, further to Figure 1.1 and the value given in [1.4], to guarantee suitable service stress strengths, given that according to Figure 1.2 the sectional area of the member is  $A_b^2 = 0.23 h^2$  the prestressing strength values,  $P_{k'}$  for H-40 and H-100, are

$$P_{k,40} = \frac{1}{2} \cdot 0.35 \cdot 40 \cdot 0.234 h^2 = 1.64 h^2 \quad [6.1.1]$$

$$P_{k,100} = \frac{1}{2} \cdot 0.35 \cdot 100 \cdot 0.234 h^2 \cdot (0.68)^2 = 1.89 h^2 \quad [6.1.2]$$

whereby  $\frac{P_{k,100}}{P_{k,40}} = 1.15 \quad [6.1.3]$

In other words, on the grounds of this consideration, the prestressing strength must be increased by 15% when H-100 concrete is used.

A second question is safety at the ultimate bending limit state.

If  $M_d$  is the design flexural moment of the member and  $\gamma_f$  the mean weighted value of  $\gamma_{fg}$  and  $\gamma_{fq}$  then

$$M_{d,40} = \frac{\gamma_f L^2}{8} (g_{1,40} + g_2 + q) \quad [6.1.4]$$



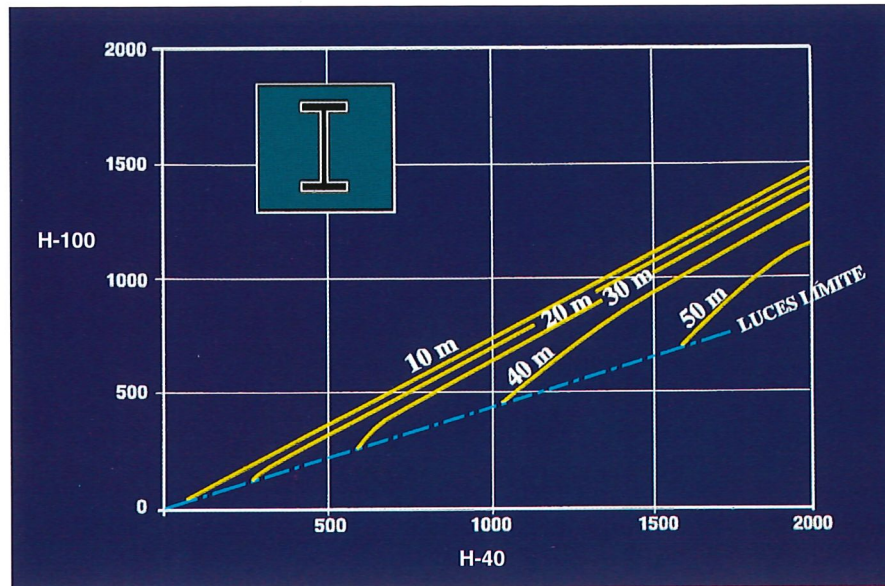


Figura 5.1

Para luces más habituales puede aceptarse que el paso de H-40 a H-100 reduce el canto en un 32%, es decir al 68% y por tanto el área y el peso se reducen en un 54%, es decir al 46%.

## 6. ALGUNAS CONSIDERACIONES RESISTENTES

### 6.1 VARIACIÓN DE LA FUERZA DE PRETENSADO

El problema requiere dos consideraciones diferentes.

Por un lado, y de acuerdo con la Figura 1.1 y el valor [1.4], para garantizar las tensiones adecuadas en servicio, los valores de la fuerza de pretensado  $P_k$  para H-40 y H-100 teniendo en cuenta que el área de la sección de la pieza, de acuerdo con la Figura 1.2 es  $A_b^2 = 0,234h^2$ , son

$$P_{k,40} = \frac{1}{2} 0,35 \cdot 40 \cdot 0,234h^2 = 1,64h^2 \quad [6.1.1]$$

$$P_{k,100} = \frac{1}{2} 0,35 \cdot 100 \cdot 0,234h^2 \cdot (0,68)^2 = 1,89h^2 \quad [6.1.2]$$

con lo que

$$\frac{P_{k,100}}{P_{k,40}} = 1,15 \quad [6.1.3]$$

Es decir que, por esta consideración, la fuerza de pretensado debe aumentarse un 15% al pasar a H-100.

Una segunda consideración es la de la seguridad al estado límite último de flexión.

Llamando  $M_d$  al momento flector de cálculo de la pieza y  $\gamma_f$  al valor medio ponderado de  $\gamma_{fg}$  y  $\gamma_{fq}$

$$M_{d,40} = \frac{\gamma_f L^2}{8} (g_{1,40} + g_2 + q) \quad [6.1.4]$$

$$M_{d,100} = \frac{\gamma_f L^2}{8} (g_{1,100} + g_2 + q) \quad [6.1.5]$$

It should be borne in mind in the above expressions that with the change from H-40 to H-100 the dead load is substantially reduced, although the live load, naturally, remains the same.

