

CUADERNOS INTEMAC

Ficha técnica de un forjado nervado de hormigón armado

Technical chart of a reinforced concrete ribbed floor

Javier Lahuerta Vargas
Doctor Arquitecto

Cristina Sanz Larrea
Doctor Arquitecto



INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

N.º 37

1.º TRIMESTRE '00

INTEMAC



METIRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

CONTROL DE PROYECTO

CONTROL DE OBRA

GARANTIA DE CALIDAD

SONDEOS, ENSAYOS E INFORMES GEOTECNICOS

INFORMES DE PATOLOGIA, REHABILITACION Y REFUERZOS DE CONSTRUCCIONES

OBRAS PUBLICAS
EDIFICACION
INSTALACIONES



INTEMAC
AUDIT

AUDITORIA TECNICO-ECONOMICA DE CONSTRUCCIONES

- ASESORIA EN EL PLANTEAMIENTO Y EN LA CONTRATACION DE LA OBRA
- SEGUIMIENTO DE COSTOS Y PLAZOS DURANTE LA CONSTRUCCION
- VALORACIONES DE TERRENOS, INMUEBLES Y CONSTRUCCIONES
- AUDITORIAS DE TRABAJOS PARCIALES Y DE LIQUIDACION DE LA OBRA



INTEMAC
ECO

AUDITORIA TECNICA MEDIOAMBIENTAL

CONTROL DE IMPACTO AMBIENTAL

Obras Públicas
Edificación
Instalaciones

CONTROL DE CALIDAD AMBIENTAL

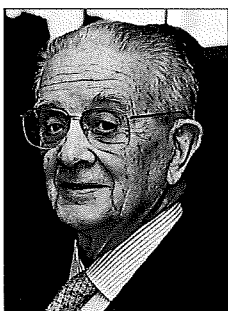
Aire
Agua
Ruido

AUDITORIA MEDIOAMBIENTAL

ASESORAMIENTO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE

**FICHA TÉCNICA DE UN FORJADO NERVADO
DE HORMIGÓN ARMADO**

**TECHNICAL CHART OF A REINFORCED CONCRETE
RIBBED FLOOR**



Javier Lahuerta Vargas

Dr. Arquitecto
Profesor Honorario
de la Universidad de Navarra
Ex-miembro (1974-1982)
de la Comisión Técnica de INTEMAC



Cristina Sanz Larrea

Dr. Arquitecto
Profesora Adjunta
de la Escuela Universitaria
de Arquitectura Técnica
de la Universidad de Navarra

Copyright © 2000, 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 - 23589 -2000
Infoprint, S.A. - San Vicente Ferrer, 40

INDEX

	Page
1. INTRODUCTION	4
2. REINFORCED CONCRETE RIBBED FLOOR	6
3. ACTION EFFECTS ON ULTIMATE LIMIT STATES	10
4. MAGNITUDES FOR SERVICEABILITY LIMIT STATES	12
5. EQUIVALENT STIFFNESS OF FLOOR SPANS	14
6. UNIFORM DISTRIBUTED LOADS ON FLOORS	16
7. LONG-TIME DEFORMATION OF FLOORS	18
8. TOTAL DEFLECTION AND ACTIVE DEFLECTION	18
9. ADMISSIBLE DEFLECTIONS	22
10. FLOOR CHART	24
11. USE OF THE CHART IN AN EXAMPLE	36
12. SYMBOLS	42
13. REFERENCES	46

TABLES

1. REINFORCEMENT OF THE RIBBED FLOOR	8
2. RECOMMENDED DEPTH FACTORS	10
3. LONG TIME DEFORMATION FACTOR	18
4. DECOMPOSITION OF THE LOAD	18
5. TYPICAL CASES OF EXECUTION SPEED	18
6. FACTORS OF SIMULTANEITY OF LOADS	20
7. EXAMPLES OF LONG TIME DEFLECTION FACTORS	22
8. ADMISSIBLE DEFLECTIONS, ACCORDING TO EF 96	24

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	5
2. EL FORJADO NERVADO DE HORMIGÓN ARMADO	7
3. SOLICITACIÓN EN ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS	11
4. MAGNITUDES PARA ESTADOS LÍMITES DE UTILIZACIÓN	13
5. RIGIDECES EQUIVALENTES DE TRAMOS	15
6. FORJADOS CON CARGA UNIFORME	17
7. DEFORMACIÓN DIFERIDA DE LOS FORJADOS	19
8. FLECHA TOTAL Y FLECHA ACTIVA	19
9. FLECHAS ADMISIBLES	23
10. FICHA DE FORJADO	25
11. USO DE LA FICHA EN UN EJEMPLO	27
12. NOTACIONES	43
13. BIBLIOGRAFÍA	46

TABLAS

1. ARMADURA DEL FORJADO ARMADO	9
2. FACTORES DE CANTO RECOMENDADO	10
3. FACTOR DE DEFORMACIÓN DIFERIDA	19
4. DESCOMPOSICIÓN DE LA CARGA	19
5. CASOS TIPO DE VELOCIDAD DE EJECUCIÓN	19
6. FACTORES DE SIMULTANEIDAD DE ACCIONES	21
7. EJEMPLOS DE FACTORES DE CARGA DIFERIDA	23
8. FLECHAS ADMISIBLES, SEGÚN EF 96	25

CHART	F16	F18	F20	F22	F25	F28	F32	F36	F40	F45	FICHA
Page	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	Página

SUMMARY

Floors are plane resistant members of building's stories and roofs. They are executed nowadays normally in Spain as industrialised floors with precast joists or panels, made of reinforced or prestressed concrete, complemented with reinforcing steel and concrete in site.

They require a License of Use from the Ministry of Fomento, who draws it up in a Chart of Technical Characteristics, which is brought by the fabricant, and constitutes an efficient database for the design and execution of industrialised floors.

Ribbed floors, made of reinforced concrete without resistant precast members are also used, but there is no fabricant whom to ask for the Chart of Technical Characteristics, its values having to be reckoned in the architect's office.

A Technical Chart of Characteristics of the ribbed floor, a tabulation of the characteristics required for its design in serviceability and ultimate limit states, and of the spans and instantaneous deflections in different cases is presented to simplify the work of the architects.

The methods employed to calculate them are exposed in an example, hoping it may be useful for those who have to design floors, being good for strengthening the concepts and algebraic formulae used to determine the technical characteristics.

The use of the Chart is explained calculating the floors of a storey plant of a residential building, detailing the stages followed for the conditions of the limit states, and drawing the execution plans.

The symbols employed and the references are included too.

1. INTRODUCTION

The **architect**, when beginning the design of a building chooses the floor system to be used, in agreement with the promoter and, if known at the time, the builder. After, he asks to the fabricant for the Chart of Technical Characteristics of the floor, in which appear the data required for the design. Then he draws the plans, writes the memory and the prescriptions and the budget, required for the control of the project, and for the contract and execution of works.

The **depth** of the floor for each part of the building is chosen by the architect at the beginning of the design, to comply with the conditions of the applicable **normative**:

Structural: Actions, Norm AE 88 ⁽¹⁾. Resistance and serviceability conditions: Code EHE ⁽²⁾ and Code EF 96 ⁽³⁾. Nowadays it is convenient to comply with Eurocodes UNE ENV 1991-1-1 ⁽⁴⁾ and UNE ENV 1992-1-1 ⁽⁵⁾.

Functional: Thermal Conditions: Norm CT 79 ⁽⁶⁾. Fire-resistant Conditions: Norm CPI 96 ⁽⁷⁾. Acoustic Conditions: Norm CA 88 ⁽⁸⁾.

The **Chart of Technical Characteristics**, that any industrialised floor system needs to have for its use in building, according to the Royal Decree 1630/1980 ⁽⁹⁾, and on which the Ministry of Fomento extends the License of Use, has to contain the data specified in the Ministry Order of 1989.11.29 ⁽¹⁰⁾, modified by the Resolution of 1997.01.30 ⁽¹¹⁾ of the General Direction of Housing, Architecture and Urbanism of the Ministry of Fomento. A model of Chart of Technical Characteristics for floors with prefabricated joists was proposed in 1959 by J.A. Lahuerta ⁽¹²⁾, so that the fabricants could unify in their publicity of their floors the technical data required for the architects.

The **calculation data**, required in the Technical Chart of a reinforced ribbed floor, for each depth the floor, and each type of joist or bottom reinforcement and of top reinforcement, are:

RESUMEN

Los **forjados** son los elementos resistentes planos de los pisos y cubiertas de los edificios. Se realizan hoy en España generalmente **forjados industrializados**, con viguetas o paneles prefabricados de hormigón armado o pretensado, complementados con armaduras y hormigón de obra.

Requieren **Autorización de Uso** del Ministerio de Fomento, extendida en una Ficha de Características Técnicas, aportada por su fabricante, que constituye una eficaz base de datos para el proyecto y la ejecución de estos forjados industrializados.

Los **forjados nervados**, de hormigón armado, sin prefabricados resistentes, también se emplean, pero como no hay fabricante a quien pedirle Ficha de Características Técnicas, sus valores tienen que calcularse en la oficina del arquitecto.

Una **Ficha Técnica** del forjado nervado, tabulación de las características que se requieren para el cálculo en estados límites últimos y de utilización, y de las luces y flechas instantáneas en diversos casos se aporta para simplificar el trabajo de los arquitectos.

Los **métodos** empleados para calcularlos se exponen en forma de ejemplo, y se espera que sean útiles a todos los que dimensionan forjados, y que sirva para afianzar los conceptos y las fórmulas algebraicas utilizadas para la determinar las características técnicas.

El **Uso de la Ficha** se expone dimensionando los forjados de la planta de pisos de un edificio de viviendas, detallando las etapas que requieren las condiciones de los estados límites últimos y delineando los planos de ejecución.

También se incluyen la **notación** utilizada y la **bibliografía**.

1. INTRODUCCIÓN

El **arquitecto**, cuando inicia el proyecto de un edificio, elige el sistema de forjado que va a utilizarse, de acuerdo con el promotor y, si ya se conoce, con el constructor. Después solicita del fabricante del sistema la Ficha de Características Técnicas del forjado, en la que figuran los datos que necesita para el proyecto. A continuación redacta la memoria, los planos, las prescripciones y el presupuesto de los forjados, necesarios para el control del proyecto, y para la contratación y ejecución de las obras.

El **canto** los forjados de cada parte del edificio lo elige el arquitecto al comenzar el proyecto, de modo que se cumplan las condiciones que exige la vigente **normativa**:

estructural: Acciones: Norma AE 88 ⁽¹⁾. Condiciones de resistencia y de servicio: Instrucción EHE⁽²⁾ o Instrucción EF 96 ⁽³⁾. Actualmente es conveniente ajustarse a los Eurocódigos UNE ENV 1991-1 ⁽⁴⁾ y UNE ENV 1992-1-1 ⁽⁵⁾.

funcional: Condiciones térmicas: Norma CT 79 ⁽⁶⁾. Condiciones ignífugas: Norma CPI 96 ⁽⁷⁾. Condiciones acústicas: Norma CA 88 ⁽⁸⁾.

La **Ficha de Características Técnicas**, que todo sistema de forjados industrializados debe poseer para su empleo en edificación, según el Real Decreto 1630/1980 ⁽⁹⁾, y sobre la que el Ministerio de Fomento extiende la Autorización de Uso del sistema, tiene que contener los datos que se especifican en la Orden Ministerial de 1989.11.29 ⁽¹⁰⁾, modificada por la Resolución de 1997.01.30 ⁽¹¹⁾ de la Dirección General para la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo del Ministerio de Fomento. Un formato de Ficha de Características Técnicas para forjados con viguetas prefabricadas fue propuesto en 1959 por J. Lahuerta ⁽¹²⁾, con el objeto de que los fabricantes unificasen en las hojas de propaganda de sus forjados los datos técnicos precisos para los arquitectos.

Los **datos de cálculo** que se exige estén consignados en la Ficha de Características Técnicas de un forjado de hormigón armado, para cada canto de forjado, y cada tipo de vigueta o armadura inferior, y de armadura superior, son:

For **positive bending**, in a span:

m_u	kNm/m	Resistent design bending moment
m_f	kNm/m	Cracking bending moment
m_a	kNm/m	0,3 mm crack bending moment
K_I	kNm ² /m	Uncracked stiffness
K_{II}	kNm ² /m	Cracked stiffness

For **negative bending**, in an end:

m'_u	kNm/m	Resistent design bending moment
v_u	kN/m	Resistent design shear force
m'_f	kNm/m	Cracking bending moment
m'_a	kNm/m	0,3 mm crack bending moment
K'_I	kNm ² /m	Uncracked stiffness
K'_{II}	kNm ² /m	Cracked stiffness

Amat y Trepac ⁽¹¹⁾ have indicated: *For structural elements of floors and roofs, Spain has, since 1966, in paper support, a very well structured database: that is the quoted Technical Chart of the License of Use. Its systematic character makes them easily useful in the software for the calculation of structures, with no comparison, from this point of view, with the French Avis Techniques, for example.*

The **action effects** on the floors of a building, in ultimate limit states are usually calculated using the method of moments redistribution ⁽¹⁴⁾. Here will be used the redistribution allowed by EF 96, ap. 6.2, with the important simplification of referring only to three types of **floor spans**: single, external and internal ⁽¹⁵⁾. Besides, to help the designer, in the Technical Chart of Characteristics of the floor, the **equivalent stiffness** of each three types of span is included, for every depth and type of rib or reinforcement. This extension has already been introduced by some floors in a table form or by means of computer software. Their use simplify the calculation of the building's floors in which applied.

Under **uniform distributed load**, q_k in characteristic value, most of the spans of the building floors are calculated. The **maximum length for a span**, can be obtained for each of three types of span: single, external and internal, depending on q_k , on the partial safety factor of the actions g_r on the cracking bending moments m_u, m'_u and on the 0,3 mm crack bending moments, m_a, m'_a corresponding to every depth and reinforcement; and with the formerly determined equivalent stiffness, the **instantaneous deflection** due to this maximum length.

The **exposure condition** of the building ribbed floors has to be defined in the design, according to EHE, 8.2, to assure its **durability**. It is usually class of exposure condition IIa: interiors with high dampness, for kitchens and bathrooms, and with no chemical aggressiveness or icing. In this class IIa the ribbed floors of this Chart have been calculated, with maximum crack $w_k = 0,3$ mm, according to EHE, 49.2.1. This Chart is not directly applicable to ribbed floors in other exposure condition.

The **execution** of the reinforced ribbed floors will be done according to the requirements of EHE, 65 to 79, and its compulsory **control** by means of the verifications specified in EHE, 95. The level of this control, according to EHE 95.5, affects the partial safety factors of the actions and other stipulations of the project, like the reinforcement cover, which have to be prescribed in the project. The floors of the Chart have been designed with **intense level of control**, with a 30 mm cover, according to EHE 37.2.4, and partial safety factor of the permanent and variable actions $\gamma_f = 1,50$, according to EHE 12.1. The comments of EF 96 on considering a reduce level control of execution is against the EHE criteria, and evidently erroneous.

2. THE REINFORCED CONCRETE RIBBED FLOOR

The **reinforced concrete ribbed floors**, executed with infilling blocks or with recoverable moulds, do not require a License of Use ⁽¹⁶⁾. As they do not have a fabricant to whom ask for the Technical Chart, the values of its chart have to be calculated in the architect's office. Some times, ribbed floors offer technical advantages in relation to the industrialised ones, but the cost of those tends to be rather higher than these ⁽¹⁷⁾.

The **model** of ribbed floor chosen for the Chart, due of the impossibility of tabulating all the ribbed floors that can be designed, has the following geometrical characteristics:

Distance between axis of ribs:	$s = 60$ cm
Width of a rib:	$b = 12$ cm
Thickness of the top slab:	$e = 5$ cm

that comply with the requirements of EF 96, 4.1 The ribs mean the 20% of the total width, and the infilling blocks the 80%. The width of the selected rib does not require stirrups to resist the maximum possible design shear force, under the usual loads in building.

Para **flexión positiva**, en vano:

m_u	kNm/m	Momento flector último
m_f	kNm/m	Momento flector de fisuración
m_a	kNm/m	Momento flector con fisuras 0,3 mm
K_I	kNm ² /m	Rigidez entera
K_{II}	kNm ² /m	Rigidez fisurada

Para **flexión negativa**, en extremo:

m'_u	kNm/m	Momento flector último
v_u	kN/m	Esfuerzo cortante último
m'_f	kNm/m	Momento flector de fisuración
m'_a	kNm/m	Momento flector con fisuras 0,3 mm
K'_I	kNm ² /m	Rigidez entera
K'_{II}	kNm ² /m	Rigidez fisurada

Amat y Trepap ⁽¹³⁾ han indicado: *Para elementos estructurales de pisos y cubiertas, España dispone, desde 1966, en soporte papel, de una base de datos muy bien estructurada: son las citadas Fichas de Características Técnicas de la Autorización de Uso. Su carácter sistemático las hace fácilmente utilizables en programas de cálculo de estructuras, sin parangón, en este uso, con los Avis Techniques franceses, por ejemplo.*

La **solicitación** de los forjados del edificio en estados límites últimos suele calcularse mediante el método de redistribución de momentos ⁽¹⁴⁾. Aquí se empleará la redistribución que permite EF 96, 6.2, con la importante simplificación de referirse solamente a tres clases de **tramos de forjado**: aislado, externo e interno ⁽¹⁵⁾. Además, para mayor comodidad del proyectista, en la Ficha de Características Técnicas del forjado puede incluirse la **rigidez equivalente** de cada una de estas tres clases de tramo, para cada canto y tipo de vigueta o armadura. Esta ampliación ya ha sido presentada por algunos forjados en forma tabular, o mediante un programa informático para ordenador. Su empleo simplifica el cálculo de los forjados de los edificios en que se aplica.

Con **carga uniforme**, q_k en valor característico, se calculan la mayoría de los tramos de forjado del edificio. Para cada una de las tres clases de tramo: aislado, externo e interno, en función de q_k , del coeficiente parcial de seguridad de acciones g_f de los momentos flectores últimos m_u , m'_u y de los momentos flectores con fisuras 0,3 mm, m_a , m'_a que corresponden a cada canto y armado puede obtenerse la **luz máxima** del tramo; y con la antes determinada rigidez equivalente, la **flecha instantánea** que se produce con la anterior luz máxima.

El **ambiente** en que se encuentran los forjados de un edificio debe definirse en el proyecto, según EHE, 8.2, para conseguir su **durabilidad**. En general es ambiente de Clase IIa: Interiores con humedad alta, para los baños y cocinas, y sin agresividad química ni heladas. En esta Clase IIa se han proyectado los forjados de esta Ficha, con fisura máxima $w_{max} = 0,3$ mm, según EHE 49.2.1. Esta Ficha no es aplicable directamente a forjados en ambientes de mayor agresividad.

La **ejecución** de los forjados nervados se realizará según las prescripciones de EHE, 65 a 79, y su preceptivo **control** mediante las comprobaciones establecidas en EHE, 95. El nivel de control, según EHE, 95.5, influye en los coeficientes parciales de seguridad de las acciones, y en otras estipulaciones del proyecto, como el recubrimiento de las armaduras, por lo que tiene que prescribirse en el proyecto. Con **nivel de control intenso** se han proyectado los forjados de esta Ficha, con 30 mm de recubrimiento, según EHE, 37.2.4, y coeficiente parcial de seguridad para acciones permanentes y variables $\gamma_f = 1,50$, según EHE 12.1. Lo que se indica en EF 96 de considerar ejecución a nivel reducido va en contra de los criterios de EHE, y es evidentemente erróneo.

2. EL FORJADO NERVADO DE HORMIGÓN ARMADO

Los **forjados nervados** de hormigón armado, ejecutados con piezas de entrevigado o con moldes recuperables, no requieren Autorización de Uso ⁽¹⁶⁾. Puesto que no tienen fabricante a quien pedirle la Ficha de Características Técnicas, los valores de la Ficha tienen que calcularse en el estudio del arquitecto. A veces, los forjados nervados presentan ventajas técnicas sobre los industrializados, pero el coste de aquellos suele ser algo mayor que el de éstos ⁽¹⁷⁾.

El **modelo** de forjado nervado que se ha elegido para redactar la Ficha, por imposibilidad de tabular todos los forjados nervados que pueden proyectarse, tiene las siguientes características geométricas:

Separación entre ejes de nervios:	$s = 60$ cm
Ancho del nervio:	$b = 12$ cm
Espesor de la losa superior:	$e = 5$ cm

que cumplen las condiciones de EF 96, 4.1. Los nervios representan el 20% del ancho, y el entrevigado el 80%. El ancho del nervio elegido no requiere estribos para resistir el esfuerzo cortante de cálculo máximo posible, con las cargas ordinarias en edificación.

The cross-section of the floor in the centre of the span is represented in Fig.1.a, with the bottom reinforcement A_s and the distribution welded fabric, A_r , A_r . In Fig.1. b, the cross-section over the support, including the top reinforcement, A'_s .

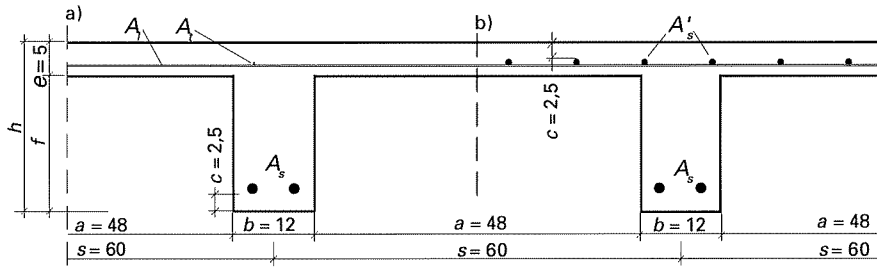


Fig. 1. Cross-section of the model of ribbed floor
a) Centre of the span b) Over the support
(Figures in cm)

Fig. 1. Sección del modelo de forjado nervado elegido
a) Centro del vano b) Sobre el apoyo
(Cotas en cm)

Ten **series** of ribbed floors have been selected of this model, defined by their **depth** h , in cm, and appointed Fh . They are the following: **F16, F18, F20, F22, F25, F28, F32, F35, F40 y F45** cm. Those values of h are a part of the second series of normal numbers of the norm UNE 4 003-62⁽¹⁸⁾, that have the property of being round numbers, each of them, with a certain approximation, an 11% bigger that the former. The floor depths most used nowadays in housing building are among 20 and 32 cm.

Six **types** of reinforcement are proposed for each series, defined by the bottom reinforcement in the ribs, consisting in two wrinkled bars of B 500 S steel, with the prescriptions of EHE, 31. Over the **inner supports** in continuous floors, a top reinforcement is laid on the top slab, consisting in wrinkled bars, of B 500 S steel. They can be panels of welded wires of B 500 T steel, with cross reinforcement of $\varnothing 5$ at 30, and with a saving at the border of the 20% in both ends. Over the **external supports**, a top reinforcement is disposed with an area $\geq 0,25$ of the bottom one. The **sharing reinforcement** will be welded panel $25 \times 50 \varnothing 4,5 - 4,5$, that complies with EF 96, 4.4. When the top reinforcement is a panel, its cross-reinforcement is the sharing reinforcement in its zone.

In **Table 1** the types of reinforcement, with their area per m for the ten series of floors are presented.

TABLE 1

REINFORCEMENT OF THE RIBBED FLOOR

Reinforcement types	Bottom reinforcement R In the rib		Top reinforcement S Over an internal support		Top reinforcement T Over an end support		Ribbed floor in which used
	\varnothing	A_s cm ² /m	\varnothing	A'_s cm ² /m	\varnothing	A''_s cm ² /m	
A	2 $\varnothing 8$	1,68	$\varnothing 8$ to 20	2,51	$\varnothing 6$ to 30	0,94	F16 to F22
B	$\varnothing 10 + \varnothing 8$	2,15	$\varnothing 6$ to 10	2,83	$\varnothing 6$ to 30	0,94	F16 to F28
C	2 $\varnothing 10$	2,62	$\varnothing 8$ to 15	3,35	$\varnothing 6$ to 30	0,94	F16 to F36
D	$\varnothing 12 + \varnothing 10$	3,20	$\varnothing 10$ to 20	3,93	$\varnothing 6$ to 30	0,94	F16 to F45
E	2 $\varnothing 12$	3,77	$\varnothing 8$ to 10	5,02	$\varnothing 6$ to 20	1,41	
F	$\varnothing 14 + \varnothing 12$	4,45	$\varnothing 10$ to 15	5,24	$\varnothing 6$ to 20	1,41	
G	2 $\varnothing 14$	5,13	$\varnothing 12$ to 20	5,65	$\varnothing 6$ to 20	1,68	F25 to F45
H	$\varnothing 16 + \varnothing 14$	5,92	2 $\varnothing 8$ to 15	6,70	$\varnothing 8$ to 30	1,68	F32 to F45
I	2 $\varnothing 16$	6,70	$\varnothing 10$ to 10	7,85	$\varnothing 8$ to 20	2,51	F25 to F45

The values of the bottom reinforcement have been adjusted to the minimum reinforcement condition of EF 96, 4.2: $A_s \geq 0,003 b h$ In each depth and reinforcement case for the simultaneous reinforcement, bottom in the rib, and top over the internal support, the resistant design negative bending moment, in absolute value, is no minor than the resistant design positive bending moment, $|m'_u| \geq m_u$.

The **materials** chosen for the ribbed floor, and their mechanical characteristics are:

Concrete HA 25/B/20/IIa, according to EHE, 39.2, that in the following will be quoted as **H 25**. In positive bending, the parabola-rectangle diagram is used. In negative bending, the rectangular diagram.

Partial safety factor for concrete, EHE, 15.3

$$\gamma_c = 1,5$$

Characteristic compression strength

$$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$$

Design compression strength

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 16,7 \text{ N/mm}^2$$

Strength in design diagram, EHE, 39.5

$$f_{ca} = \alpha f_{cd} = 14,2 \text{ N/mm}^2 \quad \text{with } \alpha = 0,85$$

Medium tensile strength, EHE, 39.1

$$f_{ct,m} = 0,30 (f_{ck})^{2/3} = 2,57 \text{ N/mm}^2$$

Virtual shear strength, EF 96, 6.3.3

$$f_{cv} = 0,16 (f_{cd})^{1/2} = 0,646 \text{ N/mm}^2$$

Modulus of elasticity, EHE 39.5

$$E_c = 8,5 (f_{cm})^{1/3} = 8,5 (25 + 8)^{1/3} = 27,3 \text{ kN/mm}^2$$

En la Fig. 1.a. se representa la sección del forjado en el vano, con la armadura inferior A_s y la malla de reparto, A_r , A_t . En la Fig.1.b la sección en el apoyo, que tiene además la armadura superior, A'_s .

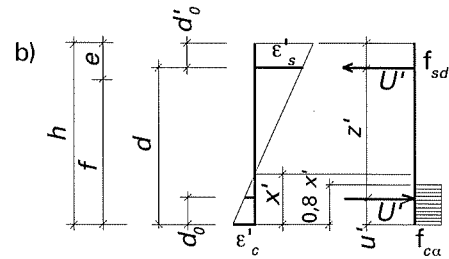
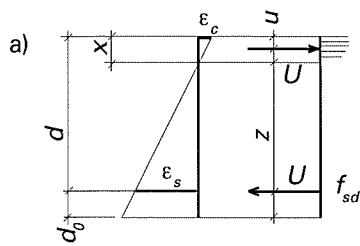


Fig. 2. Strain and stress diagrams in bending of the floor of figure 1 a) Positive b) Negative

Fig. 2 Diagramas de dilatación y tensión a flexión del forjado de la Figura 1 a) Positiva b) Negativa

Diez **series** de forjados se han elegido de este modelo, definidos por su **canto** h , en cm, y se designan **Fh**. Son los siguientes: **F16, F18, F20, F22, F25, F28, F32, F35, F40 y F45** cm. Estos valores de h forman parte de la segunda serie de números normales de la norma UNE 4 003-62⁽¹⁸⁾, que tienen la propiedad de ser números redondos, cada uno, con cierta aproximación, 11% mayor que el anterior. Los cantos de forjado actualmente más utilizados en edificios de vivienda están entre 20 y 32 cm.

Seis **tipos** de armado se proponen en cada serie, definidos por la **armadura inferior** en sus nervios, constituida por dos barras corrugadas de acero B 500 S, con las prescripciones de EHE, 31. Sobre los **apoyos internos** de forjados continuos se dispone de una **armadura superior** en la losa, constituida por barras corrugadas, a separación uniforme, de acero B 500 S. Pueden constituir paneles de malla de acero B 500 T, con armadura transversal de $\varnothing 5$ a 30, y con ahorro de borde del 20% en ambos extremos. Sobre los **apoyos externos** se dispone una armadura superior de área $\geq 0,25$ de la armadura inferior del vano. La **armadura de reparto** será malla $25 \times 50 \varnothing 4,5 - 4,5$, que cumplen con lo que exigido en EF 96, 4.4. Cuando la armadura superior es panel de malla, la armadura transversal de éste constituye la armadura de reparto en su zona.

En la **Tabla 1** se indican los tipos de armado, con sus áreas por m para las diez series de forjado.

TABLA 1 ARMADURAS DEL FORJADO NERVADO

Tipo de armado	Armadura inferior R en el nervio		Armadura superior S en apoyo interno		Armadura superior T en apoyo extremo		Forjado en que se utilizan
	\varnothing	A_s cm ² /m	\varnothing	A'_s cm ² /m	\varnothing	A''_s cm ² /m	
A	2 $\varnothing 8$	1,68	$\varnothing 8$ a 20	2,51	$\varnothing 6$ a 30	0,94	F16 a F22
B	$\varnothing 10 + \varnothing 8$	2,15	$\varnothing 6$ a 10	2,83	$\varnothing 6$ a 30	0,94	F16 a F28
C	2 $\varnothing 10$	2,62	$\varnothing 8$ a 15	3,35	$\varnothing 6$ a 30	0,94	F16 a F36
D	$\varnothing 12 + \varnothing 10$	3,20	$\varnothing 10$ a 20	3,93	$\varnothing 6$ a 30	0,94	F16 a F45
E	2 $\varnothing 12$	3,77	$\varnothing 8$ a 10	5,02	$\varnothing 6$ a 20	1,41	
F	$\varnothing 14 + \varnothing 12$	4,45	$\varnothing 10$ a 15	5,24	$\varnothing 6$ a 20	1,41	
G	2 $\varnothing 14$	5,13	$\varnothing 12$ a 20	5,65	$\varnothing 6$ a 20	1,68	F25 a F45
H	$\varnothing 16 + \varnothing 14$	5,92	2 $\varnothing 8$ a 15	6,70	$\varnothing 8$ a 30	1,68	F32 a F45
I	2 $\varnothing 16$	6,70	$\varnothing 10$ a 10	7,85	$\varnothing 8$ a 20	2,51	F25 a F45

Los valores de la armadura inferior se han ajustado a la condición de armado mínimo de EF 96, 4.2: $A_s \geq 0,003 b h$. En cada canto y caso de armado, para las simultáneas armaduras, inferior en el nervio y superior en el apoyo interno se cumple que el momento flector último negativo, en valor absoluto, es no menor que el momento flector último positivo $|m'_u| \geq m_u$.

Los **materiales** que se han elegido para el forjado y sus características mecánicas, son:

Hormigón HA 25/B/20/IIa, según EHE, 39.2, que en lo sucesivo se denominará **H 25**. En flexión positiva, se emplea el diagrama de parábola-rectángulo. En flexión negativa, el rectangular:

Coefficiente parcial de seguridad, EHE, 15.3	$\gamma_c = 1,5$
Resistencia de proyecto	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
Resistencia de cálculo a compresión	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 16,7 \text{ N/mm}^2$
Resistencia en diagrama de cálculo, EHE, 39.5	$f_{\alpha} = \alpha f_{cd} = 14,2 \text{ N/mm}^2$ con $\alpha = 0,85$
Resistencia media a tracción, EHE, 39.1	$f_{ct,m} = 0,30 (f_{ck})^{2/3} = 2,57 \text{ N/mm}^2$
Resistencia virtual a corte, EF, 6.3.3	$f_{cv} = 0,16 (f_{cd})^{1/2} = 0,646 \text{ N/mm}^2$
Módulo de deformación, EHE, 39.6	$E_c = 8,5 (f_{cm})^{1/3} = 8,5 (25 + 8)^{1/3} = 27,3 \text{ kN/mm}^2$

Steel B 500 S, according to EHE, 31. To reckon, the trilinear diagram of EHE, 38.4, with horizontal branch is adopted:

Partial safety factor for the steel, EHE, 15.3	$\gamma_s = 1,15$
Characteristic yield strength	$f_{sy} = 500 \text{ N/mm}^2$
Design strength	$f_{sd} = f_{sy} / \gamma_s = 435 \text{ N/mm}^2$
Modulus of elasticity	$E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$

The **depth** h of a ribbed floor with a span l , can be adopted for the previous estimation equal to the value:

$$h = \eta l$$

in which η is the depth factor given in Table 2.

TABLE 2 RECOMMENDED DEPTH FACTORS

Use of the zone	Live load q_k kN/m ²	Depth factor η in a span				
		Single	External	Internal	Balcony	Bow-window
Housing	2,0	0,052	0,044	0,036	0,105	0,130
Commercial	5,0	0,057	0,048	0,040	0,116	0,144

If any deflections w calculated with this h do not comply with EF 96 ⁽⁹⁾ requirements, the h value will have to be increased.

3. ACTION-EFFECTS IN ULTIMATE LIMIT STATES

In **ultimate limit states** the following values have been calculated:

In the centre of the span, with positive bending (Fig.2.a): the **positive resistant bending moment**. The rotated cross section according to EHE, 42.1.3 can be in domain 2, with $\epsilon_s = 0,01$; $|\epsilon_c| < 0,0035$; or in domain 3, with $0,01 \geq \epsilon_s \geq f_{sd} / E_s$ and $|\epsilon_c| = 0,0035$.

Over the support, with negative bending (Fig. 2.b): the **negative resistant bending moment** and the **ultimate shear force**, that is always maximum over the support. The rotated cross-section can be in domain 2, or in domain 3.

The **formulae** used are detailed in an example, for more facility for the reader. In this example, with **F25** floor, $h = 25$ cm, rib width per m, $b_0 = b/s = 12/0,6 = 20$ cm/m. The reinforcement of the cross-section have the following values:

Cross-section in the centre of the span:

Bottom reinforcement: 2 $\varnothing 12$ at 60 cm	$d_s = 1,2$ cm	$A_s = 3,77$ cm ² /m
Welded fabric: 25 x 50 $\varnothing 4,5 - 4,5$	$A_t = 0,64$ cm ² /m	$A_t' = 0,32$ cm ² /m

Cross-section over the support:

Bottom reinforcement, extending the former: 2 $\varnothing 12$ at 60 cm	$d_s = 1,2$ cm	$A_s = 3,77$ cm ² /m
Top reinforcement: $\varnothing 8$ at 10 cm	$d'_s = 0,8$ cm	$A'_s = 5,02$ cm ² /m

In the centre of the span, with positive bending.

Reinforcement deviation: $d_0 = c + 0,5 d_s = 3,0 + 1,2 / 2 = 3,6$ cm. Effective depth $d = h - d_0 = 25 - 3,6 = 21,4$ cm.

Ultimate normal force U of the bottom reinforcement:

$$U = A_s f_{sd} = 3,77 \times 435 / 10 = 164 \text{ kN/m}$$

Force per unit v :

$$v = U / d f_{\alpha\alpha} = 164 / 21,2 \times 14,2 \times 10 = 0,05397$$

The relative strain of concrete, $\theta = |\epsilon_c| / 0,002$, is obtained:

$$\begin{aligned} \text{In domain 2, } |\sigma_c| < f_{\alpha\alpha}: 0 < v \leq 0,111; & \quad 0 < \theta \leq 1; & \quad \text{solving the equation } v = \theta^2 (3-\theta) / 3 (5+\theta) \\ \text{In domain 3, } |\sigma_c| = f_{\alpha\alpha}: 0,111 < v \leq 0,2099; & \quad 1 < \theta \leq 1,75; & \quad \text{with } \theta = (1+15 v) / 3(1-v) \end{aligned}$$

Being in domain 2; solving equation, the result is $\theta = 0,6179$ and $|\epsilon_c| = 0,001236$

Maximum concrete stress:

$$|\sigma_c| = f_{\alpha\alpha} (1 - (1 - \theta)^2) = 14,2 \times 0,854 = 12,13 \text{ N/mm}^2$$

Depth of the neutral line:

$$\xi = \theta / (5+\theta) = 0,1102 \quad x = \xi d = 0,1102 \times 21,4 = 2,35 \text{ cm}$$

The depth of the compression force $v = \chi d$, is obtained:

$$\begin{aligned} \text{In domain 2:} & \quad \text{with } \chi = \theta (4 - \theta) / 4 (3 - \theta) (5+\theta) \\ \text{In domain 3:} & \quad \text{with } \chi = (6\theta^2 - 4\theta + 1) / 4 (3\theta - 1) (5+\theta) \\ \text{Being in domain 2: } \chi = 0,0390 & \quad v = \chi d = 0,0390 \times 21,4 = 0,84 \text{ cm} \end{aligned}$$

Acero B 500 S, según EHE, 31. En el cálculo se adopta el diagrama trirrectilíneo de EHE, 38.4, con una rama horizontal:

Coefficiente parcial de seguridad, EHE, 15.3	$\gamma_s = 1,15$
Límite elástico de proyecto	$f_{sy} = 500 \text{ N/mm}^2$
Resistencia de cálculo	$f_{sd} = f_{sy} / \gamma_s = 435 \text{ N/mm}^2$
Módulo de elasticidad	$E_s = 200 \text{ kN/mm}^2$

El **canto** h de un forjado de luz l , puede adoptarse para el primer tanteo del cálculo con valor:

$$h = \eta l$$

siendo η el factor de canto dado en la Tabla 2.

TABLA 2 FACTORES DE CANTO RECOMENDADOS

Uso de la zona	Sobrecarga de uso q_s kN/m ²	Factor de canto η en un tramo				
		Aislado	Externo	Interno	Balcón	Mirador
Vivienda	2,0	0,052	0,044	0,036	0,105	0,130
Comercial	5,0	0,057	0,048	0,040	0,116	0,144

Si las deformaciones calculadas con este valor de h no cumplen las condiciones de EF 96⁽⁹⁾ se aumentará h .

3. SOLICITACIONES EN ESTADOS LÍMITES ULTIMOS

En **estados límites últimos** se han calculado las siguientes magnitudes:

En vano, con flexión positiva (Fig.2.a): el **momento flector último**. La sección girada, según EHE, 42.1.3, puede estar en el dominio 2, con $\epsilon_s = 0,01$; $|\epsilon_c| < 0,0035$; o en el dominio 3 con $0,01 \geq \epsilon_s \geq f_{sd} / E_s$ y $|\epsilon_c| = 0,0035$.

En apoyo, con flexión negativa (Fig. 2.b): el **momento flector último** y el **esfuerzo cortante último**, que siempre es máximo en apoyo. La sección girada puede estar en el dominio 2, ó en dominio 3.

Las **fórmulas** utilizadas se desarrollan en forma de ejemplo, para mayor utilidad del lector. En este ejemplo, con forjado **F25**: $h = 25$ cm, ancho de nervio por m, $b_0 = b/s = 12/0,6 = 20$ cm/m. El armado de la sección tiene las magnitudes siguientes:

Sección en vano:

Armadura inferior: 2 Ø12 a 60 cm $d_s = 1,2$ cm $A_s = 3,77$ cm²/m

Malla de reparto: 25 x 50 Ø 4,5 - 4,5 $A_l = 0,64$ cm²/m $A_t = 0,32$ cm²/m

Sección en apoyo:

Armadura inferior, prolonga la de vano: 2 Ø12 a 60 cm $d_s = 1,2$ cm $A_s = 3,77$ cm²/m

Armadura superior: Ø 8 a 10 cm $d'_s = 0,8$ cm $A'_s = 5,02$ cm²/m

En vano, con flexión positiva.

Desvío de la armadura $d_0 = c + 0,5 d_s = 3,0 + 1,2 / 2 = 3,6$ cm. Canto útil $d = h - d_0 = 25 - 3,6 = 21,4$ cm.

Esfuerzo normal último U de la armadura inferior:

$$U = A_s f_{sd} = 3,77 \times 435 / 10 = 164 \text{ kN/m}$$

Esfuerzo unitario v :

$$v = U / d f_{ca} = 164 / 21,2 \times 14,2 \times 10 = 0,05397$$

La dilatación relativa del hormigón, $\theta = |\epsilon_c| / 0,002$, se obtiene:

$$\text{en dominio 2, } |\sigma_c| < f_{ca}: 0 < v \leq 0,111; \quad 0 < \theta \leq 1; \quad \text{resolviendo la ecuación } v = \theta^2 (3-\theta) / 3 (5+\theta)$$

$$\text{en dominio 3, } |\sigma_c| = f_{ca}: 0,111 < v \leq 0,2099; \quad 1 < \theta \leq 1,75; \quad \text{con } \theta = (1+15 v) / 3(1-v)$$

Se está en dominio 2; se resuelve la ecuación, que da $\theta = 0,6179$ y $|\epsilon_c| = 0,001236$

Tensión máxima en el hormigón:

$$|\sigma_c| = f_{ca} (1 - (1-\theta)^2) = 14,2 \times 0,854 = 12,13 \text{ N/mm}^2$$

Profundidad de la línea neutra:

$$\xi = \theta / (5+\theta) = 0,1102 \quad x = \xi d = 0,1102 \times 21,4 = 2,35 \text{ cm}$$

La profundidad del esfuerzo de compresión $v = \chi d$, se obtiene:

$$\text{en dominio 2:} \quad \text{con } \chi = \theta (4 - \theta) / 4 (3 - \theta) (5+\theta)$$

$$\text{en dominio 3:} \quad \text{con } \chi = (6\theta^2 - 4\theta + 1) / 4 (3\theta - 1) (5+\theta)$$

Se está en dominio 2: $\chi = 0,0390$ $v = \chi d = 0,0390 \times 21,4 = 0,84$ cm

Lever arm of the cross-section:

$$z = d - u = 21,20 - 0,84 = 20,56 \text{ cm}$$

Resistant bending moment, m_u :

$$m_u = U z = 164 \times 20,56 / 100 = 33,72 \text{ kNm/m}$$

Over the support, with negative bending. Top reinforcement $\varnothing 8$ at 10, bottom reinforcement 2 $\varnothing 12$.