Accepting a depth reduction to 0.68 in keeping with the foregoing discussion, it may be deduced that

$$g_{1,100} = 0.46g_{1,40} \quad [6.1.6]$$

and

$$\frac{M_{d,100}}{M_{d,40}} = \frac{0.4g_{1,40} + g + q}{g_{1,40} + g + q} \quad [6.1.7]$$

or

$$\frac{M_{d,100}}{M_{d,40}} = \frac{0.4 + \frac{g_1 + q}{g_{1,40}}}{1 + \frac{g_2 + q}{g_{1,40}}} \quad [6.1.8]$$

and using [2.3], finding for  $f_{ck} = 40$ , and expressing  $L$  in m

$$\frac{M_{d,100}}{M_{d,40}} = \frac{\frac{1.622}{L} \cdot \left(\frac{h}{L}\right) - 0.6}{\frac{1.622}{L} \cdot \left(\frac{h}{L}\right)} \quad [6.1.9]$$

For average spans, on the order of 20/30 m, the value found in [2.3] varies, depending on the slenderness ratio  $\frac{L}{h}$ , from 0.8 to 0.9, so that, accepting a mean value of 0.85 and designating  $A_{sp}$  to be the area of the passive reinforcement

$$\frac{M_{d,100}}{M_{d,40}} \approx \frac{0.9h_{100}A_{sp,100}f_{ysd}}{0.9h_{40}A_{sp,40}f_{ysd}} \approx \frac{h_{100}}{h_{40}} \cdot \frac{A_{sp,100}}{A_{sp,40}} \approx 0.85 \quad [6.1.10]$$

Bearing in mind that  $h_{100} \approx 0.68h_{40}$ , it follows that

$$A_{sp,100} = A_{sp,40} \cdot \frac{0.85}{0.68} = 1.25 \quad [6.1.11]$$

in other words, this second consideration calls for a 25% increase in prestressing steel, which is greater than the value deduced in [6.1.3], calculated from service stresses.

## 6.2 VARIATION IN SHEAR STRENGTH

The shear strength of the member is defined as follows

$$V_{d,40} = \frac{\gamma_f L}{2} (g_{1,40} + g_2 + q) \quad [6.2.1]$$

$$M_{d,100} = \frac{\gamma_f L^2}{8} (g_{1,100} + g_2 + q) \quad [6.1.5]$$

En las fórmulas anteriores debe tenerse en cuenta que al pasar de H-40 a H-100, el peso propio se reduce en forma apreciable, que no debe ser ignorada. La carga impuesta es por supuesto la misma.

Aceptando, como expusimos anteriormente, una reducción de canto a 0,68, se deduce

$$g_{1,100} = 0,46g_{1,40} \quad [6.1.6]$$

y

$$\frac{M_{d,100}}{M_{d,40}} = \frac{0,4g_{1,40} + g + q}{g_{1,40} + g + q} \quad [6.1.7]$$

o bien

$$\frac{M_{d,100}}{M_{d,40}} = \frac{0,4 + \frac{g_1 + q}{g_{1,40}}}{1 + \frac{g_2 + q}{g_{1,40}}} \quad [6.1.8]$$

y teniendo en cuenta [2.3], operando para  $f_{ck} = 40$ , y expresando  $L$  en m

$$\frac{M_{d,100}}{M_{d,40}} = \frac{\frac{1.622}{L} \cdot \left(\frac{h}{L}\right) - 0,6}{\frac{1.622}{L} \cdot \left(\frac{h}{L}\right)} \quad [6.1.9]$$

Para luces medias, del orden de 20/30 m, el valor [2.3], varía según la esbeltez  $\frac{L}{h}$ , de 0,8 a 0,9, con lo que aceptando un valor medio de 0,85 y designando por  $A_{sp}$  al área de armadura pasiva

$$\frac{M_{d,100}}{M_{d,40}} \approx \frac{0,9h_{100}A_{sp,100}f_{ysd}}{0,9h_{40}A_{sp,40}f_{ysd}} \approx \frac{h_{100}}{h_{40}} \cdot \frac{A_{sp,100}}{A_{sp,40}} \approx 0,85 \quad [6.1.10]$$

y teniendo en cuenta que  $h_{100} \approx 0,68h_{40}$ , se obtiene

$$A_{sp,100} = A_{sp,40} \cdot \frac{0,85}{0,68} = 1,25 \quad [6.1.11]$$

es decir que esta segunda consideración requiere un aumento de armadura de pretensado del 25%, superior a la [6.1.3] derivada de las tensiones en servicio.

## 6.2 VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A ESFUERZO CORTANTE

La resistencia a esfuerzo cortante de la pieza viene definida por la condición

$$V_{d,40} = \frac{\gamma_f L}{2} (g_{1,40} + g_2 + q) \quad [6.2.1]$$

$$V_{d,100} = \frac{\gamma_f L}{2} (g_{1,100} + g_2 + q) \quad [6.2.2]$$

The graph in Figure [2.2] shows that the value for  $\frac{g_1}{g_2 + q}$  is on the order of 0.25 for H-40 and 0.1 for H-100, whereby

$$\frac{V_{d,40}}{V_{d,100}} \approx \frac{1.25 (g_2 + q)}{1.10 (g_2 + q)} \approx 1.14 \quad [6.2.3]$$

with  $t_{g0} = 0.5$ , which is the figure applicable to these prestressing stresses. Operating with the formulas and units given in EP-88 and considering  $A_s$  to be the shear reinforcement area<sup>2, 3</sup>

$$V_{d,40} = 0.5 \sqrt{\frac{400}{1.4}} b_o d + \frac{0.9 d A_{s,40} \cdot f_{y\sigma d}}{0.5} \quad [6.2.4]$$

$$V_{d,100} = 0.5 \sqrt{\frac{700}{1.4}} 0.68 b_o \cdot 0.68 d + \frac{0.9 \cdot 0.68 d \cdot A_{s,100} f_{y\sigma d}}{0.5} \quad [6.2.5]$$

$$V_{d,40} = 8.45 b_o d + 1.8 d \cdot A_{s,40} f_{y\sigma d}$$

$$V_{d,100} = 5.17 b_o d + 1.22 d \cdot A_{s,100} f_{y\sigma d}$$

$$0.45 b_o d + 1.8 d A_{s,40} f_{y\sigma d} = 5.89 b_o d + 1.39 d A_{s,100} f_{y\sigma d}$$

and operating,

$$\begin{aligned} \frac{A_{s,100}}{A_{s,40}} &= 1.29 + 0.39 \frac{V_{cu,40}}{V_{su,40}} = 1.29 + 0.39 \frac{V_{cu,40}}{V_{d,40} - V_{cu,40}} \\ &= 1.29 + \frac{8.45 b_o d}{\frac{\gamma_f L}{2} (g_{1,40} + g_2 + q) - 8.45 b_o d} \end{aligned} \quad [6.2.6]$$

and again operating, taking account of [2.3] and defining  $\frac{\alpha}{L}$  to be the distance from the section considered to the support

$$\frac{A_{s,100}}{A_{s,40}} \approx 1.29 + \frac{8.45 + 0.12h \cdot 0.9h}{\frac{\alpha}{L} \frac{\gamma_f L}{L} \left( \frac{0.45 f_{ck} \cdot 0.527 h^3}{L^2} \right)} \quad [6.2.7]$$

$$\frac{A_{s,100}}{A_{s,40}} = 1.29 + \frac{5.3}{f_{ck}} \left( \frac{L}{h} \right) \cdot \left( \frac{\alpha}{L} \right) = 1.29 + \frac{5.3}{400} \left( \frac{L}{h} \right) \cdot \left( \frac{\alpha}{L} \right) \quad [6.2.8]$$

2 In the following discussion, the total passive reinforcement is assumed to be proportional to the shear reinforcement.

3 Pursuant to ACI 318-95, the value of  $f_{ck}$  was studied hereunder on the grounds of 70 MPa, even though in these members, given the shear and skin-reinforcement ratios, this would not be necessary in most cases.

$$V_{d,100} = \frac{\gamma_f L}{2} (g_{1,100} + g_2 + q) \quad [6.2.2]$$

Del examen del gráfico de la Figura [2.2], se deduce que el valor de  $\frac{g_1}{g_2 + q}$  es del orden de 0,25 para H-40 y de 0,1 para H-100, con lo que

$$\frac{V_{d,40}}{V_{d,100}} \approx \frac{1,25 (g_2 + q)}{1,10 (g_2 + q)} \approx 1,14 \quad [6.2.3]$$

Con  $t_{g0} = 0,5$ , que rige para estas tensiones de pretensado. Operando con fórmulas y unidades de EP-88 y llamando  $A_s$  al área de armadura de corte<sup>2, 3</sup>

$$V_{d,40} = 0,5 \sqrt{\frac{400}{1,4}} b_o d + \frac{0,9 d A_{s,40} \cdot f_{yad}}{0,5} \quad [6.2.4]$$

$$V_{d,100} = 0,5 \sqrt{\frac{700}{1,4}} 0,68 b_o \cdot 0,68 d + \frac{0,9 \cdot 0,68 d \cdot A_{s,100} f_{yad}}{0,5} \quad [6.2.5]$$