Top reinforcement deviation: $d'_0 = 3,0 + 0,8 / 2 = 3,4 \text{ cm}$.

Effective depth $d' = 25 - 3,4 = 21,6 \text{ cm}$

Ultimate shear force U' of the top reinforcement:

$$U' = A'_s f_{sd} = 5,02 \times 435 / 10 = 218 \text{ kN/m}$$

Height x' of the neutral line:

$$x' = - \frac{0,0035 A_s E_s - U'}{1,6 b_0 f_{ca}} + \sqrt{\left(\frac{0,0035 A_s E_s - U'}{1,6 b_0 f_{ca}} \right)^2 + \frac{0,0035 A_s E_s}{0,8 b_0 f_{ca}}} d_0 = 5,64 \text{ cm}$$

Strain ϵ'_s and stress σ'_s in the reinforcement:

$$\epsilon'_s = 0,0035 (x' - d_0) / x = 0,001266; \quad \sigma'_s = \epsilon'_s E_s = 253 \text{ N/mm}^2 < f_{sd}$$

Depth u' of the compression force U' , considering both concrete and steel:

$$u' = \frac{d_0 \sigma'_s A_s + 0,4 x' (U' - \sigma'_s A_s)}{U'} = 2,84 \text{ cm}$$

Lever arm z' :

$$z' = d' - u' = 21,60 - 2,84 = 18,76 \text{ cm}$$

Negative resistant bending moment, m'_u :

$$m'_u = - U' z' = -218 \times 18,76 / 100 = -40,9 \text{ kNm/m}$$

Resistant shear force, due to the oblique compression of concrete, v_{uc} (EF 96,6.3.3):

$$v_{uc} = 0,30 f_{cd} b_0 d' = 0,30 \times 16,7 \times 20,0 \times 21,60 / 10 = 216 \text{ kN/m}$$

Resistant shear force, due to the oblique tension of concrete, v_{ut} (EF 96, 6.3.3):

$$v_{ut} = \xi_c \zeta_c f_{cv} b d'$$

with $\xi_c = 1,6 - d' / 100 = 1,6 - 21,60 / 100 = 1,380$

and:

$$\zeta_c = 1 + \frac{50 A'_s}{b_0 d'} \frac{f_{sy}}{400} = 1 + \frac{50 \times 5,02}{20,00 \times 21,6} \frac{500}{400} = 1,73 \neq 2$$

$$v_{ut} = 1,380 \times 1,73 \times 0,646 \times 20 \times 21,60 / 10 = 66,6 \text{ kN/m}$$

Resistant shear force, v_u :

$$v_u = v_{uc} \neq v_{ut} = 66,6 \text{ kN/m}$$

4. MAGNITUDES FOR SERVICEABILITY LIMIT STATES

In **limit states of cracking**, the requirements of EF 96, 6.3.5, which refers to EHE, 49.2, have to be attained. As indicated in 1., the floors are designed in exposure conditions IIa, and thus they have been considered: in the centre of the span, with positive bending, the cracking moment m_f and the bending moment m_a with cracks $w_k = 0,3 \text{ mm}$; and over the support, with negative bending the correspondent moments m'_f and m'_a . In each case, it is $m_a > m_u / g_f$ and $|m'_a| > |m'_u| / g_{f'}$ and so the m_a and m'_u values have not been included.

In **limit states of deformation**, it is necessary to point out that it is not possible nowadays to calculate with accuracy the deflection of floors, because of the difficulties of estimating in the design the many factors that have influence on it ⁽²⁰⁾. The architect is to prove that the deflection complies with the requirements of EF 96, 6.3.6, when calculated according to EHE, 50, and that is why a most accurate method has not been used ⁽²¹⁾. Thus it has been determined: in the centre of the span, with positive bending, uncracked stiffness K_I and the cracked stiffness K_{II} ; and over the support, with negative bending, the correspondent stiffness K'_I and K'_{II} .

Uncracked homogenised cross-section, in both cases: 1 positive bending and 2 negative bending, with equivalence factor $n = E_s / E_c = 200 / 27,3 = 7,33$; this is, the steel area is multiplied by $(n - 1) = 6,33$. Thus, the static moment S''_c and the moment of inertia I''_c referred to the bottom fibre of the section are obtained.

Brazo de palanca de la sección:

$$z = d - u = 21,40 - 0,84 = 20,56 \text{ cm}$$

Momento flector último, m_u :

$$m_u = U z = 164 \times 20,56 / 100 = 33,72 \text{ kNm/m}$$

En apoyo, con flexión negativa. Armadura superior $\varnothing 8$ a 10, inferior 2 $\varnothing 12$.

Desvío de la armadura superior, $d'_0 = 3,0 + 0,8 / 2 = 3,4 \text{ cm}$.

Canto útil $d' = 25 - 3,4 = 21,60 \text{ cm}$

Esfuerzo normal último U' de la armadura superior:

$$U' = A'_s f_{sd} = 5,02 \times 435 / 10 = 218 \text{ kN/m}$$

Altura x' de la línea neutra:

$$x' = - \frac{0,0035 A'_s E_s - U'}{1,6 b_0 f_{c\alpha}} + \sqrt{\left(\frac{0,0035 A'_s E_s - U'}{1,6 b_0 f_{c\alpha}} \right)^2 + \frac{0,0035 A'_s E_s}{0,8 b_0 f_{c\alpha}}} d_0 = 5,64 \text{ cm}$$

Dilatación ϵ'_s y tensión σ'_s en la armadura:

$$\epsilon'_s = 0,0035 (x' - d_0) / x = 0,001266; \quad \sigma'_s = \epsilon'_s E_s = 253 \text{ N/mm}^2 < f_{sd}$$

Altura u' del esfuerzo de compresión U' , conjunto de hormigón y armadura:

$$u' = \frac{d_0 \sigma'_s A_s + 0,4 x' (U' - \sigma'_s A_s)}{U'} = 2,84 \text{ cm}$$

Brazo de palanca z' :

$$z' = d' - u' = 21,60 - 2,84 = 18,76 \text{ cm}$$

Momento flector último negativo, m'_u :

$$m'_u = - U' z' = -218 \times 18,76 / 100 = -40,9 \text{ kNm/m}$$

Esfuerzo cortante último, por compresión oblicua del hormigón, v_{uc} (EF 96, 6.3.3):

$$v_{uc} = 0,30 f_{cd} b_0 d' = 0,30 \times 16,7 \times 20,0 \times 21,60 / 10 = 216 \text{ kN/m}$$

Esfuerzo cortante último por tracción oblicua del hormigón, v_{ut} (EF 96, 6.3.3):

$$v_{ut} = \xi_c \xi_{cv} f_{ctv} b d'$$

con: $\xi_c = 1,6 - d' / 100 = 1,6 - 21,60 / 100 = 1,380$

$$y: \quad \xi_{cv} = 1 + \frac{50 A'_s}{b_0 d'} \frac{f_{sy}}{400} = 1 + \frac{50 \times 5,02}{20,00 \times 21,6} \frac{500}{400} = 1,73 \neq 2$$

$$v_{ut} = 1,380 \times 2 \times 0,646 \times 20 \times 21,60 / 10 = 66,6 \text{ kN/m}$$

Esfuerzo cortante último, v_u :

$$v_u = v_{uc} \neq v_{ut} = 66,6 \text{ kN/m}$$

4. MAGNITUDES PARA ESTADOS LÍMITES DE UTILIZACIÓN

En **estados límites de fisuración** se cumplirá lo que exige EF 96, ap.6.3.5, que remite a EHE 91, 49.2. Como se indicó en 1, los forjados se proyectan en Ambiente de clase IIa, y para ello se han determinado: en vano, con flexión positiva, el momento flector de fisuración m_f y el momento flector m_a con fisuras $w_k = 0,3 \text{ mm}$; y en apoyo, con flexión negativa los respectivos momentos m'_f y m'_a . En todo caso, ha sido $m_a > m_u / \gamma_f$ y $|m'_a| > |m'_u| / \gamma_f$, por lo que los valores de m_a y m'_a no se han reseñado.

En **estado límite de deformación** debe indicarse que no es posible hoy calcular con exactitud las flechas de los forjados, por las dificultades de estimar en el proyecto muchos factores que influyen en ello ⁽²⁰⁾. Al arquitecto se le exige que las flechas cumplan las limitaciones de EF 96, 6.3.6, cuando las ha calculado según EHE, 50, y por ello no se ha utilizado para el cálculo un método más preciso ⁽²¹⁾. Así se han determinado: en vano, con flexión positiva, la rigidez entera K_I y la rigidez fisurada K_{II} ; y en apoyo, en flexión negativa, las respectivas rigideces K'_I y K'_{II} .

Sección entera homogeneizada, en los dos casos: 1 flexión positiva y 2 flexión negativa, con coeficiente de equivalencia $n = E_s / E_c = 200 / 27,3 = 7,33$; es decir, se multiplican las áreas de acero por $(n - 1) = 6,33$. Así se obtiene el momento estático S''_c , y el momento de inercia I''_c , respecto a la fibra inferior de la sección.

In the centre of the span with positive bending.

Area, cm ² /m		Static moment, cm ³ /m		Moment of inertia, cm ⁴ /m	
5 × 100	= 500,0	× 22,5	= 11 250	× 22,5	= 253 125
20 × 20,0	= 400,0	× 10	= 4 000	5 ³ × 100/12	= 1 042
A _c	= 900,0	S'' _c	= 15 250	20 ³ × 20,0 / 3	= 53 333
				I'' _c	= 307 500
6,33 × 3,77	= 23,9	× 3,6	= 86	× 3,6	= 310
A _{h1}	= 923,9	S'' _{h1}	= 15 336	I'' _{h1}	= 307 810
z'' _{h1} = S'' _{h1} / A _{h1} = 16,60 cm				S'' _{h1} ² / A _{h1}	= -254 565
				I _{h1}	= 53 245

Cracking bending moment, m_f :

$$m_f = f_{cf} I_{h1} / z''_{h1} = 1,35 \times 2,57 \times 53 245 / (16,60 \times 1 000) = 10,2 \text{ kNm/m}$$

with $f_{cf} = \zeta f_{ct,m}$ and $\zeta = (1 + 1,5 (0,1 h)^{0,7}) / 1,5 (0,1 h)^{0,7} = (1 + 1,5 \times 2,5^{0,7}) / (1,5 \times 2,5^{0,7}) = 1,35$
according to Model Code CEB-FIP-1990, 2.1.3.3.1⁽¹⁹⁾

Uncracked stiffness, K_I :

$$K_I = I_{h1} E_c = 53 245 \times 27,3 / 100 = 14 536 \text{ kNm}^2 / \text{m}$$

Cracked stiffness, K_{II} :

$$K_{II} = A_s E_s (h - d_0 - x) (h - d_0 - 0,33 x) = 3,77 \times 200 (25 - 3,6 - 3,25)(25 - 3,6 - 0,78) / 100 = 2 960 \text{ kNm}^2 / \text{m}$$

Average distance between cracks s_m , according to EHE, 49.2.5, considering two bars in the rib:

$$s_m = 2c + 0,1 b + 0,4 \times 0,125 \times 0,5 h b_0 d_s / A_s = 2 \times 3,0 + 0,1 \times 12 + 0,025 \times 25 \times 20 \times 1,6 / 3,77 = 11,18 \text{ cm}$$

Strain ϵ_{sm} and stress σ_s in the reinforcement, considering the collaboration of concrete between cracks, with $w_k = 0,3 \text{ mm}$

$$\epsilon_{sm} = w_k / \beta s_m = 0,3 / 1,7 \times 11,18 \times 10 = 0,00158$$

$$\sigma_s = E_s \epsilon_{sm} / 0,9 = 200 000 \times 0,00232 / 0,9 = 350 \text{ N/mm}^2$$

Bending moment with 0,3 mm crack, m_a

$$m_a = z A_s \sigma_s = 20,56 \times 3,77 \times 350 / 1 000 = 27,13 \text{ kNm/m} > m_u / \gamma_f = 22,48$$

Over the support, with negative bending

Uncracked homogenised section, with $n = 7,33$:

$$A_{h2} = A_{h1} + (n - 1) A'_s = 923,9 + 6,33 \times 5,02 = 955,7 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$S''_{h2} = 15 336 + 6,33 \times 5,02 (25 - 3,4) = 16 022 \text{ cm}^3 / \text{m}$$

$$z''_{h2} = 16 022 / 955,7 = 16,77 \text{ cm}$$

$$I_{h2} = 307 810 + 6,33 \times 5,02 (25 - 3,4)^2 - 16 022^2 / 955,7 = 54 032 \text{ cm}^4 / \text{m}$$

Cracked bending moment, m'_f :

$$m'_f = f_{cf} I_{h2} / (z''_{h2} - h) = 1,35 \times 2,57 \times 53 960 / ((16,76 - 25) \times 1 000) = -22,8 \text{ kNm/m}$$

Uncracked stiffness, K'_I :

$$K'_I = I_{h2} E_c = 54 032 \times 27,3 / 100 = 14 750 \text{ kNm}^2 / \text{m}$$

Cracked stiffness, K'_{II} :

$$K'_{II} = A'_s E_s (h - d'_0 - x') (h - d'_0 - 0,33 x') = 5,02 \times 200 (25 - 3,4 - 5,64) (25 - 3,4 - 0,33 \times 5,64) / 100 = 3 160 \text{ kNm}^2 / \text{m}$$

Distance between cracks, s'_m , with separation of bars $s_a = 10 \text{ cm}$

$$s'_m = 2c + 0,2 s_a + 3d = 2 \times 3,0 + 0,2 \times 10 + 3 \times 0,8 = 10,4 \text{ cm}$$

Bending moment with 0,3 mm crack, m'_a :

$$m'_a = z' A'_s E_s w_k / 0,9 \beta s'_m = 18,75 \times 5,02 \times 200 \times 0,3 / 0,9 \times 1,7 \times 10,4 \times 10 = 35,5 \text{ kNm/m} > |m'_u| / \gamma_f = 27,0$$

The values of the ten types of floors, with the correspondent eight types of reinforcement, have been calculated with the formulae of 3 and 4 are presented in the ten sheets F16 to F45 of the Technical Chart (pages 35 to 44).

5. EQUIVALENT STIFFNESS OF THE FLOOR SPANS

As indicated in 1, the method of moments redistribution is used considering only three types of floor spans: single, external and internal.

En vano, con flexión positiva

Area, cm ² /m		Momento estático, cm ³ /m		Momento de inercia, cm ⁴ /m	
5 × 100	= 500,0	× 22,5	= 11 250	× 22,5	= 253 125
20 × 20,0	= 400,0	× 10	= 4 000	5 ³ × 100/12	= 1 042
A_c	= 900,0	S''_c	= 15 250	20 ³ × 20,0 / 3	= 53 333
				I''_c	= 307 500
6,33 × 3,77	= 23,9	× 3,6	= 86	× 3,6	= 310
A_{h1}	= 923,9	S''_{h1}	= 15 336	I''_{h1}	= 307 810
$z''_{h1} = S''_{h1} / A_{h1} = 16,60$ cm				$S''_{h1}{}^2 / A_{h1}$	= -254 565
				I''_{h1}	= 53 245

Momento flector de fisuración, m_f :

$$m_f = f_{cf} I_{h1} / z''_{h1} = 1,35 \times 2,57 \times 56 097 / (16,35 \times 1 000) = 11,1 \text{ kNm/m}$$

with $f_{cf} = \zeta f_{ct,m}$ and $\zeta = (1 + 1,5 (0,1 h)^{0,7}) / 1,5 (0,1 h)^{0,7} = (1 + 1,5 \times 2,5^{0,7}) / (1,5 \times 2,5^{0,7}) = 1,35$
según Model Code CEB-FIP-1990, 2.1.3.3.1 ⁽¹⁹⁾

Rigidez entera, K_I :

$$K_I = I_{h1} E_c = 53 245 \times 27,3 / 100 = 14 536 \text{ kNm}^2 / \text{m}$$

Rigidez fisurada, K_{II} :

$$K_{II} = A_s E_s (h - d_0 - x) (h - d_0 - 0,33 x) = 3,77 \times 200 (25 - 3,6 - 2,35) (25 - 3,6 - 0,78) / 100 = 2 960 \text{ kNm}^2 / \text{m}$$

Separación media entre fisuras s_m , según EH 91. 44.3, con dos barras por nervio:

$$s_m = 2c + 0,1 b + 0,4 \times 0,125 \times 0,5 h b_0 d_s / A_s = 2 \times 3,0 + 0,1 \times 12 + 0,025 \times 25 \times 20 \times 1,2 / 3,77 = 11,18 \text{ cm}$$

Dilatación ϵ_{sm} y tensión σ_s de la armadura, considerando la colaboración del hormigón entre fisuras

$$\epsilon_{sm} = w_k / \beta s_m = 0,3 / 1,7 \times 10,18 \times 10 = 0,001579$$

$$\sigma_s = E_s \epsilon_{sm} / 0,9 = 200 000 \times 0,00173 / 0,9 = 350 \text{ N/mm}^2$$

Momento flector con fisura 0,3 mm, m_a

$$m_a = z A_s \sigma_s = 20,56 \times 3,77 \times 350 / 1 000 = 27,13 \text{ kNm/m} > m_u / \gamma_f = 22,48$$

En apoyo con flexión negativa

Sección entera homogeneizada, con $n = 7,33$:

$$A_{h2} = A_{h1} + (n - 1) A'_s = 923,9 + 6,33 \times 5,02 = 955,7 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$S''_{h2} = 15 336 + 6,33 \times 5,02 (25 - 3,4) = 16 022 \text{ cm}^3 / \text{m}$$

$$z''_{h2} = 16 022 / 955,7 = 16,77 \text{ cm}$$

$$I_{h2} = 307 810 + 6,33 \times 5,02 (25 - 3,4)^2 - 16 022^2 / 955,7 = 54 032 \text{ cm}^4 / \text{m}$$

Momento flector de fisuración, m'_f :

$$m'_f = f_{cf} I_{h2} / (z''_{h2} - h) = 1,35 \times 2,57 \times 57 300 / (-8,39 \times 1 000) = -22,8 \text{ kNm/m}$$

Rigidez entera, K'_I :

$$K'_I = I_{h2} E_c = 54 032 \times 27,3 / 100 = 14 750 \text{ kNm}^2 / \text{m}$$

Rigidez fisurada, K'_{II} :

$$K'_{II} = A'_s E_s (h - d'_0 - x) (h - d'_0 - 0,33 x) = 5,02 \times 200 (25 - 3,4 - 5,64) (25 - 3,4 - 0,33 \times 5,64) / 100 = 3 160 \text{ kNm}^2 / \text{m}$$

Separación entre fisuras, s'_m , con separación de barras $s_a = 10$ cm

$$s'_m = 2c + 0,2 s_a + 3d = 2 \times 3,0 + 0,2 \times 10 + 3 \times 0,8 = 10,4 \text{ cm}$$

Momento flector con fisura 0,3 mm, m'_a :

$$m'_a = z' A'_s E_s w_k / 0,9 \beta s'_m = 18,75 \times 5,02 \times 200 \times 0,3 / 0,9 \times 1,7 \times 10,4 \times 10 = 35,5 \text{ kNm/m} > |m'_u| / \gamma_f = 27,0$$

Con las fórmulas de 3 y 4 se han calculado los valores de las diez series de forjados, con los correspondientes ocho tipos de armado, que se recogen en las diez hojas de F16 a F45 de la Ficha de Características Técnicas, (pag. 35 a 44).

5. RIGIDECES EQUIVALENTES DE TRAMO

Como ya se indicó en 1, se utiliza el método de redistribución de momentos, con sólo tres clases de tramos de forjado: aislado, externo e interno.

Single span. Its equivalent stiffness K_a has been obtained considering acting on the span the maximum characteristic bending moment m_k applicable, whose value is:

$$m_k = m_u / \gamma_f \quad \text{with } \gamma_f = 1,5$$

Ratio of absolute uncracked stiffness:

$$\psi = (m_f / m_k)^3 \neq 1$$

Single span, equivalent stiffness:

$$K_a = \psi K_I + (1 - \psi) K_{II}$$

External and internal spans. In a support cross-section with continuity, it can be taken:

Ratio of negative uncracked stiffness:

$$\psi' = (m'_f / m_k)^3 \neq 1$$

Equivalent stiffness of the cross-section in an end:

$$K' = \psi' K'_I + (1 - \psi') K'_{II}$$

External span, equivalent stiffness:

$$K_e = 0,85 K_a + 0,15 K'$$

Internal span, equivalent stiffness:

$$K_i = 0,70 K_a + 0,30 K'$$

6. RIBBED FLOORS WITH UNIFORM DISTRIBUTED LOAD

The **maximum length** for each type of rib and case of span, with characteristic **uniformly distributed load** q_k , on the floor, which is the most common in building, has in each type of span the value:

Single span:

Isostatic bending moment: $m_a = q_k l_a^2 / 8 = m_u / \gamma_f$ with $\gamma_f = 1,5$

Maximum length of span: $l_a = \sqrt{8 m_u / \gamma_f q_k}$

External span:

Isostatic bending moment: $m_e = q_k l_e^2 / 8 = (2m_u - m'_u + 2 \sqrt{m_u (m_u - m'_u)}) / 4\gamma_f$ (m'_u is negative)

Maximum length of span: $l_e = l_a \sqrt{(2m_u - m'_u + 2 \sqrt{m_u (m_u - m'_u)}) / 4m_u}$

Internal span:

Isostatic bending moment: $m_i = q_k l_i^2 / 8 = (m_u - m'_u) / \gamma_f$

Maximum length of span: $l_i = l_a \sqrt{(m_u - m'_u) / m_u}$

The **instantaneous deflection** w_{inst} for each case of span: single w_a , external w_e , internal w_i , depending on q_k , considering the maximum length and the equivalent stiffness corresponding to the case of span:

Single span:

$$w_a = 104,2 m_a l_a^2 / K_a$$

External span, with m'_k bending moment of the load q_k at the support cross-section with continuity, obtained by lineal method, is variable, but an acceptable average value can be: $m'_k = - q_k l_e^2 / 10$

$$w_e = (104,2 m_e - 62,5 |m'_k|) l_e^2 / K_e$$

Internal span, with m'_k bending moment of the load q_k at both supports cross-sections, with an acceptable average value: $m'_k = - q_k l_i^2 / 13,33$

$$w_i = (104,2 m_i - 125 |m'_k|) l_i^2 / K_i$$

In the ten sheets **F16** a **F45** of the chart, l_a, l_e, l_i and w_a, w_e, w_i appear like l and w .

Tramo aislado. Su rigidez equivalente K_a se ha obtenido considerando que en el tramo actúa el momento flector característico m_k máximo aplicable, cuyo valor es:

$$m_k = m_u / \gamma_f \quad \text{con } \gamma_f = 1,5$$

Rateo de rigidez entera positiva:

$$\psi = (m_f / m_k)^3 \neq 1$$

Tramo aislado, rigidez equivalente:

$$K_a = \psi K_I + (1 - \psi) K_{II}$$

Tramos externo e interno. En una sección extrema con continuidad puede tomarse:

Rateo de rigidez entera negativa:

$$\psi' = (m'_f / m_k)^3 \neq 1$$

Rigidez equivalente de la sección extrema:

$$K' = \psi' K'_I + (1 - \psi') K'_{II}$$

Tramo extremo, rigidez equivalente:

$$K_e = 0,85 K_a + 0,15 K'$$

Tramo interno, rigidez equivalente:

$$K_i = 0,70 K_a + 0,30 K'$$

6. FORJADO CON CARGA UNIFORME

La **luz máxima** para cada tipo de nervio y caso de tramo, con **carga uniforme** característica, q_k , sobre el forjado, que es la más usual en edificación, tiene en cada clase de tramo el valor:

Tramo aislado:

Momento flector isostático: $m_a = q_k l_a^2 / 8 = m_u / \gamma_f$ con $\gamma_f = 1,5$

Luz máxima de tramo: $l_a = \sqrt{8 m_u / \gamma_f q_k}$

Tramo externo:

Momento flector isostático: $m_e = q_k l_e^2 / 8 = (2m_u - m'_u + 2 \sqrt{m_u (m_u - m'_u)}) / 4\gamma_f$ (m'_u es negativo)

Luz máxima de tramo: $l_e = l_a \sqrt{(2m_u - m'_u + 2 \sqrt{m_u (m_u - m'_u)}) / 4m_u}$

Tramo interno:

Momento flector isostático: $m_i = q_k l_i^2 / 8 = (m_u - m'_u) / \gamma_f$

Luz máxima de tramo: $l_i = l_a \sqrt{(m_u - m'_u) / m_u}$

La **flecha instantánea** w_{inst} para cada clase de tramo: aislado w_a , externo w_e , interno w_i , función de q_k , con la luz máxima y la rigidez equivalente de la clase de tramo:

Tramo aislado:

$$w_a = 104,2 m_a l_a^2 / K_a$$

Tramo externo: con momento flector m'_k de la carga q_k en el extremo con continuidad, obtenido por método lineal, algo variable en cada caso. Se ha tomado un valor medio aceptable: $m'_k = -q_k l_e^2 / 10$

$$w_e = (104,2 m_e + 62,5 m'_k) l_e^2 / K_e$$

Tramo interno: con momento flector m'_k de la carga q_k en ambos extremos, con valor medio aceptable: $m'_k = -q_k l_i^2 / 13,33$

$$w_i = (104,2 m_i + 125 m'_k) l_i^2 / K_i$$

En las diez hojas F16 a F45 de la ficha, l_a, l_e, l_i y w_a, w_e, w_i figuran como l y w .

7. LONG TIME DEFORMATION OF FLOORS

The **deformation** of the floor increases as time goes by due to the reological effects on concrete: creep and shrinkage, from the instantaneous value of the deflection already calculated to the final value. It is usually estimated that after five years the deformation is stabilised. The **long time deflection** of an applied load after an interval of time t_j since the day in which the floor is cast, is equal to the instantaneous deflection multiplied by the long time deformation factor ζ_j , given in Table 3. This Table is based on EHE, 50.2.2.3.

TABLE 3 LONG TIME DEFORMATION FACTOR

Interval t_j	Factor ζ_j , with t_j + (days or months)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 days	—	3,00	2,95	2,90	2,85	2,75	2,73	2,70	2,67	2,65
10 days	2,63	2,60	2,57	2,55	2,52	2,50	2,48	2,46	2,44	2,42
20 days	2,40	2,39	2,38	2,37	2,36	2,35	2,34	2,33	2,32	2,31
0 months	—	2,30	2,10	2,00	1,92	1,85	1,80	1,72	1,69	1,67
10 months	1,65	1,63	1,60	1,58	1,56	1,54	1,52	1,51	1,50	1,48
20 months	1,46	1,47	1,48	1,49	1,40	1,38	1,37	1,36	1,35	1,33
30 months	1,32	1,31	1,30	1,29	1,27	1,26	1,25	1,24	1,22	1,21
40 months	1,20	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14	1,12	1,11	1,10	1,09
50 months	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,02	1,01	1,01
60 months	1,00									

The characteristic **uniformly distributed load** q_k , that is determined according to Norm AE 88, is divided in load parts, that are applied in different intervals. It is usual the decomposition showed on Table 4, that gives the ratio κ_j of every part regarding the total load, and the interval t_j after that it is applied.

TABLE 4 DECOMPOSITION OF THE LOAD AND INTERVALS OF APPLICATION

Loads in characteristic value			Ratio	Interval
Dead loads	Self-weight	g	$\kappa_1 = g/q_k$	t_1
	Partitions	g_t	$\kappa_2 = g_t/q_k$	t_2
	Pavement and ceiling	g_p	$\kappa_3 = g_p/q_k$	t_3
Live load	From use	q_s	$\kappa_4 = q_s/q_k$	t_4
Total: $g + g_t + g_p + q_s = q_k$			$\kappa_1 + \kappa_2 + \kappa_3 + \kappa_4 = 1$	

The **long time deflection** caused by every part of the load depends on the speed of the work execution. As a guidance, in Table 5 are presented three significant cases of fast, medium and slow tome of execution, the intervals t_j to be considered since the day the floor is concreted and the correspondent factors of deferred deformation ζ_j

TABLE 5 TYPICAL CASES OF EXECUTION SPEED

Load part	Fast execution		Medium speed execution		Slow speed execution	
	t_j	ζ_j	t_j	ζ_j	t_j	ζ_j
1. Self weight	15 days	2,50	21 days	2,39	1 month	2,30
2. Partitions	3 months	2,00	6 months	1,80	9 months	1,67
3. Pavement	4 months	1,92	8 months	1,69	12 months	1,60
4. Live load	6 months	1,80	12 months	1,60	18 months	1,50

8. TOTAL DEFLECTION AND ACTIVE DEFLECTION

Total deflection w_{tot} is the sum of the long time deflections of every load part, since the moment they are applied. The live load is considered multiplying its characteristic value by the quasi-permanency factor ψ_2 . This factor, whose values do not appear in the Norm AE 88, can be taken from Table 9.3 of the Eurocode 1 ⁽⁵⁾, that has been reproduced in Table 5 for facility with the format of Table A.1 of AE 88. It can be obtained with the formulae:

$$w_{tot} = w_{ins} \zeta_{tot}$$

being:

$$\zeta_{tot} \text{ Factor of total long time deflection, given by: } \zeta_{tot} = \kappa_1 \zeta_1 + \kappa_2 \zeta_2 + \kappa_3 \zeta_3 + \kappa_4 (1 + (\zeta_4 - 1) \psi_2)$$

7. DEFORMACIÓN DIFERIDA DE LOS FORJADOS

La **deformación** del forjado aumenta con el paso del tiempo por los efectos reológicos en el hormigón: fluencia y retracción; desde el valor instantáneo de la flecha antes calculado hasta un valor final. Suele considerarse que transcurridos cinco años la deformación se ha estabilizado. La **flecha diferida** de una carga que se ha aplicado transcurrido el lapso t_j desde el día en que se hormigona el forjado, es igual a la flecha instantánea multiplicada por el factor de deformación diferida ζ_j , dado en la Tabla 3. Esta Tabla se ha basado en EHE, 50.2.2.3.

TABLA 3 FACTOR DE DEFORMACIÓN DIFERIDA

Lapso t_j	Factor ζ_j , con t_j + (días, o meses)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 días	—	3,00	2,95	2,90	2,85	2,75	2,73	2,70	2,67	2,65
10 días	2,63	2,60	2,57	2,55	2,52	2,50	2,48	2,46	2,44	2,42
20 días	2,40	2,39	2,38	2,37	2,36	2,35	2,34	2,33	2,32	2,31
0 meses	—	2,30	2,10	2,00*	1,92	1,85	1,80	1,72	1,69	1,67
10 meses	1,65	1,63	1,60	1,58	1,56	1,54	1,52	1,51	1,50	1,48
20 meses	1,46	1,47	1,48	1,49	1,40	1,38	1,37	1,36	1,35	1,33
30 meses	1,32	1,31	1,30	1,29	1,27	1,26	1,25	1,24	1,22	1,21
40 meses	1,20	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14	1,12	1,11	1,10	1,09
50 meses	1,08	1,07	1,06	1,05	1,04	1,03	1,02	1,02	1,01	1,01
60 meses	1,00									

La **carga característica** uniforme q_k , que se determina según la Norma AE 88, se descompone en partes, que se aplican en lapsos diferentes. Es usual la descomposición que figura en la Tabla 4, con el rateo k_j de cada parte respecto a la carga total, y el lapso t_j en que se aplica.

TABLA 4 DESCOMPOSICIÓN DE LA CARGA Y LAPSOS DE APLICACIÓN

Cargas en valor característico			Rateo	Lapso
Concargas	Peso propio	g	$k_1 = g/q_k$	t_1
	Tabiquería	g_t	$k_2 = g_t/q_k$	t_2
	Pavimento y techo	g_p	$k_3 = g_p/q_k$	t_3
Sobrecarga	De uso	q_s	$k_4 = q_s/q_k$	t_4
Total: $g + g_t + g_p + q_s = q_k$			$k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$	

La **deformación diferida** de cada parte de la carga depende de la velocidad de ejecución de la obra. Como orientación se dan en la Tabla 5, para tres casos representativos de velocidad de ejecución: lenta, media y rápida, los lapsos t_j de aplicación a partir del día en que se hormigona el forjado, y los correspondientes factores de deformación diferida ζ_j .

TABLA 5 CASOS TIPO DE VELOCIDAD DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

Parte de carga	Velocidad de ejecución lenta		Velocidad de ejecución media		Velocidad de ejecución rápida	
	t_j	ζ_j	t_j	ζ_j	t_j	ζ_j
1. Peso propio	15 días	2,50	21 días	2,39	1 mes	2,30
2. Tabiquería	3 meses	2,00	6 meses	1,80	9 meses	1,67
3. Pavimento	4 meses	1,92	8 meses	1,69	12 meses	1,60
4. Sobrecarga	6 meses	1,80	12 meses	1,60	18 meses	1,50

8. FLECHA TOTAL Y FLECHA ACTIVA

Flecha total w_{tot} es la suma de las flechas diferidas de cada parte, a partir de su aplicación. La sobrecarga de uso se considera con su valor multiplicado por el factor de cuasi-permanencia ψ_2 . Este factor, cuyos valores no figuran en la Norma AE 88, puede tomarse de la Tabla 9.3 del Eurocódigo 1⁽⁵⁾, que se ha reproducido en la Tabla 6, para mayor comodidad, con el formato de la Tabla A.1 de AE 88. Se obtiene con la fórmula:

$$w_{tot} = w_{ins} \zeta_{tot}$$

siendo:

$$\zeta_{tot} \text{ Factor de flecha total, dado por: } \zeta_{tot} = k_1 \zeta_1 + k_2 \zeta_2 + k_3 \zeta_3 + k_4 (1 + (\zeta_4 - 1) \psi_2)$$

TABLE 6

FACTORS OF SIMULTANEITY OF LOADS FOR BUILDINGS

Type of load and use of the element	Factor of combination	Factor of frequency	Factor of quasi-permanency
	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Life load in building			
A. Roofs			
Not accessible or just for maintenance	0,7	0,5	0,3
Privately or publicly accessible	as/use	as/use	as/use
B. Housing			
Rooms	0,7	0,5	0,3
Stair and public accesses	0,7	0,5	0,3
Balconies	0,7	0,5	0,3
C. Hotels, hospitals, jails, etc.			
Rooms areas	0,7	0,5	0,3
Public areas, stairs and accesses	0,7	0,7	0,6
Meeting rooms and spectacle room	0,7	0,7	0,6
Balconies	as/use	as/use	as/use
D. Offices and shopping			
Private rooms	0,7	0,5	0,3
Public offices	0,7	0,5	0,3
Shopping areas	0,7	0,7	0,6
Commercial centres, stairs and accesses	0,7	0,7	0,6
Warehouses	1,0	0,9	0,8
Balconies	as/use	as/use	as/use
E. Teaching buildings			
Classrooms, offices and dining rooms	0,7	0,7	0,6
Stairs and accesses	0,7	0,7	0,6
Balconies	as/use	as/use	as/use
F. Churches, meeting and spectacle buildings			
Rooms with mobile seats	0,7	0,7	0,6
Rooms with fixed seats, stands, stairs	0,7	0,7	0,6
Balconies	as/use	as/use	as/use
G. Paths and garages			
Areas with vehicles of weight ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Areas with vehicles of weight > 30 y ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
Snow load	0,6	0,2	0,0
Wind action	0,6	0,5	0,0
Temperature (excluding fire)	0,6	0,5	0,0

Active deflection, w_{act} with regard to a susceptible element: damageable or sensitive, this is, that can cause it a damage, is the deflection produced in the floor since the day in which the damageable element has been built. It can be calculated with:

$$w_{act} = w_{ins} \zeta_{act}$$

being:

$$\zeta_{act} \text{ Factor of active deflection, that when actions are applied following the sequence 1.2.3 of Table 3, is given by: } \zeta_{act} = (\kappa_1 + \kappa_2) (\zeta_2 - 1) + \kappa_3 \zeta_3 + \kappa_4 (1 + (\zeta_4 - 1) \psi_2)$$

As an **example** of calculation of the factor of total deflection and the factor of active deflection, in Table 7 are presented six cases of floors that vary in the depth, the infilling block or mould, or the use of the part of the building, in function of which the factor of quasi-permanency ψ_2 is given and in the execution speed of works. The results of ζ_{tot} are between 1,710 and 2,003 and those of ζ_{act} between 0,999 and 1,251.

TABLA 6

FACTORES DE SIMULTANEIDAD DE ACCIONES PARA EDIFICIOS

Clase de acción y uso del elemento	Factor de combinación	Factor de frecuencia	Factor de cuasi-permanencia
	γ_0	γ_1	γ_2
Sobrecarga de uso en edificios			
A. Azoteas			
No accesibles o sólo para conservación	0,7	0,5	0,3
Accesibles privada o públicamente	s/uso	s/uso	s/uso
B. Viviendas			
Habitaciones	0,7	0,5	0,3
Escaleras y accesos públicos	0,7	0,5	0,3
Balcones volados	0,7	0,5	0,3
C. Hoteles, hospitales, cárceles, etc.			
Zonas de dormitorios	0,7	0,5	0,3
Zonas públicas, escaleras y accesos	0,7	0,7	0,6
Locales de reunión y espectáculos	0,7	0,7	0,6
Balcones volados	s/uso	s/uso	s/uso
D. Oficinas y comercios			
Locales privados	0,7	0,5	0,3
Oficinas públicas	0,7	0,5	0,3
Tiendas	0,7	0,7	0,6
Galerías comerciales, escaleras y accesos	0,7	0,7	0,6
Locales de almacén	1,0	0,9	0,8
Balcones volados	s/uso	s/uso	s/uso
E. Edificios docentes			
Aulas, despachos y comedores	0,7	0,7	0,6
Escaleras y accesos	0,7	0,7	0,6
Balcones volados	s/uso	s/uso	s/uso
F. Iglesias, edificios de reunión y de espectáculos			
Locales con asientos fijos	0,7	0,7	0,6
Locales sin asientos fijos, tribunas, escaleras	0,7	0,7	0,6
Balcones volados	s/uso	s/uso	s/uso
G. Calzadas y garajes			
Zonas con vehículos de peso ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Zonas con vehículos de peso > 30 y ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
Sobrecarga de nieve	0,6	0,2	0,0
Acción de viento	0,6	0,5	0,0
Temperatura (excepto fuego)	0,6	0,5	0,0

Flecha activa, w_{act} , respecto a un elemento afectable: dañable o sensible, o sea la que puede ocasionarle daños, es la flecha producida en el forjado a partir del día en que se construye el elemento afectable. Se calcula con la fórmula:

$$w_{act} = w_{ins} \zeta_{act}$$

siendo:

ζ_{act} **Factor de flecha activa**, que cuando las cargas se aplican con la secuencia 1.2.3 de la Tabla 4, se da por: $\zeta_{act} = (\kappa_1 + \kappa_2) (\zeta_2 - 1) + \kappa_3 \zeta_3 + \kappa_4 (1 + (\zeta_4 - 1) \psi_2)$

Como **ejemplo** de cálculo del factor de flecha total y del factor de flecha activa se presentan en la Tabla 7 seis casos de forjados que varían en el canto, en la pieza de entrevigado o molde, en el uso de la parte del edificio, en función de la cual se da el factor de cuasi-permanencia γ_2 , y en la velocidad de ejecución de las obras. Los resultados ζ_{tot} están entre 1,710 y 2,003 y los de ζ_{act} entre 0,999 y 1,251.