$$V_{d,40} = 8,45 b_o d + 1,8 d \cdot A_{s,40} f_{yad}$$

$$V_{d,100} = 5,17 b_o d + 1,22 d \cdot A_{s,100} f_{yad}$$

$$0,45 b_o d + 1,8 d A_{s,40} f_{yad} = 5,89 b_o d + 1,39 d A_{s,100} f_{yad}$$

y operando,

$$\begin{aligned} \frac{A_{s,100}}{A_{s,40}} &= 1,29 + 0,39 \frac{V_{cu,40}}{V_{su,40}} = 1,29 + 0,39 \frac{V_{cu,40}}{V_{d,40} - V_{cu,40}} \\ &= 1,29 + \frac{8,45 b_o d}{\frac{\gamma_f L}{2} (g_{1,40} + g_2 + q) - 8,45 b_o d} \end{aligned} \quad [6.2.6]$$

y operando, y tenido en cuenta [2.3] y llamando  $\frac{\alpha}{L}$  la distancia de la sección considerada al apoyo

$$\frac{A_{s,100}}{A_{s,40}} \approx 1,29 + \frac{8,45 + 0,12h \cdot 0,9h}{\frac{\alpha}{L} \frac{\gamma_f L}{L} \left( \frac{0,45 f_{ck} \cdot 0,527 h^3}{L^2} \right)} \quad [6.2.7]$$

$$\frac{A_{s,100}}{A_{s,40}} = 1,29 + \frac{5,3 \left( \frac{L}{h} \right) \cdot \left( \frac{\alpha}{L} \right)}{400 \left( \frac{L}{h} \right) \cdot \left( \frac{\alpha}{L} \right)} \quad [6.2.8]$$

2 En lo que sigue se acepta que el total de armadura pasiva es proporcional a la de corte.

3 De acuerdo con ACI 318-95 hemos estudiado el valor de  $f_{ck}$  a partir de 70 MPa, aunque en estas piezas la cuantía de armadura de corte y de piel permite, en la mayoría de los casos, no hacerlo.

The value from [6.2.8] for  $\alpha = 0.5$  (one quarter of the span) ranges from 1.36 for  $\frac{L}{h} = 10$  to 1.42 for  $\frac{L}{h} = 20$ .

Assuming a mean value of 1.39 and extending it to the entire span, this means that with the change from H-40 to H-100 concrete, the shear reinforcement increases by 39% and it may be assumed that the passive skin-reinforcement, etc., increases in the same proportion.

According to the foregoing and with:

- $C_{H-40}$  y  $C_{H-100}$  as the cost of H-40 and H-100 concrete per  $m^3$ , including shipping and assembly.
- $C_{sa}$  as the cost of active reinforcement per kg.
- $C_{sp}$  as the cost of shear reinforcement (in general,, passive reinforcement) per kg.
- $\alpha_{40}$  as  $kg/m^3$  of active reinforcement in H-40 concrete members.
- $\beta_{40}$  as  $kg/m^3$  of shear reinforcement (in general, passive reinforcement) in H-40 concrete members.

The ratio of costs for H-40 concrete ( $C_{40}$ ) to H-100 concrete ( $C_{100}$ ) members will be

$$\frac{C_{100}}{C_{40}} = \frac{0.46C_{H-100} + 1.25\alpha_{40} \cdot C_{SA} + 1.39\beta_{40}C_{sp}}{1.00C_{H-40} + \alpha_{40} \cdot C_{SA} + \beta_{40}C_{sp}} \quad [6.2.9]$$

A valid example at current (1998) values<sup>4</sup>, would be

- $C_{H-40} = 50,750$  ESP/ $m^3$
- $C_{H-100} = 60,250$  ESP/ $m^3$
- $\alpha_{40} = 65.5$   $kg/m^3$
- $C_{SA} = 202.50$  ESP/kg
- $\beta_{40} = 110$   $kg/m^3$
- $C_{SP} = 147.50$  ESP/kg

Substituting these values in expression [6.2.9] yields  $\frac{C_{100}}{C_{40}} = 0.83$ ; that is to say, in addition to the technical and functional advantages of using HPC, it offers the further benefit of cost.