TABLE 7

EXAMPLES OF CALCULATION OF LONG TIME DEFLECTION FACTORS

Type of ribbed floor	Characteristic load		Ratio	Interval	Factors		
<i>Use of the part of the building</i> Factor of quasipermanency Execution speed	Parts	q_j kN/m ²	κ_j	t_j	ξ_j	ξ_{tot}	ξ_{act}
Floor 16 with recoverable mould Not accessible roof Factor $\psi_2 = 0,3$ Fast execution	Floor	1,80	0,360	15 d	2,50	0,900	—
	Terrace	1,70	0,340	3 m	2,00	0,680	—
	Pavement	0,50	0,100	4 m	1,92	0,192	—
	Live load	1,00	0,200	6 m	1,80	0,248	—
	$q_k =$	5,00	1,000			2,020	—
Floor 20 with mortar pieces Housing building Factor $\psi_2 = 0,3$ Slow execution	Floor	3,00	0,406	21 d	2,39	0,970	0,325
	Pavement	1,40	0,189	6 m	1,80	0,340	0,191
	Partitions	1,00	0,135	8 m	1,69	0,288	0,288
	Live load	2,00	0,270	12 m	1,60	0,319	0,319
	$q_k =$	7,40	1,000			1,917	1,083
Floor 25 with recoverable moulds Teaching building Factor $\psi_2 = 0,6$ Slow execution	Floor	2,25	0,315	1 m	2,30	0,725	0,211
	Pavement	1,40	0,196	9 m	1,67	0,327	0,131
	Partitions	0,50	0,070	12 m	1,60	0,112	0,112
	Live load	3,00	0,419	18 m	1,50	0,545	0,545
	$q_k =$	7,15	1,000			1,709	0,999
Floor 32 with ceramic pieces Public offices Factor $\psi_2 = 0,3$ Fast execution	Floor	3,20	0,368	15 d	2,50	0,920	0,368
	Pavement	1,00	0,115	3 m	2,00	0,230	0,115
	Partitions	0,50	0,057	4 m	1,92	0,109	0,109
	Live load	4,00	0,460	6 m	1,80	0,570	0,570
	$q_k =$	8,70	1,000			1,829	1,162
Floor 40 with mortar pieces Shopping Factor $\psi_2 = 0,6$ Medium speed execution	Floor	4,50	0,418	21 d	2,39	0,999	0,334
	Pavement	1,40	0,127	6 m	1,80	0,229	0,102
	Partitions	0,00	0,000	8 m	1,69	0,000	0,000
	Live load	5,00	0,455	12 m	1,60	0,815	0,815
	$q_k =$	11,00	1,000			2,033	1,251
Floor 45 with recoverable moulds Factor $\psi_2 = 0,8$ Library Slow execution	Floor	3,25	0,305	1 m	2,30	0,702	0,204
	Pavement	1,40	0,132	9 m	1,67	0,220	0,088
	Partitions	0,00	0,000	12 m	1,60	0,000	0,000
	Live load	6,00	0,563	18 m	1,50	0,788	0,788
	$q_k =$	10,65	1,000			1,710	1,080

9. ADMISSIBLE DEFLECTIONS

According to EF 96, 6.3.5.2, in every floor span must be fulfilled:

Total deflection. In every floor

$$w_{tot} < \ell / 250 \neq \ell / 500 + 10 \text{ mm}$$

Active deflection

With damageable elements

$$w_{act} < \ell / 400 \neq \ell / 800 + 6 \text{ mm.}$$

With sensitive elements

$$w_{act} < \ell / 500 \neq \ell / 1000 + 5 \text{ mm}$$

The values of admissible deflections are given in Table 8

TABLA 7

EJEMPLOS DE CÁLCULO DE FACTORES DE FLECHA DIFERIDA

Clase de forjado	Carga característica		Rateo	Lapso	Factores		
	Partes	q_j kN/m ²			κ_j	t_j	ξ_j
Uso de la parte de edificio Factor de cuasipermanencia Velocidad de ejecución							
Forjado 16 con moldes recuperables Azotea no accesible Factor $\psi_2 = 0,3$ Ejecución rápida	Forjado	1,80	0,360	15 d	2,50	0,900	—
	Terrace	1,70	0,340	3 m	2,00	0,680	—
	Pavimento	0,50	0,100	4 m	1,92	0,192	—
	Sobrecarga	1,00	0,200	6 m	1,80	0,248	—
	$q_k =$	5,00	1,000			2,020	—
Forjado 20 con piezas de mortero Edificio de viviendas Factor $\psi_2 = 0,3$ Ejecución lenta	Forjado	3,00	0,406	21 d	2,39	0,970	0,325
	Pavimento	1,40	0,189	6 m	1,80	0,340	0,191
	Tabiquería	1,00	0,135	8 m	1,69	0,288	0,288
	Sobrecarga	2,00	0,270	12 m	1,60	0,319	0,319
	$q_k =$	7,40	1,000			1,917	1,083
Forjado 25 con moldes recuperables Edificio docente Factor $\psi_2 = 0,6$ Ejecución lenta	Forjado	2,25	0,315	1 m	2,30	0,725	0,211
	Pavimento	1,40	0,196	9 m	1,67	0,327	0,131
	Tabiquería	0,50	0,070	12 m	1,60	0,112	0,112
	Sobrecarga	3,00	0,419	18 m	1,50	0,545	0,545
	$q_k =$	7,15	1,000			1,709	0,999
Forjado 32 con piezas cerámicas Oficinas públicas Factor $\psi_2 = 0,3$ Ejecución rápida	Forjado	3,20	0,368	15 d	2,50	0,920	0,368
	Pavimento	1,00	0,115	3 m	2,00	0,230	0,115
	Tabiquería	0,50	0,057	4 m	1,92	0,109	0,109
	Sobrecarga	4,00	0,460	6 m	1,80	0,570	0,570
	$q_k =$	8,70	1,000			1,829	1,162
Forjado 40 con piezas de mortero Locales comerciales Factor $\psi_2 = 0,6$ Ejecución velocidad media	Forjado	4,50	0,418	21 d	2,39	0,999	0,334
	Pavimento	1,40	0,127	6 m	1,80	0,229	0,102
	Tabiquería	0,00	0,000	8 m	1,69	0,000	0,000
	Sobrecarga	5,00	0,455	12 m	1,60	0,815	0,815
	$q_k =$	11,00	1,000			2,033	1,251
Forjado 45 con moldes recuperables Biblioteca Factor $\psi_2 = 0,8$ Ejecución lenta	Forjado	3,25	0,305	1 m	2,30	0,702	0,204
	Pavimento	1,40	0,132	9 m	1,67	0,220	0,088
	Tabiquería	0,00	0,000	12 m	1,60	0,000	0,000
	Sobrecarga	6,00	0,563	18 m	1,50	0,788	0,788
	$q_k =$	10,65	1,000			1,710	1,080

9. FLECHAS ADMISIBLES

Según EF 96, 6.3.5.2, en todo tramo de forjado se cumplirá:

Flecha total. En todo forjado

$$w_{tot} < \ell / 250 \neq \ell / 500 + 10 \text{ mm}$$

Flecha activa

Con elementos dañables

$$w_{act} < \ell / 400 \neq \ell / 800 + 6 \text{ mm.}$$

Con elementos sensibles

$$w_{act} < \ell / 500 \neq \ell / 1\ 000 + 5 \text{ mm}$$

Los valores de flechas admisibles se dan en la Tabla 8

TABLE 8

ADMISSIBLE DEFLECTIONS, ACCORDING TO EF 96

Long time deflection	Length of span <i>l</i> m	Admissible deflection, in mm, with <i>l</i> +										
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	
Total deflection $w_{tot} = \ell / 250$ $\neq \ell / 500 + 10 \text{ mm}$	3,0	12,00	12,50	13,80	13,30	13,60	14,00	14,40	16,60	15,80	15,60	
	4,0	16,00	16,40	17,30	17,30	17,60	18,00	18,40	18,80	19,20	19,60	
	5,0	20,00	20,20	20,40	20,60	20,80	21,00	21,20	21,40	21,60	21,80	
	6,0	22,00	22,20	22,40	22,60	22,80	23,00	23,20	23,40	23,60	23,80	
	7,0	24,00	24,20	24,40	24,60	24,80	25,00	25,20	25,40	25,60	25,80	
	8,0	26,00	26,20	26,40	26,60	26,80	27,00	27,20	27,40	27,60	27,80	
	9,0	28,00	28,20	28,40	28,60	28,80	29,00	29,20	29,40	29,60	29,80	
	10,0	30,00	30,20	30,40	30,60	20,80	31,00	31,20	31,40	31,60	31,80	
	11,0	32,00	32,20	32,40	32,60	32,80	33,00	33,20	33,40	33,60	32,80	
	12,0	34,00	34,20	34,40	34,60	34,80	35,00	35,20	35,40	35,60	35,80	
	Active deflection with damageable elements $w_{act} = l / 400$ $\neq \ell / 800 + 6 \text{ mm}$	3,0	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75	9,00	9,25	0,50	9,75
		4,0	10,00	10,25	10,50	10,75	11,00	11,25	11,50	11,75	12,00	12,13
5,0		12,25	12,38	12,50	12,63	12,75	12,88	13,00	13,13	13,25	13,38	
6,0		13,50	13,63	13,75	13,88	14,00	14,13	14,25	14,38	14,50	14,63	
7,0		14,75	14,88	15,00	15,13	15,25	15,38	15,50	15,63	15,75	15,88	
8,0		16,00	16,13	16,25	16,38	16,50	16,63	16,75	16,88	17,00	17,13	
9,0		17,25	17,38	17,50	17,63	17,75	17,88	18,00	18,13	18,25	18,38	
10,0		18,50	18,63	18,75	18,88	19,00	19,13	19,25	19,38	19,50	19,63	
11,0		19,25	19,88	20,00	20,13	20,25	20,38	20,50	20,63	20,25	20,88	
12,0		21,00	21,13	21,75	21,38	21,50	21,63	21,75	21,88	22,00	22,13	
Active deflection with sensible elements $w_{act} = l / 500$ $\neq \ell / 1000 + 5 \text{ mm}$		3,0	6,00	6,20	6,40	6,60	6,80	7,00	7,20	7,40	7,60	7,80
		4,0	8,00	8,20	8,40	8,60	8,80	9,00	9,20	9,40	9,60	9,80
	5,0	10,00	10,10	10,20	10,30	10,40	10,50	10,60	10,70	10,80	10,90	
	6,0	11,00	11,10	11,20	11,30	11,40	11,50	11,60	11,70	11,80	11,90	
	7,0	12,00	12,10	12,20	12,30	12,40	12,50	12,60	12,70	12,80	12,90	
	8,0	13,00	13,10	13,20	13,30	13,40	13,50	13,60	13,70	13,80	13,90	
	9,0	14,00	14,10	14,20	14,30	14,40	14,50	14,60	14,70	14,80	14,90	
	10,0	15,00	15,10	15,20	15,30	15,40	15,50	15,60	15,70	15,80	15,90	
	11,0	16,00	16,10	16,20	16,30	16,40	16,50	16,60	16,70	16,80	16,90	
	12,0	17,00	17,10	17,20	17,30	17,40	17,50	17,60	17,70	17,80	17,90	

10. CHART OF THE RIBBED FLOOR

The **Chart** for the ribbed floor that has been elaborated is composed by ten pages from **F16** to **F45** (pages 26 to 35), one for every depth *h*. Each page is divided in six blocks, B.1 to B.6, corresponding to the six types of bottom reinforcement that can be used, and the correspondent top reinforcement in external support and internal support in continuity.

The **calculate data** required are indicated in each part, except m_a and m'_a because their value is always:

$$m_a \geq m_k = m_u / \gamma_f$$

$$|m'_a| \geq |m'_k| = |m'_u| / \gamma_f$$

this means that the ribbed floors of the Chart are useful in exposure conditions of class IIa.

In **each part**, also, for every type of floor span: single, external and internal, and five values of characteristic load *q_k*, appear: the maximum length *ℓ* that can be reached and the instantaneous deflection *w* produced, considering the correspondent equivalent stiffness.

TABLA 8

FLECHAS ADMISIBLES, SEGÚN EF 96

Flecha diferida	Luz de tramo / m	Flecha admisible, en mm, con / +									
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Flecha total $w_{tot} = \ell / 250$ $\neq \ell / 500 + 10 \text{ mm}$	3,0	12,00	12,50	13,80	13,30	13,60	14,00	14,40	16,60	15,80	15,60
	4,0	16,00	16,40	17,30	17,30	17,60	18,00	18,40	18,80	19,20	19,60
	5,0	20,00	20,20	20,40	20,60	20,80	21,00	21,20	21,40	21,60	21,80
	6,0	22,00	22,20	22,40	22,60	22,80	23,00	23,20	23,40	23,60	23,80
	7,0	24,00	24,20	24,40	24,60	24,80	25,00	25,20	25,40	25,60	25,80
	8,0	26,00	26,20	26,40	26,60	26,80	27,00	27,20	27,40	27,60	27,80
	9,0	28,00	28,20	28,40	28,60	28,80	29,00	29,20	29,40	29,60	29,80
	10,0	30,00	30,20	30,40	30,60	20,80	31,00	31,20	31,40	31,60	31,80
	11,0	32,00	32,20	32,40	32,60	32,80	33,00	33,20	33,40	33,60	32,80
	12,0	34,00	34,20	34,40	34,60	34,80	35,00	35,20	35,40	35,60	35,80
Flecha activa con elementos dañables $w_{act} = \ell / 400$ $\neq \ell / 800 + 6 \text{ mm}$	3,0	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75	9,00	9,25	0,50	9,75
	4,0	10,00	10,25	10,50	10,75	11,00	11,25	11,50	11,75	12,00	12,13
	5,0	12,25	12,38	12,50	12,63	12,75	12,88	13,00	13,13	13,25	13,38
	6,0	13,50	13,63	13,75	13,88	14,00	14,13	14,25	14,38	14,50	14,63
	7,0	14,75	14,88	15,00	15,13	15,25	15,38	15,50	15,63	15,75	15,88
	8,0	16,00	16,13	16,25	16,38	16,50	16,63	16,75	16,88	17,00	17,13
	9,0	17,25	17,38	17,50	17,63	17,75	17,88	18,00	18,13	18,25	18,38
	10,0	18,50	18,63	18,75	18,88	19,00	19,13	19,25	19,38	19,50	19,63
	11,0	19,25	19,88	20,00	20,13	20,25	20,38	20,50	20,63	20,25	20,88
	12,0	21,00	21,13	21,75	21,38	21,50	21,63	21,75	21,88	22,00	22,13
Flecha activa con elementos sensibles $w_{act} = \ell / 500$ $\neq \ell / 1000 + 5 \text{ mm}$	3,0	6,00	6,20	6,40	6,60	6,80	7,00	7,20	7,40	7,60	7,80
	4,0	8,00	8,20	8,40	8,60	8,80	9,00	9,20	9,40	9,60	9,80
	5,0	10,00	10,10	10,20	10,30	10,40	10,50	10,60	10,70	10,80	10,90
	6,0	11,00	11,10	11,20	11,30	11,40	11,50	11,60	11,70	11,80	11,90
	7,0	12,00	12,10	12,20	12,30	12,40	12,50	12,60	12,70	12,80	12,90
	8,0	13,00	13,10	13,20	13,30	13,40	13,50	13,60	13,70	13,80	13,90
	9,0	14,00	14,10	14,20	14,30	14,40	14,50	14,60	14,70	14,80	14,90
	10,0	15,00	15,10	15,20	15,30	15,40	15,50	15,60	15,70	15,80	15,90
	11,0	16,00	16,10	16,20	16,30	16,40	16,50	16,60	16,70	16,80	16,90
	12,0	17,00	17,10	17,20	17,30	17,40	17,50	17,60	17,70	17,80	17,90

10. FICHA DE FORJADO

La **Ficha** para el forjado nervado que se ha redactado consta de las diez hojas (pags. 26 a 35), una para cada canto h , F16 a F45. Cada hoja se divide en seis bloques B.1 a B.6, correspondiente a los seis tipos de armadura inferior que puede emplearse, y las correspondientes armaduras superiores de apoyo exterior y de apoyo interior en continuidad.

Los **datos de cálculo** que se exigen se reseñan en cada bloque, excepto m_a y m'_a , porque son siempre:

$$m_a \geq m_k = m_u / \gamma_f$$

$$|m'_a| \geq |m'_k| = |m'_u| / \gamma_f$$

es decir, los forjados de la Ficha son aptos para su ubicación en ambiente de clase IIa.

En cada bloque, asimismo, para cada tipo de tramo: aislado, externo e interno y cinco valores de carga característica q_k , figuran: la máxima luz ℓ , que alcanzarse, y la flecha instantánea w que produce, considerando la correspondiente rigidez equivalente.

<p>POSITIVE BENDING</p> <p>m_u Resistance bending moment m_f Cracking bending moment K_I Uncracked stiffness K_{II} Cracked stiffness v_u Ultimate shear force</p> <p>NEGATIVE BENDING</p> <p>m'_u Resistance bending moment m'_f Cracking bending moment K'_I Uncracked stiffness K'_{II} Cracked stiffness</p>		<p>FLEXIÓN POSITIVA</p> <p>m_u Momento flector último m_f Momento flector de fisuración K_I Rigidez entera K_{II} Rigidez fisurada v_u Esfuerzo cortante ultimo</p> <p>FLEXIÓN NEGATIVA</p> <p>m'_u Momento flector último m'_f Momento flector de fisuración K'_I Rigidez entera K'_{II} Rigidez fisurada</p>
<p>Span reinforcement R Armadura en vano End-support reinforc. S Arm. en apoyo extremo Inner-support reinforc. T Arm. en apoyo interno</p>		

REDISTRIBUTION DESIGN						CÁLCULO POR REDISTRIBUCIÓN					
Type of span	Values with load q_k			Tipo de tramo	Valores con carga q_k						
	Instantaneous stiffness	Length	Equivalent deflection		Rigidez Equivalente	Luz	Flecha Instantánea				
A Single span	K_a	l_a	w_a	A Aislado	K_a	l_a	w_a				
E External span	K_e	l_e	w_e	E Exterior	K_e	l_e	w_e				
I Internal span	K_i	l_i	w_i	I Interno	K_i	l_i	w_i				
	m_u m_f m'_u m'_f	v_u	K_I K_{II} K'_I K'_{II}	K_a K_e K_i	q_k	A l_a w_a	E l_e w_e	I l_i w_i			
	kNm/m	kN/m	kNm ² /m	kNm ² /m	kN/m ²	m mm	m mm	m mm			
B.1											
R 2 Ø 8	8,9		3730		5	3,08	2,8	3,88	3,3	4,67	3,3
S Ø 6 a 30	4,7	38,8	470	2100	6	2,81	2,3	3,54	2,7	4,26	2,7
T Ø 8 a 20	-11,6		3740	2350	7	2,60	2,0	3,27	2,3	3,95	2,4
	-10,4		480	2590	8	2,44	1,8	3,07	2,0	3,70	2,1
					9	2,30	1,6	2,90	1,8	3,49	1,9
B.2											
R Ø 10 + Ø 8	11,3		3770		5	3,47	7,0	4,28	6,6	5,09	6,0
S Ø 6 a 30	4,8	41,0	480	1340	6	3,17	5,9	3,91	5,6	4,65	5,0
T Ø 6 a 10	-13,0		3780	1710	7	2,93	5,0	3,61	4,7	4,30	4,2
	-10,4		530	2070	8	2,74	4,4	3,38	4,1	4,02	3,7
					9	2,59	3,9	3,19	3,6	3,80	3,3
B.3											
R 2 Ø 10	13,2		3800		5	3,75	11,6	4,62	10,1	5,48	8,5
S Ø 6 a 30	4,9	43,8	560	1110	6	3,43	9,7	4,22	8,5	5,01	7,1
T Ø 8 a 15	-15,0		3820	1520	7	3,17	8,3	3,90	7,2	4,63	6,1
	-10,5		590	1920	8	2,97	7,3	3,66	6,4	4,34	5,4
					9	2,80	6,5	3,45	5,7	4,09	4,8
B.4											
R Ø 12+Ø 10	16,4		3860		5	4,18	19,3	5,07	16,3	5,97	13,5
S Ø 6 a 20	5,0	47,3	710	1030	6	3,82	16,1	4,64	13,7	5,45	11,3
T Ø 10 a 20	-17,0		3880	1370	7	3,53	13,7	4,28	11,6	5,04	9,7
	-10,6		640	1710	8	3,31	12,2	4,02	10,4	4,72	8,5
					9	3,12	10,8	3,79	9,2	4,45	7,5
B.5											
R 2 Ø 12	19,2		3910		5	4,53	26,8	5,55	27,1	6,58	25,6
S Ø 6 a 20	5,0	47,9	840	1020	6	4,13	22,3	5,06	22,3	6,00	21,0
T Ø 8 a 10	-21,3		3940	1190	7	3,82	19,1	4,68	19,2	5,55	18,0
	-10,7		750	1350	8	3,58	16,8	4,39	17,0	5,20	15,8
					9	3,37	14,9	4,13	14,9	4,89	14,0
B.6											
R Ø 14+Ø 12	22,4		3960		5	4,89	33,8	5,88	32,3	6,87	29,0
S Ø 6 a 20	5,1	47,8	980	1100	6	4,46	28,1	5,36	26,9	6,27	24,2
T Ø 10 a 15	-21,8		3990	1250	7	4,13	24,1	4,97	23,1	5,80	20,4
	-10,8		770	1400	8	3,86	21,0	4,64	20,1	5,42	18,1
					9	3,64	18,7	4,38	17,9	5,11	16,1

REDISTRIBUTION DESIGN				CÁLCULO POR REDISTRIBUCIÓN							
Type of span	Values with load q_k			Tipo de tramo	Valores con carga q_k						
	Instantaneous stiffness	Length	Equivalent deflection		Rigidez Equivalente	Luz	Flecha Instantánea				
A Single span	K_a	l_a	w_a	A Aislado	K_a	l_a	w_a				
E External span	K_e	l_e	w_e	E Exterior	K_e	l_e	w_e				
I Internal span	K_i	l_i	w_i	I Interno	K_i	l_i	w_i				
	m_u m_f m'_u m'_f	v_u	K_I K_{II} K'_I K'_{II}	K_a K_e K_i	q_k	A		E		I	
	kNm/m	kN/m	kNm ² /m	kNm ² /m	kN/m ²	l_a	w_a	l_e	w_e	l_i	w_i
						m	mm	m	mm	m	mm
B.1											
R 2 Ø 8	10,3		5300		5	3,31	2,3	4,19	2,8	5,06	3,0
S Ø 6 a 30	5,8	42,1	630	3430	6	3,03	1,9	3,83	2,4	4,63	2,6
T Ø 8 a 20	-13,8		5320	3710	7	2,80	1,6	3,54	2,0	4,28	2,1
	-12,7		700	4000	8	2,62	1,4	3,31	1,8	4,01	1,9
					9	2,47	1,3	3,12	1,6	3,78	1,7
B.2											
R Ø 10 + Ø 8	13,2		5350		5	3,75	6,2	4,63	6,0	5,52	5,5
S Ø 6 a 30	5,9	44,1	680	2080	6	3,43	5,2	4,24	5,1	5,05	4,6
T Ø 6 a 10	-15,4		5380	2580	7	3,17	4,4	3,92	4,3	4,67	3,9
	-12,8		780	3070	8	2,97	3,9	3,67	3,8	4,37	3,4
					9	2,80	3,5	3,46	3,4	4,12	3,1
B.3											
R 2 Ø 10	15,3		5410		5	4,04	10,1	5,00	9,3	5,95	8,0
S Ø 6 a 30	6,0	47,0	800	1720	6	3,69	8,4	4,56	7,7	5,44	6,8
T Ø 8 a 15	-17,9		5440	2280	7	3,41	7,2	4,22	6,6	5,02	5,8
	-12,9		870	2840	8	3,19	6,3	3,94	5,7	4,70	5,0
					9	3,01	5,6	3,72	5,1	4,43	4,4
B.4											
R Ø 12+Ø 10	19,1		5490		5	4,51	18,1	5,50	15,4	6,49	12,8
S Ø 6 a 20	6,1	50,6	1000	1490	6	4,12	15,1	5,02	12,9	5,92	10,6
T Ø 10 a 20	-20,4		5520	2010	7	3,81	12,9	4,64	10,9	5,48	9,1
	-13,0		960	2520	8	3,57	11,3	4,35	9,7	5,13	8,0
					9	3,36	10,0	4,10	8,6	4,83	7,0
B.5											
R 2 Ø 12	22,4		5560		5	4,89	24,9	6,02	25,6	7,16	24,0
S Ø 6 a 20	6,2	54,7	1180	1490	6	4,46	20,7	5,49	21,1	6,53	19,9
T Ø 8 a 10	-25,6		5610	1750	7	4,13	17,8	5,09	18,3	6,05	17,1
	-13,2		1150	2000	8	3,86	15,5	4,76	15,8	5,65	14,7
					9	3,64	13,8	4,48	14,1	5,33	13,3
B.6											
R Ø 14+Ø 12	26,2		5630		5	5,29	32,1	6,39	31,0	7,50	28,3
S Ø 6 a 20	6,3	54,7	1380	1590	6	4,83	26,8	5,84	26,1	6,84	23,3
T Ø 10 a 15	-26,4		5680	1820	7	4,47	22,9	5,40	22,2	6,33	20,2
	-13,3		1180	2050	8	4,18	20,0	5,05	19,4	5,92	17,5
					9	3,94	17,8	4,76	17,2	5,58	15,5

<p>POSITIVE BENDING</p> <p>m_u Resistance bending moment m_f Cracking bending moment K_I Uncracked stiffness K_{II} Cracked stiffness v_u Ultimate shear force</p> <p>NEGATIVE BENDING</p> <p>m'_u Resistance bending moment m'_f Cracking bending moment K'_I Uncracked stiffness K'_{II} Cracked stiffness</p>		<p>FLEXIÓN POSITIVA</p> <p>m_u Momento flector último m_f Momento flector de fisuración K_I Rigidez entera K_{II} Rigidez fisurada v_u Esfuerzo cortante ultimo</p> <p>FLEXIÓN NEGATIVA</p> <p>m'_u Momento flector último m'_f Momento flector de fisuración K'_I Rigidez entera K'_{II} Rigidez fisurada</p>
<p>Span reinforcement R Armadura en vano End-support reinforc. S Arm. en apoyo extremo Inner-support reinforc. T Arm. en apoyo interno</p>		

REDISTRIBUTION DESIGN						CÁLCULO POR REDISTRIBUCIÓN					
Type of span	Values with load q_k					Tipo de tramo	Valores con carga q_k				
	Instantaneous stiffness	Length	Equivalent deflection		q_k		Rigidez Equivalente	Luz	Flecha Instantánea		
A Single span E External span I Internal span	K_a K_e K_i	l_a l_e l_i	w_a w_e w_i	K_a K_e K_i		q_k	A l_a w_a	E l_e w_e	I l_i w_i		
	m_u m_f m'_u m'_f	v_u	K_I K_{II} K'_I K'_{II}	K_a K_e K_i	q_k	l_a	w_a	l_e	w_e	l_i	w_i
	kNm/m	kN/m	kNm ² /m	kNm ² /m	kN/m ²	m	mm	m	mm	m	mm
B.1											
R 2 Ø 8	11,8		7250		5	3,55	1,9	4,50	2,4	5,45	2,7
S Ø 6 a 30	7,1	45,1	830	5580	6	3,24	1,5	4,11	2,0	4,97	2,2
T Ø 8 a 20	-16,0		7280	5840	7	3,00	1,3	3,80	1,7	4,60	1,9
	-15,3		960	6090	8	2,80	1,1	3,55	1,5	4,30	1,6
					9	2,64	1,0	3,35	1,3	4,05	1,5
B.2											
R Ø 10 + Ø 8	15,0		7320		5	4,00	5,2	4,96	5,4	5,92	5,1
S Ø 6 a 30	7,1	47,2	910	3220	6	3,65	4,3	4,53	4,5	5,41	4,2
T Ø 6 a 10	-17,9		7370	3840	7	3,38	3,7	4,19	3,8	5,01	3,6
	-15,4		1070	4470	8	3,16	3,2	3,92	3,3	4,68	3,2
					9	2,98	2,9	3,70	3,0	4,41	2,8
B.3											
R 2 Ø 10	17,5		7390		5	4,32	8,8	5,36	8,4	6,39	7,5
S Ø 6 a 30	7,2	50,0	1070	2590	6	3,94	7,2	4,88	7,0	5,83	6,2
T Ø 8 a 15	-20,8		7440	3320	7	3,65	6,3	4,52	6,0	5,40	5,4
	-15,5		1200	4050	8	3,42	5,5	4,24	5,3	5,06	4,7
					9	3,22	4,9	3,99	4,7	4,76	4,2
B.4											
R Ø 12+Ø 10	21,9		7500		5	4,83	16,6	5,90	14,2	6,98	11,8
S Ø 6 a 20	7,4	53,4	1340	2140	6	4,41	13,8	5,39	11,8	6,37	9,7
T Ø 10 a 20	-23,8		7560	2910	7	4,08	11,8	4,99	10,1	5,89	8,4
	-15,6		1340	3670	8	3,82	10,4	4,67	8,9	5,52	7,4
					9	3,60	9,2	4,40	7,9	5,20	6,5
B.5											
R 2 Ø 12	25,7		7590		5	5,24	23,8	6,48	24,3	7,71	22,9
S Ø 6 a 20	7,5	59,8	1590	2070	6	4,78	19,7	5,91	20,2	7,04	19,1
T Ø 8 a 10	-30,0		7680	2450	7	4,43	17,0	5,48	17,5	6,52	16,4
	-15,8		1620	2830	8	4,14	14,8	5,12	15,2	6,09	14,1
					9	3,90	13,1	4,82	13,4	5,74	12,7
B.6											
R Ø 14+Ø 12	30,0		7690		5	5,66	31,1	6,87	30,1	8,07	27,2
S Ø 6 a 20	7,6	61,1	1860	2150	6	5,16	25,8	6,26	25,0	7,36	22,4
T Ø 10 a 15	-31,0		7780	2500	7	4,78	22,1	5,80	21,4	6,82	19,4
	-15,9		1670	2850	8	4,47	19,4	5,42	18,8	6,37	16,8
					9	4,22	17,3	5,12	16,8	6,02	15,1

REDISTRIBUTION DESIGN		CÁLCULO POR REDISTRIBUCIÓN									
Type of span	Values with load q_k			Tipo de tramo	Valores con carga q_k						
	Instantaneous stiffness	Length	Equivalent deflection		Rigidez Equivalente	Luz	Flecha Instantánea				
A Single span	K_a	l_a	w_a	A Aislado	K_a	l_a	w_a				
E External span	K_e	l_e	w_e	E Exterior	K_e	l_e	w_e				
I Internal span	K_i	l_i	w_i	I Interno	K_i	l_i	w_i				
	m_u m_f m'_u m'_f kNm/m	v_u kN/m	K_I K_{II} K'_I K'_{II} kNm ² /m	K_a K_e K_i kNm ² /m	q_k kN/m ²	A l_a m	w_a mm	E l_e m	w_e mm	I l_i m	w_i mm
B.1											
R 2 Ø 8	13,2		9590		5	3,75	1,5	4,76	2,0	5,77	2,3
S Ø 6 a 30	8,4	48,1	1050	8480	6	3,43	1,3	4,36	1,7	5,28	1,9
T Ø 8 a 20	-18,1		9650	8660	7	3,17	1,1	4,03	1,4	4,88	1,6
	-17,8		1260	8830	8	2,97	1,0	3,77	1,3	4,57	1,5
					9	2,80	0,8	3,56	1,1	4,31	1,3
B.2											
R Ø 10 + Ø 8	16,9		9690		5	4,25	4,4	5,28	4,7	6,31	4,6
S Ø 6 a 30	8,5	50,1	1180	4840	6	3,88	3,7	4,82	3,9	5,76	3,8
T Ø 6 a 10	-20,4		9760	5580	7	3,59	3,1	4,46	3,4	5,33	3,3
	-18,0		1400	6320	8	3,36	2,7	4,18	3,0	4,99	2,9
					9	3,16	2,4	3,93	2,6	4,69	2,5
B.3											
R 2 Ø 10	19,7		9780		5	4,58	7,7	5,69	7,6	6,80	7,0
S Ø 6 a 30	8,6	52,9	1380	3730	6	4,18	6,4	5,19	6,3	6,20	5,8
T Ø 8 a 15	-23,7		9860	4650	7	3,87	5,5	4,81	5,4	5,74	5,0
	-18,1		1590	5570	8	3,62	4,8	4,50	4,8	5,37	4,3
					9	3,42	4,3	4,25	4,3	5,08	3,9
B.4											
R Ø 12+Ø 10	24,6		9910		5	5,12	15,1	6,27	13,0	7,43	10,9
S Ø 6 a 20	8,7	56,3	1740	2970	6	4,68	12,6	5,74	10,9	6,79	9,1
T Ø 10 a 20	-27,2		10010	4030	7	4,33	10,8	5,31	9,4	6,28	7,8
	-18,3		1790	5080	8	4,05	9,4	4,96	8,1	5,88	6,9
					9	3,82	8,4	4,68	7,2	5,54	6,1
B.5											
R 2 Ø 12	28,9		10040		5	5,55	21,7	6,88	22,5	8,21	21,2
S Ø 6 a 20	8,9	62,3	2050	2850	6	5,07	18,1	6,29	18,9	7,50	17,9
T Ø 8 a 10	-34,4		10160	3370	7	4,69	15,4	5,82	16,1	6,94	15,2
	-18,5		2180	3890	8	4,39	13,6	5,44	14,1	6,50	13,4
					9	4,14	12,1	5,13	12,5	6,13	11,9
B.6											
R Ø 14+Ø 12	33,8		10170		5	6,00	29,4	7,30	28,5	8,59	25,6
S Ø 6 a 20	9,0	64,1	2400	2870	6	5,48	24,5	6,66	23,8	7,85	21,5
T Ø 10 a 15	-35,5		10290	3370	7	5,07	21,0	6,16	20,4	7,26	18,3
	-18,6		2250	3870	8	4,75	18,5	5,78	17,9	6,80	16,0
					9	4,48	16,5	5,45	16,0	6,41	14,3

FLOOR

F 25

FORJADO

<p>POSITIVE BENDING</p> <p>m_u Resistance bending moment m_f Cracking bending moment K_I Uncracked stiffness K_{II} Cracked stiffness v_u Ultimate shear force</p> <p>NEGATIVE BENDING</p> <p>m'_u Resistance bending moment m'_f Cracking bending moment K'_I Uncreaked stiffness K'_{II} Craked stiffness</p>		<p>FLEXIÓN POSITIVA</p> <p>m_u Momento flector último m_f Momento flector de fisuración K_I Rigidez entera K_{II} Rigidez fisurada v_u Esfuerzo cortante ultimo</p> <p>FLEXIÓN NEGATIVA</p> <p>m'_u Momento flector último m'_f Momento flector de fisuración K'_I Rigidez entera K'_{II} Rigidez fisurada</p>
<p>Span reinforcement R Armadura en vano End-support reinforc. S Arm. en apoyo extremo Inner-support reinforc. T Arm. en apoyo interno</p>		

REDISTRIBUTION DESIGN						CÁLCULO POR REDISTRIBUCIÓN					
Type of span	Values with load q_k					Tipo de tramo	Valores con carga q_k				
	Instantaneous stiffness	Length	Equivalent deflection				Rigidez Equivalente	Luz	Flecha Instantánea		
A Single span	K_a	l_a	w_a			A Aislado	K_a	l_a	w_a		
E External span	K_e	l_e	w_e			E Exterior	K_e	l_e	w_e		
I Internal span	K_i	l_i	w_i			I Interno	K_i	l_i	w_i		
	m_u m_f m'_u m'_f	v_u	K_I K_{II} K'_I K'_{II}	K_a K_e K_i	q_k	A		E		I	
	kNm/m	kN/m	kNm ² /m	kNm ² /m	kN/m ²	l_a	w_a	l_e	w_e	l_i	w_i
						m	mm	m	mm	m	mm
B.1											
R $\emptyset 10 + \emptyset 8$	19,6		14060		6	4,17	2,8	5,19	3,1	6,22	3,2
S $\emptyset 6$ a 30	10,7	54,6	1780	8530	7	3,86	2,4	4,81	2,7	5,76	2,7
T $\emptyset 6$ a 10	-24,0		14180	9380	8	3,61	2,1	4,50	2,4	5,38	2,4
	-22,1		1990	10230	9	3,41	1,9	4,25	2,1	5,09	2,1
					10	3,23	1,7	4,02	1,9	4,82	1,9
B.2											
R 2 $\emptyset 10$	22,9		14180		6	4,51	5,2	5,62	5,4	6,73	5,2
S $\emptyset 6$ a 30	10,8	57,0	1930	6220	7	4,18	4,5	5,21	4,7	6,24	4,5
T $\emptyset 8$ a 15	-28,1		14320	7440	8	3,91	3,9	4,87	4,1	5,84	3,9
	-22,2		2280	8650	9	3,68	3,4	4,59	3,6	5,49	3,5
					10	3,49	3,1	4,35	3,3	5,21	3,1
B.3											
R $\emptyset 12 + \emptyset 10$	28,7		14370		6	5,05	10,8	6,21	9,8	7,37	8,5
S $\emptyset 6$ a 20	11,0	60,6	2430	4700	7	4,68	9,3	5,75	8,4	6,83	7,2
T $\emptyset 10$ a 20	-32,4		14520	6170	8	4,37	8,1	5,37	7,3	6,38	6,3
	-22,5		2580	7650	9	4,12	7,2	5,07	6,5	6,01	5,6
					10	3,91	6,5	4,81	5,9	5,71	5,1
B.4											
R 2 $\emptyset 12$	33,7		14540		6	5,47	16,4	6,80	17,1	8,14	16,2
S $\emptyset 6$ a 20	11,1	66,6	2860	4260	7	5,07	14,1	6,31	14,7	7,54	13,8
T $\emptyset 8$ a 10	-40,9		14750	5100	8	4,74	12,4	5,90	12,9	7,05	12,1
	-22,8		3160	5950	9	4,47	11,0	5,56	11,4	6,65	10,8
					10	4,24	9,9	5,27	10,2	6,31	9,7
B.5											
R $\emptyset 14 + \emptyset 12$	39,5		14720		6	5,93	22,7	7,23	22,0	8,54	20,0
S $\emptyset 6$ a 20	11,3	68,0	3350	4260	7	5,49	19,5	6,70	19,0	7,91	17,1
T $\emptyset 10$ a 15	-42,4		14940	5040	8	5,13	16,9	6,26	16,5	7,39	14,9
	-22,9		3270	5820	9	4,84	15,1	5,90	14,7	6,97	13,4
					10	4,59	13,6	5,60	13,2	6,61	11,9
B.6											
R 2 $\emptyset 14$	45,2		14910		6	6,34	27,8	7,66	27,1	8,97	24,4
S $\emptyset 8$ a 30	11,5	70,3	3870	4530	7	5,87	23,9	7,09	23,2	8,31	20,9
T $\emptyset 12$ a 20	-45,3		15140	5160	8	5,49	20,9	6,63	20,2	7,77	18,4
	-23,1		3480	5790	9	5,18	18,6	6,25	18,1	7,33	16,3
					10	4,91	16,7	5,93	16,2	6,95	14,8

REDISTRIBUTION DESIGN				CÁLCULO POR REDISTRIBUCIÓN																					
Type of span	Values with load q_k			Tipo de tramo	Valores con carga q_k																				
	Instantaneous stiffness	Length	Equivalent deflection		Rigidez Equivalente	Luz	Flecha Instantánea																		
A Single span	K_a	l_a	w_a	A Aislado	K_a	l_a	w_a																		
E External span	K_e	l_e	w_e	E Exterior	K_e	l_e	w_e																		
I Internal span	K_i	l_i	w_i	I Interno	K_i	l_i	w_i																		
	m_u m_f m'_u m'_f kNm/m	v_u kN/m	K_I K_{II} K'_I K'_{II} kNm ² /m	K_a K_e K_i kNm ² /m	q_k kN/m ²	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">A</th> <th colspan="2">E</th> <th colspan="2">I</th> </tr> <tr> <th>l_a</th> <th>w_a</th> <th>l_e</th> <th>w_e</th> <th>l_i</th> <th>w_i</th> </tr> <tr> <th>m</th> <th>mm</th> <th>m</th> <th>mm</th> <th>m</th> <th>mm</th> </tr> </thead> </table>		A		E		I		l_a	w_a	l_e	w_e	l_i	w_i	m	mm	m	mm	m	mm
A		E		I																					
l_a	w_a	l_e	w_e	l_i	w_i																				
m	mm	m	mm	m	mm																				
B.1																									
R $\emptyset 10 + \emptyset 8$	22,4	58,6	19490		6	4,46	2,2	5,57	2,6	6,67	2,8														
S $\emptyset 6$ a 30	13,1		2330	14000	7	4,13	1,9	5,15	2,2	6,18	2,4														
T $\emptyset 6$ a 10	-27,7		19680	14850	8	3,86	1,7	4,82	2,0	5,77	2,1														
	-26,2		2680	15700	9	3,64	1,5	4,54	1,7	5,44	1,8														
					10	3,46	1,3	4,32	1,6	5,17	1,6														
B.2																									
R 2 $\emptyset 10$	26,2	61,4	19650		6	4,83	4,3	6,03	4,7	7,23	4,7														
S $\emptyset 6$ a 30	13,2		2560	9910	7	4,47	3,7	5,58	4,0	6,69	4,0														
T $\emptyset 8$ a 15	-32,5		19850	11400	8	4,18	3,2	5,22	3,5	6,26	3,5														
	-26,4		3080	12890	9	3,94	2,9	4,92	3,1	5,90	3,1														
					10	3,74	2,6	4,67	2,8	5,60	2,8														
B.3																									
R $\emptyset 12 + \emptyset 10$	32,8	64,6	19890		6	5,40	9,4	6,65	8,8	7,91	7,8														
S $\emptyset 6$ a 20	13,4		3230	7060	7	5,00	8,1	6,16	7,6	7,32	6,7														
T $\emptyset 10$ a 20	-37,5		20140	9020	8	4,68	7,1	5,77	6,7	6,85	5,8														
	-26,7		3500	10980	9	4,41	6,3	5,43	5,9	6,46	5,2														
					10	4,18	5,6	5,15	5,3	6,12	4,7														
B.4																									
R 2 $\emptyset 12$	38,6	70,4	20110		6	5,86	14,7	7,30	15,5	8,75	14,7														
S $\emptyset 6$ a 20	13,6		3810	6260	7	5,42	12,6	6,76	13,3	8,09	12,6														
T $\emptyset 8$ a 10	-47,4		20430	7470	8	5,07	11,0	6,32	11,5	7,57	11,0														
	-27,0		4330	8680	9	4,78	9,8	5,96	10,3	7,13	9,8														
					10	4,54	8,9	5,66	9,3	6,78	8,9														
B.5																									
R $\emptyset 14 + \emptyset 12$	45,3	71,9	20350		6	6,35	21,0	7,76	20,5	9,17	18,6														
S $\emptyset 6$ a 20	13,8		4460	6050	7	5,87	17,9	7,17	17,4	8,48	15,8														
T $\emptyset 10$ a 15	-49,2		20680	7200	8	5,50	15,8	6,72	15,4	7,94	13,9														
	-27,2		4480	8350	9	5,18	14,0	6,33	13,6	7,48	12,3														
					10	4,92	12,6	6,01	12,3	7,11	11,2														
B.6																									
R 2 $\emptyset 14$	51,8	73,7	20600		6	6,79	26,7	8,22	25,9	9,64	23,4														
S $\emptyset 8$ a 30	14,0		5150	6230	7	6,28	22,8	7,60	22,1	8,92	20,0														
T $\emptyset 12$ a 20	-52,7		20950	7150	8	5,88	20,0	7,12	19,4	8,35	17,6														
	-27,4		4780	8080	9	5,54	17,7	6,70	17,2	7,87	15,6														
					10	5,26	16,0	6,37	15,5	7,47	14,1														

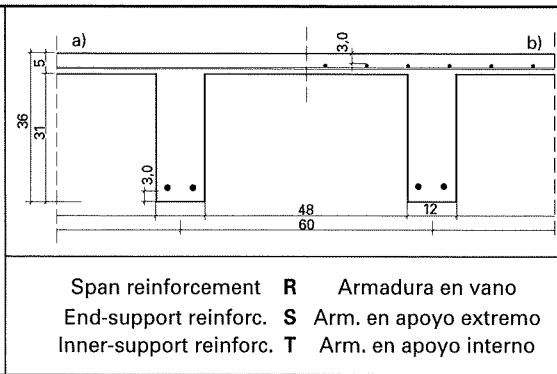
<p>POSITIVE BENDING</p> <p>m_u Resistance bending moment m_f Cracking bending moment K_I Uncracked stiffness K_{II} Cracked stiffness v_u Ultimate shear force</p> <p>NEGATIVE BENDING</p> <p>m'_u Resistance bending moment m'_f Cracking bending moment K'_I Uncracked stiffness K'_{II} Cracked stiffness</p>		<p>FLEXIÓN POSITIVA</p> <p>m_u Momento flector último m_f Momento flector de fisuración K_I Rigidez entera K_{II} Rigidez fisurada v_u Esfuerzo cortante ultimo</p> <p>FLEXIÓN NEGATIVA</p> <p>m'_u Momento flector último m'_f Momento flector de fisuración K'_I Rigidez entera K'_{II} Rigidez fisurada</p>
<p>Span reinforcement R Armadura en vano End-support reinforc. S Arm. en apoyo extremo Inner-support reinforc. T Arm. en apoyo interno</p>		