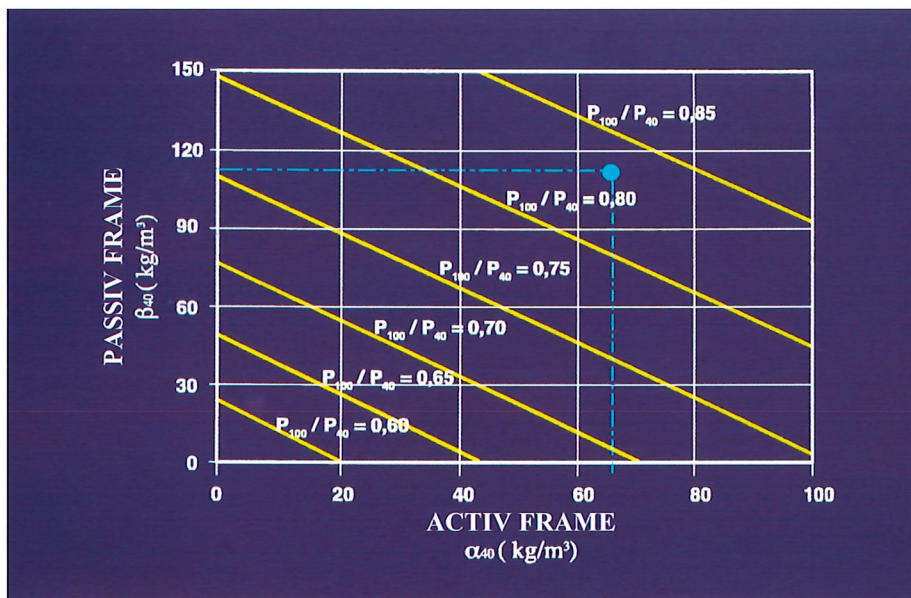


Figure 6.2.1

4 I am grateful to Messrs José Luis Lleyda, Head of the Engineering Division, ALVISA, and Manuel Burón, Managing Director of PACADAR, for the price and quantity estimates used hereunder.

El valor [6.2.8] para  $\alpha = 0,5$  (cuarto de la luz) varía de 1,36 para  $\frac{L}{h} = 10$  hasta 1,42 para  $\frac{L}{h} = 20$ . Aceptando un valor medio de 1,39, y extendiéndolo a toda la luz, ello representa que el pasar de hormigón H-40 a H-100 la armadura de corte se incrementa en un 39%, y puede aceptarse que en la misma proporción lo hace la armadura pasiva de piel, etc.

De acuerdo con todo lo anterior, llamando:

- $C_{H-40}$  y  $C_{H-100}$  los costes por  $m^3$  de los hormigones H-40 y H-100, incluidos su transporte y montaje.
- $C_{SA}$  el coste del kg de armadura activa.
- $C_{SP}$  el coste del kg de armadura de corte (En general, de armadura pasiva).
- $\alpha_{40}$  los  $kg/m^3$  de armadura activa en piezas con hormigón H-40.
- $\beta_{40}$  los  $kg/m^3$  de armadura de corte en piezas de hormigón H-40 (En general, de armadura pasiva).

la relación de costes de las piezas con hormigón H-40, ( $C_{40}$ ), y con hormigón H-100, ( $C_{100}$ ), será

$$\frac{C_{100}}{C_{40}} = \frac{0,46C_{H-100} + 1,25\alpha_{40} \cdot C_{SA} + 1,39\beta_{40}C_{SP}}{1,00C_{H-40} + \alpha_{40} \cdot C_{SA} + \beta_{40}C_{SP}} \quad [6.2.9]$$

Como un ejemplo válido para los precios en el momento actual (1998)<sup>4</sup>, tomando

- $C_{H-40} = 50.750$  PTA/ $m^3$
- $C_{H-100} = 60.250$  PTA/ $m^3$
- $\alpha_{40} = 65,5$   $kg/m^3$
- $C_{SA} = 202,50$  PTA/kg
- $\beta_{40} = 110$   $kg/m^3$
- $C_{SP} = 147,50$  PTA/kg

Para estos valores la fórmula [6.2.9] conduce a  $\frac{C_{100}}{C_{40}} = 0,83$  es decir, que además de todas las ventajas técnicas y funcionales que el uso del HAP como hemos visto representa, conduce a una importante reducción del coste.