REDISTRIBUTION DESIGN						CÁLCULO POR REDISTRIBUCIÓN					
Type of span	Values with load q_k					Tipo de tramo	Valores con carga q_k				
	Instantaneous stiffness	Length	Equivalent deflection				Rigidez Equivalente	Luz	Flecha Instantánea		
A Single span E External span I Internal span	K_a K_e K_i	l_a l_e l_i	w_a w_e w_i			A Aislado E Exterior I Interno	K_a K_e K_i	l_a l_e l_i	w_a w_e w_i		
	m_u m_f m'_u m'_f	v_u	K_I K_{II} K'_I K'_{II}	K_a K_e K_i	q_k	A	E	I			
	kNm/m	kN/m	kNm ² /m	kNm ² /m	kN/m ²	m	mm	m	mm	m	mm
B.1 R 2 Ø 10 S Ø 6 a 30 T Ø 8 a 15	30,5 16,8 -38,3 -32,6	66,3	28730 3690 29070 4340	17710 19410 21120	6 7 8 9 10	5,21 4,82 4,51 4,25 4,03	3,3 2,8 2,4 2,2 1,9	6,52 6,03 5,64 5,32 5,04	3,8 3,2 2,8 2,5 2,3	7,82 7,24 6,77 6,38 6,05	3,9 3,3 2,9 2,6 2,3
B.2 R Ø 12+Ø 10 S Ø 6 a 20 T Ø 10 a 20	38,3 17,1 -44,3 -32,9	69,5	29070 4480 29460 4960	11860 14500 17140	6 7 8 9 10	5,83 5,40 5,05 4,76 4,52	7,6 6,5 5,7 5,1 4,6	7,20 6,67 6,23 5,88 5,58	7,5 6,5 5,6 5,0 4,5	8,56 7,93 7,42 6,99 6,64	6,9 5,9 5,2 4,6 4,1
B.3 R 2 Ø 12 S Ø 6 a 20 T Ø 8 a 10	45,0 17,3 -56,2 -33,3	75,0	29360 5280 29870 6160	9860 11800 13730	6 7 8 9 10	6,32 5,86 5,48 5,16 4,90	12,7 10,9 9,5 8,4 7,6	7,90 7,32 6,85 6,45 6,12	13,4 11,5 10,1 9,0 8,0	9,48 8,79 8,22 7,74 7,35	12,8 11,1 9,7 8,6 7,8
B.4 R Ø 14+Ø 12 S Ø 6 a 20 T Ø 10 a 15	52,9 17,5 -58,3 -33,5	76,3	29680 6190 30220 6390	9010 10900 12800	6 7 8 9 10	6,86 6,35 5,94 5,60 5,31	19,2 16,5 14,4 12,8 11,5	8,40 7,78 7,28 6,86 6,50	18,6 16,0 14,0 12,4 11,1	9,95 9,21 8,61 8,12 7,70	16,8 14,4 12,5 11,2 10,0
B.5 R 2 Ø 14 S Ø 8 a 30 T Ø 12 a 20	60,6 17,8 -62,5 -33,7	78,5	30020 7150 30590 6830	9210 10740 12270	6 7 8 9 10	7,34 6,79 6,36 5,99 5,69	24,6 21,0 18,5 16,4 14,8	8,90 8,23 7,71 7,26 6,90	23,8 20,3 17,8 15,8 14,3	10,46 9,68 9,06 8,54 8,11	21,4 18,3 16,0 14,2 12,9
B.6 R Ø 16+Ø 14 S Ø 8 a 30 T 2 Ø 8 a 15	69,6 18,1 -74,0 -34,2	83,7	30380 8200 31090 8000	9530 10440 11360	6 7 8 9 10	7,87 7,28 6,81 6,42 6,09	31,5 26,9 23,5 20,9 18,8	9,59 8,87 8,30 7,82 7,42	32,9 28,1 24,6 21,9 19,7	11,30 10,46 9,78 9,22 8,75	31,4 26,8 23,5 20,9 18,9

REDISTRIBUTION DESIGN				CÁLCULO POR REDISTRIBUCIÓN							
Type of span	Values with load q_k			Tipo de tramo	Valores con carga q_k						
	Instantaneous stiffness	Length	Equivalent deflection		Rigidez Equivalente	Luz	Flecha Instantánea				
A Single span	K_a	l_a	w_a	A Aislado	K_a	l_a	w_a				
E External span	K_e	l_e	w_e	E Exterior	K_e	l_e	w_e				
I Internal span	K_i	l_i	w_i	I Interno	K_i	l_i	w_i				
	m_u m_f m'_u m'_f kNm/m	v_u kN/m	K_I K_{II} K'_I K'_{II} kNm ² /m	K_a K_e K_i kNm ² /m	q_k kN/m ²	A l_a (m) w_a (mm)		E l_e (m) w_e (mm)		I l_i (m) w_i (mm)	
B.1											
R 2 Ø 10	37,0	72,6	46610		6	5,73	2,2	7,18	2,7	8,64	3,0
S Ø 6 a 30	22,9		5460	38380	7	5,31	1,9	6,66	2,4	8,01	2,6
T Ø 8 a 15	-47,1		47190	39700	8	4,97	1,7	6,23	2,1	7,49	2,2
	-42,0		6630	41020	9	4,68	1,5	5,87	1,8	7,06	2,0
					10	4,44	1,3	5,57	1,6	6,69	1,8
B.2											
R Ø 12+Ø 10	46,5	76,4	47100		6	6,43	5,6	7,96	6,0	9,48	5,7
S Ø 6 a 20	23,2		6740	23690	7	5,95	4,8	7,36	5,1	8,77	4,9
T Ø 10 a 20	-54,6		47790	27310	8	5,57	4,2	6,89	4,5	8,21	4,3
	-42,4		7620	30920	9	5,25	3,8	6,50	4,0	7,74	3,8
					10	4,98	3,4	6,16	3,6	7,34	3,4
B.3											
R 2 Ø 12	54,7	81,0	47520		6	6,97	10,1	8,73	11,0	10,49	10,6
S Ø 6 a 20	23,4		7940	18230	7	6,46	8,7	8,09	9,4	9,72	9,2
T Ø 8 a 10	-69,2		48430	21590	8	6,04	7,6	7,57	8,2	9,09	8,0
	-42,9		9520	24960	9	5,69	6,7	7,13	7,3	8,56	7,0
					10	5,40	6,1	6,76	6,5	8,13	6,4
B.4											
R Ø 14+Ø 12	64,4	82,6	47990		6	7,57	16,2	9,29	15,7	11,02	14,2
S Ø 6 a 20	23,7		9320	15890	7	7,00	13,8	8,59	13,4	10,19	12,2
T Ø 10 a 15	-72,0		48930	19270	8	6,55	12,1	8,04	11,7	9,53	10,6
	-43,2		9880	22640	9	6,18	10,8	7,59	10,5	8,99	9,4
					10	5,86	9,7	7,19	9,4	8,53	8,5
B.5											
R 2 Ø 14	73,8	84,6	48480		6	8,10	22,0	9,85	21,2	11,59	18,9
S Ø 8 a 30	24,1		10760	15290	7	7,50	18,9	9,12	18,2	10,73	16,2
T Ø 12 a 20	-77,3		49490	18080	8	7,01	16,4	8,52	15,8	10,03	14,1
	-43,5		10570	20880	9	6,61	14,6	8,03	14,0	9,46	12,6
					10	6,27	13,2	7,62	12,6	8,97	11,3
B.6											
R Ø 16+Ø 14	84,8	90,0	49010		6	8,68	29,0	10,60	30,1	12,51	28,7
S Ø 8 a 30	24,4		12350	15280	7	8,04	25,0	9,81	25,9	11,59	24,6
T 2 Ø 8 a 15	-91,4		50260	17010	8	7,52	21,8	9,18	22,6	10,84	21,5
	-44,1		12430	18740	9	7,09	19,4	8,66	20,1	10,22	19,1
					10	6,73	17,5	8,22	18,2	9,70	17,2

POSITIVE BENDING
 m_u Resistance bending moment
 m_f Cracking bending moment
 K_I Uncracked stiffness
 K_{II} Cracked stiffness
 v_u Ultimate shear force

NEGATIVE BENDING
 m'_u Resistance bending moment
 m'_f Cracking bending moment
 K'_I Uncracked stiffness
 K'_{II} Cracked stiffness



FLEXIÓN POSITIVA
 m_u Momento flector último
 m_f Momento flector de fisuración
 K_I Rigidez entera
 K_{II} Rigidez fisurada
 v_u Esfuerzo cortante ultimo

FLEXIÓN NEGATIVA
 m'_u Momento flector último
 m'_f Momento flector de fisuración
 K'_I Rigidez entera
 K'_{II} Rigidez fisurada

<p>POSITIVE BENDING</p> <p>m_u Resistance bending moment m_f Cracking bending moment K_I Uncracked stiffness K_{II} Cracked stiffness v_u Ultimate shear force</p> <p>NEGATIVE BENDING</p> <p>m'_u Resistance bending moment m'_f Cracking bending moment K'_I Uncracked stiffness K'_{II} Cracked stiffness</p>		<p>FLEXIÓN POSITIVA</p> <p>m_u Momento flector último m_f Momento flector de fisuración K_I Rigidez entera K_{II} Rigidez fisurada v_u Esfuerzo cortante ultimo</p> <p>FLEXIÓN NEGATIVA</p> <p>m'_u Momento flector último m'_f Momento flector de fisuración K'_I Rigidez entera K'_{II} Rigidez fisurada</p>
<p>Span reinforcement R Armadura en vano End-support reinforc. S Arm. en apoyo extremo Inner-support reinforc. T Arm. en apoyo interno</p>		

REDISTRIBUTION DESIGN						CÁLCULO POR REDISTRIBUCIÓN					
Type of span	Values with load q_k					Tipo de tramo	Valores con carga q_k				
	Instantaneous stiffness	Length	Equivalent deflection				Rigidez Equivalente	Luz	Flecha Instantánea		
A Single span E External span I Internal span	K_a K_e K_i	l_a l_e l_i	w_a w_e w_i			A Aislado E Exterior I Interno	K_a K_e K_i	l_a l_e l_i	w_a w_e w_i		
	m_u m_f m'_u m'_f	v_u	K_I K_{II} K'_I K'_{II}	K_a K_e K_i	q_k	A		E		I	
	kNm/m	kN/m	kNm ² /m	kNm ² /m	kN/m ²	l_a	w_a	l_e	w_e	l_i	w_i
						m	mm	m	mm	m	mm
B.1											
R 2 Ø 10	49,3		54340		6	6,62	5,2	8,19	5,6	9,77	5,4
S Ø 6 a 30	25,1	78,4	7640	28660	7	6,13	4,5	7,59	4,8	9,04	4,7
T Ø 8 a 15	-58,0		55150	32630	8	5,73	3,9	7,09	4,2	8,45	4,1
	-45,3		8630	36610	9	5,41	3,5	6,70	3,8	7,98	3,6
					10	5,13	3,1	6,35	3,4	7,57	3,3
B.2											
R Ø 12+Ø 10	58,0		54810		6	7,18	9,5	9,00	10,4	10,82	10,1
S Ø 6 a 20	25,4	83,2	8950	21790	7	6,65	8,2	8,33	8,9	10,02	8,7
T Ø 10 a 20	-73,6		55870	25690	8	6,22	7,2	7,79	7,8	9,37	7,6
	-45,9		10800	29580	9	5,86	6,3	7,34	6,9	8,83	6,8
					10	5,56	5,7	6,97	6,2	8,38	6,1
B.3											
R 2 Ø 12	68,2		55330		6	7,79	15,5	9,57	15,1	11,35	13,7
S Ø 6 a 20	25,7	84,8	10510	18580	7	7,21	13,3	8,86	13,0	10,51	11,8
T Ø 8 a 10	-76,6		56440	22500	8	6,74	11,6	8,28	11,3	9,82	10,3
	-46,1		11220	26410	9	6,36	10,3	7,81	10,1	9,27	9,2
					10	6,03	9,3	7,41	9,1	8,79	8,2
B.4											
R Ø 14+Ø 12	78,2		55880		6	8,34	21,2	10,14	20,4	11,94	18,3
S Ø 6 a 20	26,1	86,9	12120	17810	7	7,72	18,2	9,39	17,5	11,06	15,7
T Ø 10 a 15	-82,2		57060	21060	8	7,22	15,9	8,78	15,3	10,34	13,7
	-46,5		12010	24310	9	6,81	14,2	8,28	13,6	9,75	12,2
					10	6,46	12,7	7,86	12,3	9,25	11,0
B.5											
R 2 Ø 14	89,9		56470		6	8,94	28,1	10,92	29,3	12,90	28,0
S Ø 8 a 30	26,5	91,3	13920	17750	7	8,28	24,1	10,11	25,1	11,95	24,1
T Ø 12 a 20	-97,3		57930	19700	8	7,74	21,1	9,45	22,0	11,17	21,0
	-47,1		14120	21660	9	7,30	18,8	8,92	19,6	10,53	18,6
					10	6,92	16,8	8,45	17,5	9,99	16,8
B.6											
R Ø 16+Ø 14	101,1		57070		6	9,48	34,6	11,64	38,2	13,80	38,1
S Ø 8 a 30	26,9	97,7	15770	18250	7	8,78	29,7	10,78	32,8	12,78	32,7
T Ø 8 a 15	-113,2		58770	19530	8	8,21	25,9	10,08	28,7	11,95	28,6
	-47,7		16130	20810	9	7,74	23,1	9,50	25,5	11,27	25,4
					10	7,34	20,7	9,01	22,9	10,69	22,9

REDISTRIBUTION DESIGN				CÁLCULO POR REDISTRIBUCIÓN							
Type of span	Values with load q_k			Tipo de tramo	Valores con carga q_k						
	Instantaneous stiffness	Length	Equivalent deflection		Rigidez Equivalente	Luz	Flecha Instantánea				
A Single span	K_a	l_a	w_a	A Aislado	K_a	l_a	w_a				
E External span	K_e	l_e	w_e	E Exterior	K_e	l_e	w_e				
I Internal span	K_i	l_i	w_i	I Interno	K_i	l_i	w_i				
	m_u m_f m'_u m'_f	v_u	K_I K_{II} K'_I K'_{II}	K_a K_e K_i	q_k	A l_a w_a	E l_e w_e	I l_i w_i			
	kNm/m	kN/m	kNm ² /m	kNm ² /m	kN/m ²	m mm	m mm	m mm			
B.1											
R 2 Ø 10	56,1	82,9	75360		6	7,06	4,2	8,75	4,7	10,44	4,7
S Ø 6 a 30	30,9		9950	46580	7	6,54	3,6	8,11	4,0	9,67	4,0
T Ø 8 a 15	-66,6		76540	51070	8	6,12	3,1	7,59	3,5	9,05	3,5
	-53,7		11440	55570	9	5,77	2,8	7,15	3,1	8,53	3,1
					10	5,47	2,5	6,78	2,8	8,09	2,8
B.2											
R Ø 12+Ø 10	66,1	87,5	75950		6	7,67	7,8	9,62	8,6	11,58	8,6
S Ø 6 a 20	31,3		11730	34850	7	7,10	6,6	8,91	7,4	10,72	7,4
T Ø 10 a 20	-84,5		77480	40300	8	6,64	5,8	8,33	6,5	10,02	6,4
	-54,4		14350	45750	9	6,26	5,2	7,85	5,7	9,45	5,7
					10	5,94	4,7	7,45	5,2	8,97	5,2
B.3											
R 2 Ø 12	77,8	88,7	76630		6	8,32	13,3	10,23	13,1	12,15	12,1
S Ø 6 a 20	31,6		13780	28240	7	7,70	11,4	9,47	11,2	11,24	10,3
T Ø 8 a 10	-88,0		78210	33930	8	7,20	9,9	8,86	9,8	10,51	9,0
	-54,7		14910	39620	9	6,79	8,8	8,35	8,7	9,91	8,0
					10	6,44	7,9	7,92	7,9	9,40	7,2
B.4											
R Ø 14+Ø 12	89,2	91,0	77320		6	8,90	19,1	10,84	18,3	12,77	16,4
S Ø 6 a 20	32,0		15900	25730	7	8,24	16,3	10,03	15,7	11,82	14,0
T Ø 10 a 15	-94,5		79020	30600	8	7,71	14,3	9,39	13,8	11,06	12,3
	-55,1		15980	35480	9	7,27	12,7	8,85	12,2	10,43	11,0
					10	6,90	11,5	8,40	11,0	9,90	9,9
B.5											
R 2 Ø 14	102,6	95,1	78080		6	9,55	26,2	11,68	27,2	13,81	25,9
S Ø 8 a 30	32,4		18270	24850	7	8,84	22,4	10,81	23,3	12,78	22,1
T Ø 12 a 20	-111,8		80170	27810	8	8,27	19,6	10,11	20,3	11,95	19,3
	-55,8		18810	30770	9	7,80	17,4	9,54	18,1	11,28	17,3
					10	7,40	15,7	9,05	16,3	10,70	15,5
B.6											
R Ø 16+Ø 14	115,4	101,5	78860		6	10,13	32,5	12,45	35,8	14,78	35,7
S Ø 8 a 30	32,9		20680	25330	7	9,38	27,9	11,53	30,8	13,68	30,6
T 2 Ø 8 a 15	-130,2		81290	27270	8	8,77	24,3	10,78	26,9	12,79	26,7
	-56,5		21560	29220	9	8,27	21,6	10,17	23,9	12,06	23,8
					10	7,85	19,5	9,65	21,6	11,45	21,4

11. USE OF THE CHART IN AN EXAMPLE

The **ribbed floors** of the storey plant of a housing building, represented in Figure 3, are being calculated in an example to facilitate the reader in the use of the Chart.

The **architect** has decided to design the building with reinforced concrete structure, with intense level of control of execution, $\gamma_f = 1,5$, and with ribbed floors with infilling mortar pieces, pavement of floor-tiles and plaster-cast pieces in the ceiling. The bow-window walls, leaning on the F.6 cantilever floor, will be composed of outer masonry leaf of 12 cm perforated brick, with mortar rendering in the back, isolating cavity, and inner leaf of 9 cm hollow-tile with plastering. Since the date of the casting of the ribbed floor, the forecast is: desmoulding in four weeks. Execution of partitions in five months. Execution of the pavement in seven months.

The **stages** of the calculation of the ribbed floors, using the Chart are:

1. **Choice of the depth, h .** In the most defavourable floor spans, with the factors of Table 2, is:

F.1	A	$l = 5,12 \text{ m}$	$h = 0,052 \times 512 = 27 \text{ cm}$
F.3	E	$l = 6,40 \text{ m}$	$h = 0,044 \times 640 = 28 \text{ cm}$
F.7	A, with 2 cantilevers.		Assimilated to F.3.
F.6	M	$l = 1,63 \text{ m}$	$h = 0,130 \times 163 = 21 \text{ cm}$

A depth of $h = 28 \text{ cm}$ is adopted (page 31).

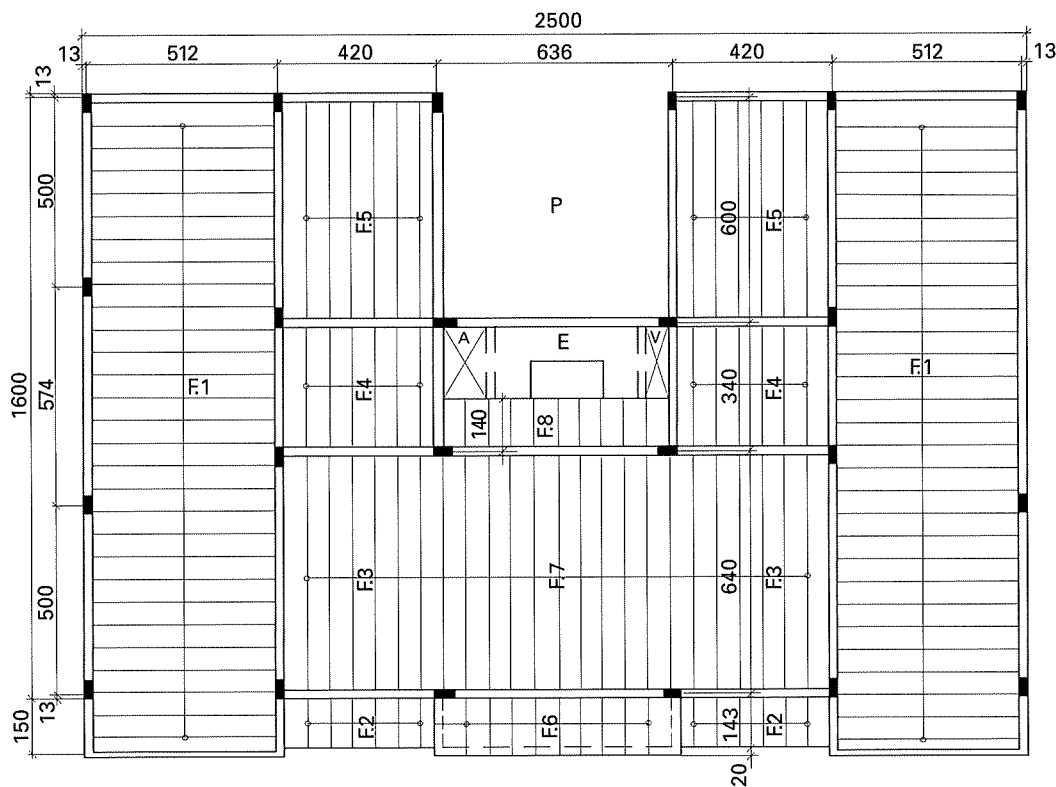


Fig. 3. Storey plant of a housing building
Scale 1/200

Fig. 3. Planta de pisos de un edificio de viviendas
Escala 1/200

11. USO DE LAS FICHAS EN UN EJEMPLO

Los **forjados** de la planta de pisos de un edificio de viviendas, que se representa en la Figura 3, van a calcularse como ejemplo para ayudar al lector en el uso de las Fichas.