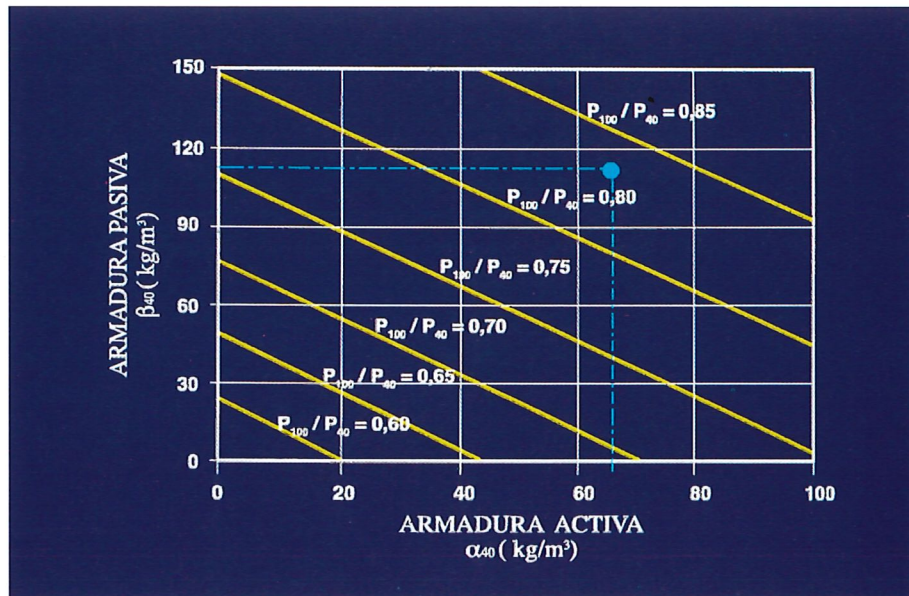


Figura 6.2.1

4 Debo agradecer a D. José Luis Lleyda, Director Técnico de ALVISA, y a D. Manuel Burón, Director General de PACADAR, la estimación que me han proporcionado de los precios y mediciones que se incluyen.

Since coefficients  $\alpha_{40}$  and  $\beta_{40}$  are price variables, the variation of the  $\frac{C_{100}}{C_{40}}$  ratio is given in Figure [6.2.1] in terms of  $\alpha_{40}$  and  $\beta_{40}$ . The point shown is for the specific case analysed. The graph directly suggests the advantage of reducing  $\alpha_{40}$  (best post-tensioning tendons). The action that can most readily be taken is to reduce  $\beta_{40}$  by arranging passive reinforcement more rationally, which would also lower the cost per kg.



---

Como los coeficientes  $\alpha_{40}$  y  $\beta_{40}$  son unas variables de los precios, en la Figura [6.2.1] hemos recogido la variación de  $\frac{C_{100}}{C_{40}}$  en función de  $\alpha_{40}$  y  $\beta_{40}$ . Se representa el punto correspondiente al caso particular analizado. El Gráfico sugiere directamente la ventaja de reducir  $\alpha_{40}$  (mejores tendones de postensado). Quizá la actuación más inmediata a nuestro alcance sea reducir  $\beta_{40}$  mediante disposiciones más racionales de armadura pasiva, lo que además reducirá también su coste por kg.

# 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<sup>a</sup>  
Sánchez Arroyo, Jesús M<sup>a</sup>  
Sicilia Mañá, Beatriz

## Ingenieros de Caminos

Anlló Rodríguez, María  
Baena Alonso, Eva  
Barrios Corpa, Jorge  
Barrios Corpa, Roberto  
Beteta Cejudo, M<sup>a</sup> 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  
Froilán Torres, Ramiro  
Galindo Aires, José Miguel  
Gil García, Alfonso  
González González, Juan José  
\*González Valle, Enrique  
\*Hostalet Alba, Francisco  
\*Izquierdo Bernaldo de Quirós, José M<sup>a</sup>  
Jiménez Ortiz, Gonzalo  
Ley Urzaiz, Jorge  
Molero Rodríguez, Teresa  
Munugarren Martínez, Miguel Angel  
Recio Cañadas, Alba  
Rocha Muñoz, Sergio de la  
Rodríguez Escribano, Raúl Rubén  
Rodríguez Romero, Jesús M<sup>a</sup>  
Rojas Orts, Guillem  
Roquer i Sala, Ramón  
Ruiz Fuentes, M<sup>a</sup> Josefa  
Ruiz Jiménez-Alfaro, Felipe  
Sanz Pérez, Lorenzo  
Sirvent Sirvent, Enrique  
Tapiá 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  
Núñez Arango, Manuel Gregorio  
\*Santos Olalla, Francisco  
Torruella Martínez, Josep M<sup>a</sup>  
\*Valenciano Carles, Federico

## Ingeniero de Minas

Ramos Sánchez, Adelina

## Doctora en Ciencias Físicas

Tejedor Miralles, Beatriz

## Doctora en Geografía e Historia

Calavera Vayá, Ana María

## Licenciado en Ciencias Ambientales

Gil Esteban, Luis Miguel

## Licenciados en Ciencias Geológicas

Abajo Clemente, Angel  
Blanco Zorroza, Alberto  
Casado Chinarro, Alejandro  
López Velilla, Oscar  
Orejas Contreras, M<sup>a</sup> Carmen  
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  
Carrato Moñino, Rosa M<sup>a</sup>  
Enrici Redondo, M<sup>a</sup> Alejandra  
Estévez Márquez, Lourdes  
Fernández Jiménez, Amelia  
Gallego Castro, Sergio  
Martínez Pérez, Inmaculada  
Montejano Jiménez, María del Carmen  
Muñoz Mesto, Angel

## Ingenieros Técnicos Industriales

Díaz-Trechuelo Laffón, Antonio  
Gascón García, Alberto  
González Carmona, Manuel  
Madueño Moraño, Antonio  
Muñoz Fuentes, Miguel Angel  
Ramírez Rodríguez, José Luis  
Verdú Hoys, David  
Villar Riñones, Jesús

## Ing. Técnico en Informática de Sistemas

Rodríguez Alfonso, Iván

\*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

Soto López, Elena del  
Vicente Girón, Susana  
Zamora Pérez, Ángel

**Ingenieros Técnicos Obras Públicas**

Andrés Alarcón, Manuel  
Bobo Guerrero, Jonathan  
Carrero Crespo, Rafael  
Ferrerías Reguilón, Gabriel  
Freire Peláez, M<sup>a</sup> Isabel  
Galán de Cáceres, M<sup>a</sup> del Puerto  
García Menéndez, David  
Garrido Hernando, Susana Sandra  
González Isabel, Germán  
González Nuño, Luis  
Gutiérrez Garrosa, Raúl  
Huertos Rodríguez, Ángel  
Mata Soriano, Juan Carlos  
Merino Rodríguez, Pablo  
Millá Níguez, Luis  
Montiel Sánchez, Ernesto  
Muelas Moro, Elena  
Muñoz Mesto, Angel  
Ortíz del Campo, Natalia  
Prieto Antón, Eva Sonia  
Ramos Valdés, Raquel  
Rodríguez García, M<sup>a</sup> Vanessa  
Romero García, Daniel  
Rosa Moreno, José Andrés  
Rozas Hernando, José Juan  
Sánchez Tomé, Elena  
Sánchez Vicente, Andrés  
Sillero Olmedo, Rafael

**Ingenieros Técnicos Topógrafos**

Barragán Bermejo, M<sup>a</sup> Vicenta  
Campos Delgado, Juan Carlos  
Carreras Ruíz, Francisco  
Galindo Mena, José  
Liébana García, César  
Molero Vicente, M<sup>a</sup> Isabel  
Salado Rodilla, Rafael  
Sánchez Martín, María de la O  
Torés Campos, Ana M<sup>a</sup>  
Vicente Conde, M<sup>a</sup> Isabel

**Licenciado en C. Económicas y Empresariales**

González Chavero, Antonio

**Profesores Mercantiles**

González Alvarez, Vicente  
Sampedro Portas, Arturo

**Técnicos en Administración de Empresas**

Cebrián Sobrino, M<sup>a</sup> José  
González del Olmo, M<sup>a</sup> de la Peña de F.

**Técnico en Publicidad**

Blanco Armas, Cristina

**Topógrafo**

Alquézar Falceto, Ricardo

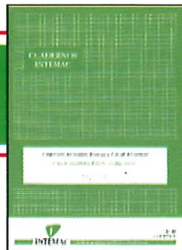


## CUADERNOS INTEMAC

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 €



### Cuaderno N° 45

"Mecanismos de respuesta frente al esfuerzo cortante en vigas prefabricadas".  
Autor: **D. FERNÁNDEZ-ORDÓÑEZ HERNÁNDEZ**.  
Dr. Ing. de Caminos.

### Cuaderno N° 46

"Influencia previsible en el futuro de la prefabricación del hormigón de altas prestaciones".  
Autor: **Prof. J. CALAVERA RUIZ**.  
Dr. Ing. de Caminos.

## ULTIMOS TITULOS PUBLICADOS

## CUADERNOS DE PROXIMA APARICION

### Cuaderno N° 47

"Mezclas de alto módulo para carreteras. Criterios de aplicación y ventajas".  
Autor: **C. CORRAL FOLGADO**.  
Ingeniero de Caminos.

### Cuaderno N° 48

"Patología de estructuras metálicas".  
Autores: **R. ÁLVAREZ CABAL**.  
Ingeniero Industrial.  
**J. R. ARROYO**.  
Ingeniero Industrial.  
**S. DÁVILA SÁNCHEZ TOSCANO**.  
Ingeniero 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 N° 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 N° 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 TECNICOS, analizando distintos campos de la construcción.

### SERIE OBRAS DE HORMIGÓN EN MASA, ARMADO Y PRESENTADO.

REFERENCIA	TÍTULO	CONTENIDO	DURACIÓN	PRECIO
N° 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 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	94,79 €



## BOLETIN BIBLIOGRAFICO

BOLETIN BIBLIOGRAFICO  
SERVICIO DE DOCUMENTACION  
9207



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

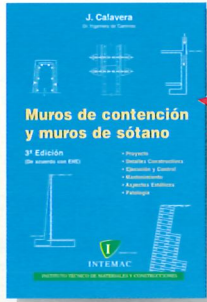
ARTICULOS TECNICOS  
SERVICIO DE DOCUMENTACION



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.

- 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.
- EL HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA (HSC): LAS CARACTERÍSTICAS QUE CONDICIONAN EL CALCULO ESTRUCTURAL. Enrique González Valle.
- LA REALIZACIÓN DE ENSAYOS DE INFORMACIÓN EN LAS OBRAS. Adolfo Delibes Liniers.
- INVESTIGACIÓN SOBRE REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO DAÑADAS POR CORROSIÓN DE ARMADURAS. Adolfo Delibes Liniers; Jaime Fernández Gómez.
- 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.
- LA INFLUENCIA DEL DIAGRAMA TENSION DEFORMACIÓN EN EL CÁLCULO A FLEXIÓN DE SECCIONES REALIZADAS CON HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA.  
Enrique González Valle; José M<sup>o</sup> Izquierdo; Bernaldo de Quirós.
- EFFECTOS DINÁMICOS EN PUENTES. VARIACION DEL COEFICIENTE DE IMPACTO.  
Enrique López del Hierro Fernández; Juan José Benito Muñoz; Javier Gallego Valarde; Ramón Álvarez Cabal.
- CUBIERTAS METÁLICAS DE GRAN LUZ. Mercedes Gómez Álvarez; Justo Díaz Lozano; Ramón Álvarez Cabal.
- LA INSPECCIÓN Y ENSAYO. ORGANIZACIONES DE CONTROL DE CALIDAD Y LABORATORIOS.  
José Calavera Ruiz.

P.V.P. 2,40 € / ejemplar.



**NUEVO**  
2001

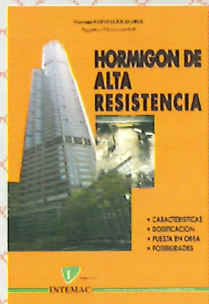
De acuerdo con la nueva instrucción EHE

## MUROS DE CONTENCIÓN Y MUROS DE SÓTANO

J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)

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

**Precio: 67,45 €**



## HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA

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

- 316 páginas
- Encuadernación en gualflex

**Precio: 41,97 €**

## CÁLCULO, CONSTRUCCIÓN Y PATOLOGÍA DE FORJADOS DE EDIFICACIÓN

J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)

**Agotada la 4ª Edición**  
**5ª Edición: Diciembre 2002**

**AGOTADO**

## MANUAL DE FERRALLA

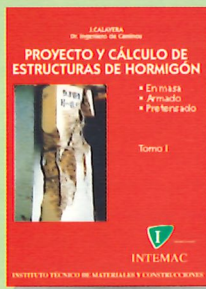
J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)

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

F. VALENCIANO (Ingeniero Industrial)

**Nueva edición: Marzo 2003**

**AGOTADO**



## PROYECTO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

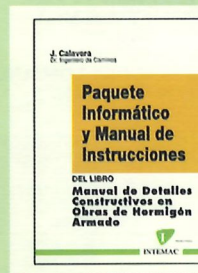
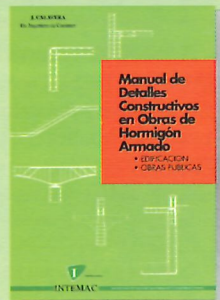
J. CALAVERA  
(Dr. Ingeniero de Caminos)

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 €**



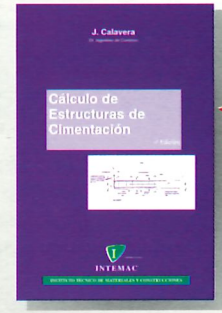
## MANUAL DE DETALLES CONSTRUCTIVOS EN OBRAS DE HORMIGÓN ARMADO

J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)

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

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

El libro y el programa se venden por separado



**NUEVO**  
2000

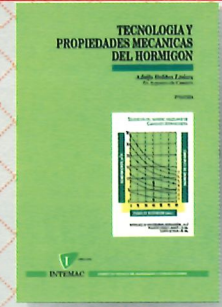
De acuerdo con la nueva instrucción EHE

## 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 gualflex

**Precio: 67,15 €**



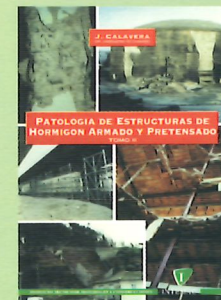
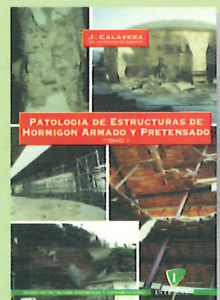
## TECNOLOGÍA Y PROPIEDADES MECÁNICAS DEL HORMIGÓN

A. DELIBES (Dr. Ingeniero de Caminos)

**2ª Edición**

- 396 páginas
- Encuadernación en gualflex

**Precio: 51,03 €**

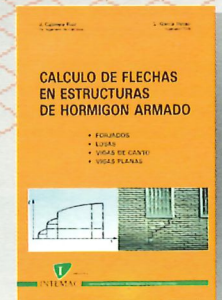


## PATOLOGÍA DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO

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 gualflex

**Precio de la obra completa: 106,41 €**



## 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 gualflex

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