El **arquitecto** ha decidido proyectar el edificio con estructura de hormigón armado, nivel de control de ejecución intenso, $\gamma_f = 1,5$, y con forjados nervados con entrevigado de piezas huecas de mortero, solado de baldosa y techo de placas de yeso. Los muros del mirador, que apoyan sobre el vuelo F.6 del forjado, serán de 12 cm de fábrica de ladrillo perforado visto, con enfoscado trasero, cámara aislante y trasdós de tabicón de 9 cm de ladrillo hueco con guarnecido de yeso. Desde la fecha del hormigonado del forjado se prevé: desencofrado a las cuatro semanas. Ejecución de la tabiquería a los cinco meses. Ejecución de solados a los siete meses.

Las **etapas** del cálculo de los forjados mediante la Ficha son:

1. **Elección del canto, h .** En los tramos más desfavorables, con los factores de la Tabla 2, es:

F.1 A $l = 5,12$ m $h = 0,052 \times 512 = 27$ cm

F.3 E $l = 6,40$ m $h = 0,044 \times 640 = 28$ cm

F.7 A, con dos vuelos. Puede asimilarse a F.3.

F.6 M $l = 1,63$ m $h = 0,130 \times 163 = 21$ cm

Se adopta el canto $h = 28$ cm (pág. 31)

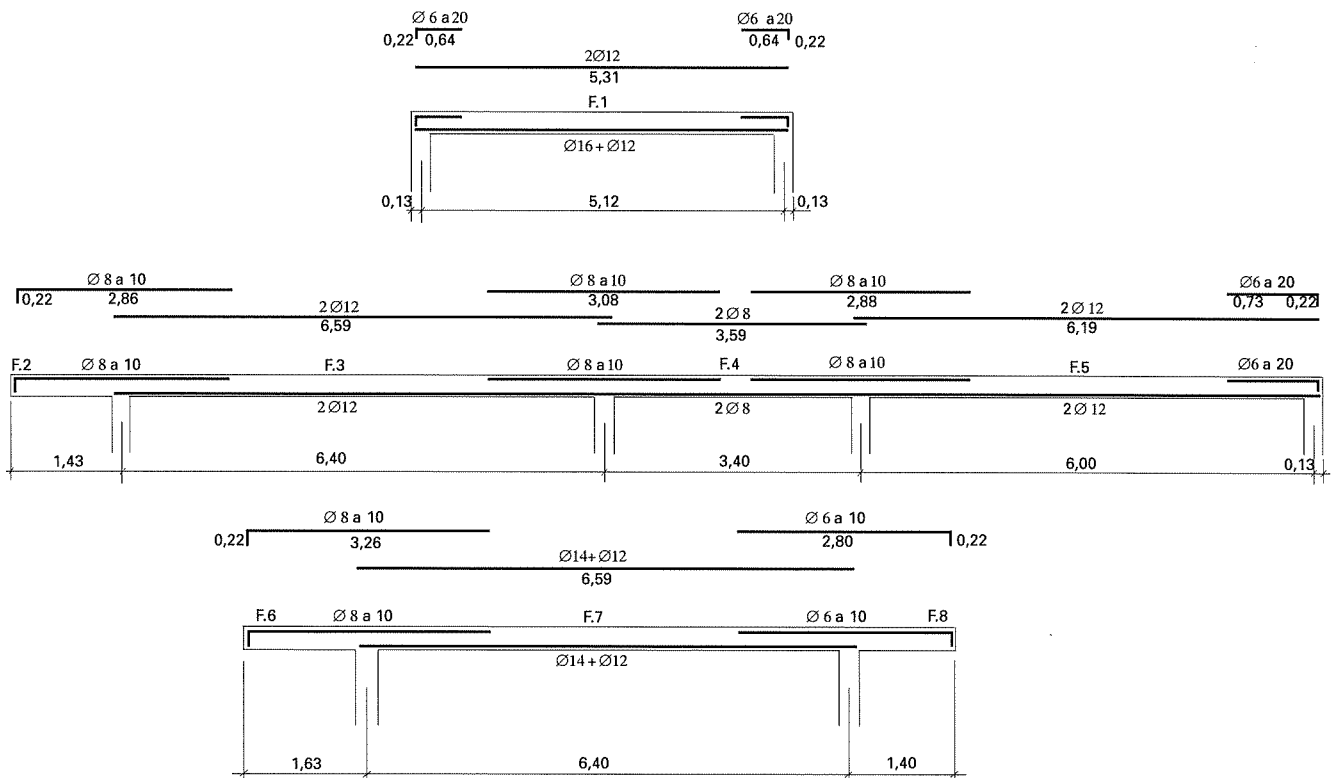


Fig. 4. Front of the floor ribs of the building of Fig. 3
Scale 1/200

Fig. 4. Alzados de los nervios de los forjados del edificio de la Fig.3
Escala 1/200

2. Determination of the loads. According to Norm AE 88, Loads in building ⁽¹⁾

The uniform distributed load is detailed in the following board:

Loads	kN/m ²	Ratio κ_j	t_j months	ζ_j
Concrete	2,40			
Infilling 0,23 x 0,8 x 500	0,90			
Floor	$q_1 = 3,30$	$\kappa_1 = 0,428$	1	$\zeta_1 = 2,30$
Partitions	$q_2 = 1,00$	$\kappa_2 = 0,130$	7	$\zeta_2 = 1,72$
Pavement an roofing	$q_3 = 1,40$	$\kappa_3 = 0,182$	9	$\zeta_3 = 1,67$
Live load	$q_4 = 2,00$	$\kappa_4 = 0,260$	18	$\zeta_4 = 1,50$
Characteristic load	$q_k = 7,70$	1,000		

Quasi-permanency factor of the live load, Table 6: $\psi_2 = 0,3$.

$$\psi_2 q_4 = 0,60 \quad \psi_2 \kappa_4 = 0,076$$

Quasipermanent load: $q'_k = q_1 + q_2 + q_3 + \psi_2 q_3 = 6,30 \text{ kN/m}^2$

Linear loads over the cantilever border:

$$\begin{array}{ll} \text{Balconies F.2} & Q_k = 2,0 \text{ kN/m} \\ \text{Bow-window F.4} & Q_k = 10,0 \text{ kN/m} \end{array}$$

3. Deferred effect factors. With the former board values:

$$\begin{aligned} \text{Total factor: } \zeta_{tot} &= \kappa_1 \zeta_1 + \kappa_2 \zeta_2 + \kappa_3 \zeta_3 + \kappa_4 (1 + (\zeta_4 - 1) \psi_2) = \\ &= 0,428 \times 2,30 + 0,130 \times 1,72 + 0,182 \times 1,67 + 0,260 (1 + 0,3 \times 0,50) = 1,81 \end{aligned}$$

being κ_j the ratio of the partial loads and ζ_j the factors of deferred effect, given before.

$$\begin{aligned} \text{Active factor: } \zeta_{act} &= (\kappa_1 + \kappa_2) (\zeta_2 - 1) + \kappa_3 \zeta_3 + \kappa_4 (1 + \psi_2 (\zeta_4 - 1)) = \\ &= 0,558 (1,72 - 1) + 0,182 \times 1,67 + 0,260 \times 2 (1 + 0,3 \times 0,50) = 1,01 \end{aligned}$$

4. Reinforcement and deflection of every span. With sheet F 28

F.1 Single span 5,12 m → **B.4** $\emptyset 6$ at 20 / 2 $\emptyset 12$ / $\emptyset 6$ at 20

$$\begin{aligned} w &= 11,00 \times (5,12 / 5,07)^4 (7,7 / 8,0) = 11,0 \text{ mm} \\ w_{tot} &= 1,81 \times 11,0 = 19,9 \text{ mm} \quad \text{adm. } 20,1 \\ w_{act} &= 1,01 \times 11,0 = 11,0 \text{ mm} \quad \text{adm. } 12,3 \end{aligned}$$

F.2 / F.3 / F.4 / F.5 Balcony / External span / Internal span / External span 1,43 / 6,40 / 3,40 / 6,00 m

F.2 $m_k = -0,5 \times 7,70 \times 1,43^2 - 2,0 \times 1,43 = 10,7 \text{ kNm/m}$

→ **B.1** $\emptyset 8$ at 10 /

F.3 → **B.4** / 2 $\emptyset 12$ / $\emptyset 8$ at 10

$$\begin{aligned} w &= 10,3 \times (6,40 / 6,32)^4 (7,7 / 8) = 10,4 \text{ mm} \\ w_{tot} &= 18,9 \text{ mm} \quad \text{adm. } 22,8 \text{ mm} \\ w_{act} &= 10,5 \text{ mm} \quad \text{adm. } 14,0 \text{ mm} \end{aligned}$$

F.4 → **B.1** / $\emptyset 8$ + $\emptyset 10$ /

F.5 → **B.4** $\emptyset 8$ at 10 / 2 $\emptyset 12$ / $\emptyset 6$ at 20

2. Determinación de las cargas. Según la norma AE 88, Acciones en edificación ⁽¹⁾

La carga uniforme se detalla en el cuadro:

Cargas	kN/m ²	Rateo κ_i	t_i meses	ζ_i
Hormigón	2,40			
Entrevigado 0,23 x 0,8 x 500	0,9,0			
Forjado	$q_1 = 3,30$	$\kappa_1 = 0,428$	1	$\zeta_1 = 2,30$
Tabiquería	$q_2 = 1,00$	$\kappa_2 = 0,130$	7	$\zeta_2 = 1,72$
Solado y techo	$q_3 = 1,40$	$\kappa_3 = 0,182$	9	$\zeta_3 = 1,67$
Sobrecarga de uso	$q_4 = 2,00$	$\kappa_4 = 0,260$	18	$\zeta_4 = 1,50$
Carga característica	$q_k = 7,70$	1,000		

Factor de cuasipermanencia de la sobrecarga de uso, Tabla 6: $\psi_2 = 0,3$.

$$\psi_2 q_4 = 0,60 \quad \psi_2 \kappa_4 = 0,076$$

Carga cuasipermanente: $q'_k = q_1 + q_2 + q_3 + \psi_2 q_4 = 6,30 \text{ kN/m}^2$

Cargas lineales en bordes de vuelo:

$$\begin{array}{ll} \text{Balcones F.2} & Q_k = 2,0 \text{ kN/m} \\ \text{Mirador F.4} & Q_k = 10,0 \text{ kN/m} \end{array}$$

3. Factores de efecto diferido. Con los valores del cuadro:

$$\begin{aligned} \text{Factor total: } \zeta_{tot} &= \kappa_1 \zeta_1 + \kappa_2 \zeta_2 + \kappa_3 \zeta_3 + \kappa_4 (1 + \psi_2 (\zeta_4 - 1)) = \\ &= 0,428 \times 2,30 + 0,130 \times 1,72 + 0,182 \times 1,67 + 0,260 (1 + 0,3 \times 0,50) = 1,81 \end{aligned}$$

siendo κ_i los rateos de las cargas parciales y ζ_i los factores de efecto diferido, dados antes.

$$\begin{aligned} \text{Factor activo: } \zeta_{act} &= (\kappa_1 + \kappa_2) (\zeta_2 + 1) + \kappa_3 \zeta_3 + \kappa_4 (1 + \psi_2 (\zeta_4 - 1)) = \\ &= 0,558 (1,72 - 1) + 0,182 \times 1,67 + 0,260 \times 2 (1 + 0,3 \times 0,50) = 1,01 \end{aligned}$$

4. Armadura y flechas de cada tramo. Con la ficha F 28

F.1 Aislado 5,12 m → **B.4** Ø 6 a 20 / 2 Ø 12 / Ø 6 a 20

$$w = 11,00 \times (5,12 / 5,07)^4 (7,7 / 8,0) = 11,0 \text{ mm}$$

$$w_{tot} = 1,81 \times 11,0 = 19,9 \text{ mm} \quad \text{adm. } 20,1$$

$$w_{act} = 1,01 \times 11,0 = 11,0 \text{ mm} \quad \text{adm. } 12,3$$

F.2 / F.3 / F.4 / F.5 Balcón / Externo / Interno / Externo 1,43 / 6,40 / 3,40 / 6,00 m

$$\text{F.2 } m_k = -0,5 \times 7,70 \times 1,43^2 - 2,0 \times 1,43 = 10,7 \text{ kNm/m}$$

$$\rightarrow \text{B.1} \quad \text{Ø 8 a 10 /}$$

F.3 → **B.4** / 2 Ø 12 / Ø 8 a 10

$$w = 10,3 \times (6,40 / 6,32)^4 (7,7 / 8) = 10,4 \text{ mm}$$

$$w_{tot} = 18,9 \text{ mm} \quad \text{adm. } 22,8 \text{ mm}$$

$$w_{act} = 10,5 \text{ mm} \quad \text{adm. } 14,0 \text{ mm}$$

F.4 → **B.1** / Ø 8 + Ø 10 /

F.5 → **B.4** Ø 8 a 10 / 2 Ø 12 / Ø 6 a 20

F.6 / F.7 / F.8	Bow-window/Single span/Cantilever			1,63 / 6,40 / 1,40	
	Moments in kNm/m	m_k	m_d		v_d , kN/m
F.6 total	$-0,5 \times 7,70 \times 1,63^2 - 10,0 \times 1,53 =$	-25,6	-38,3	$1,5 (10,0 + 7,70 \times 1,63) = 33,8$	$< v_u = 72,3$
quasiperm	$-0,5 \times 6,30 \times 1,63^2 - 10,0 \times 1,53 =$	-23,7			
	→ B.4 Ø 8 at 10 /				
F.8 total	$-0,5 \times 7,70 \times 1,40^2 - 2,0 \times 1,40 =$	-10,6	-15,9		
quasiperm	$-0,5 \times 6,30 \times 1,40^2 =$	-6,2			
	→ B.1 / Ø 6 at 10				
F.7 isostatic	$0,125 \times 7,70 \times 6,40^2 = 39,4$	59,1		$1,5 \times 0,5 \times 7,70 \times 6,40 = 59,1$	$< v_u = 71,9$
	$(-23,7 - 6,2) / 2 = -15,0$	-15,0			
		24,4	44,1		

→ **B.5 / Ø14 + Ø12**

$$m_f = 13,8 \text{ kNm/m} \quad \psi = (13,8 \times 1,5 / 24,4)^3 = 0,18 \quad 1 - \eta = 0,82$$

$$\text{Equivalent stiffness } K = 0,18 \times 20\,350 + 0,82 \times 4\,460 = 7\,230 \text{ kNm}^2/\text{m}$$

$$w_i = (0,1042 \times 39,4 + 0,0625 (-23,7 - 6,2)) \times 6,40^2 / 7\,230 = 0,0125 \text{ m} = 12,5 \text{ mm}$$

$$w_{tot} = 22,7 \text{ mm} \quad \text{adm. } 22,8 \text{ mm}$$

$$w_{act} = 12,6 \text{ mm} \quad \text{adm. } 14,0 \text{ mm}$$

The ribbed floor reinforcement is represented in Fig.4.

F.6 / F.7 / F.8	Mirador/Aislado/Vuelo			1,63 / 6,40 / 1,40	
	Momentos en kNm/m	m_k	m_d		v_d , kN/m
F.6 total	$-0,5 \times 7,70 \times 1,63^2 - 10,0 \times 1,53 =$	-25,6	-38,3	1,5 (10,0 + 7,70 x 1,63) = 33,8	$< v_u = 72,3$
quasiperm	$-0,5 \times 6,30 \times 1,63^2 - 10,0 \times 1,53 =$	-23,7			
	→ B.4 Ø 8 at 10 /				
F.8 total	$-0,5 \times 7,70 \times 1,40^2 - 2,0 \times 1,40 =$	-10,6	-15,9		
quasiperm	$-0,5 \times 6,30 \times 1,40^2 =$	-6,2			
	→ B.1 / Ø 6 at 10				
F.7 isostático	$0,125 \times 7,70 \times 6,40^2 = 39,4$	59,1		1,5 x 0,5 x 7,70 x 6,40 = 59,1	$< v_u = 71,9$
	$(-23,7 - 6,2) / 2 =$	$\frac{-15,0}{24,4}$	$\frac{-15,0}{44,1}$		
	→ B.5 / Ø14 + Ø12				

$$m_f = 13,8 \text{ kNm/m} \quad \psi = (13,8 \times 1,5 / 24,4)^3 = 0,18 \quad 1 - \eta = 0,82$$

$$\text{Rigidez equivalente} \quad K = 0,18 \times 20\,350 + 0,82 \times 4\,460 = 7\,230 \text{ kNm}^2/\text{m}$$

$$w_j = (0,1042 \times 39,4 + 0,0625 (-23,7 - 6,2)) \times 6,40^2 / 7\,230 = 0,0125 \text{ m} = 12,5 \text{ mm}$$

$$w_{tot} = 22,7 \text{ mm} \quad \text{adm. } 22,8 \text{ mm}$$

$$w_{act} = 12,6 \text{ mm} \quad \text{adm. } 14,0 \text{ mm}$$

Las armaduras de los forjados se han representado en la Fig.4.

12. SYMBOLS

Symbol	Unit	Concept. Article in which appears first time
a	cm	Width of an infilling block (2)
A	cm ²	Area of a cross-section (2)
A_l	cm ² /m	——, of the main reinforcement of a ribbed floor (3)
A_s	cm ² /m	——, of the bottom reinforcement of a ribbed floor (2)
A'_s	cm ² /m	——, of the top reinforcement of a ribbed floor, in an internal support (2)
A''_s	cm ² /m	——, of the top reinforcement of a ribbed floor, in an external support (2)
A_t	cm ² /m	——, of the transversal reinforcement of a welded distribution fabric (3)
A_h	cm ² /m	——, of the homogenized cross-section of a ribbed floor, in the centre of the span (4)
A'_h	cm ² /m	——, of the homogenized cross-section of a ribbed floor, on the support (4)
b	cm	Width of a rib of the floor (2)
b_0	cm/m	Unitary width of the ribs of a floor ($b_0 = b/s$) (3)
c	cm	Covering of a bar. (Minimum distance from its perimeter to the border fibre of the floor) (3)
d	cm	Effective width of the floor, in positive bending ($d = h - d_0$) (3)
d'	cm	——, in negative bending ($d = h - d'_0$) (3)
d_0	cm	Deviation, of the bottom reinforcement ($d = c + 0,5 d_0$) (3)
d'_0	cm	——, of the top reinforcement ($d' = c + 0,5 d'_0$) (3)
d_s	cm	Diameter of a bottom reinforcement bar (3)
d'_s	cm	——, of a top reinforcement bar (3)
e	cm	Thickness of the top concrete slab of a ribbed floor (2)
E_c	kN/mm ²	Modulus of elasticity of concrete (2)
E_s	kN/mm ²	Modulus of elasticity of steel (2)
f	cm	Depth of an infilling block (2)
f_{cd}	N/mm ²	Design compression strength of concrete ($f_{cd} = f_{ck} / \gamma_f$) (2)
f_{cf}	N/mm ²	Characteristic tension in flexure strength of concrete (2)
f_{ck}	N/mm ²	Characteristic compression strength of concrete (2)
$f_{ct,m}$	N/mm ²	Medium tensile strength of a concrete (5)
f_{cv}	N/mm ²	Virtual shear strength of concrete (2)
f_{α}	N/mm ²	Resistance in design diagram of concrete ($f_{\alpha} = \alpha f_{ck}$, with $\alpha = 0,85$ in EHE) (2)
f_{sd}	N/mm ²	Design strength of steel (2)
f_{sy}	N/mm ²	Characteristic yield strength of steel (2)
g	kN/m ²	Self-weight of a floor (7)
g_p	kN/m ²	Pavement load on a floor (7)
g_t	kN/m ²	Partitions load on a floor (7)
h	cm	Depth of a floor ($h = e + f$) (2)
I''_c	cm ⁴ /m	Moment of inertia, of the homogenized cross-section, referred to the bottom fibre (4)
I_h	cm ⁴ /m	——, of the homogenized cross-section of a ribbed floor, referred to the baricentre (4)
I''_h	cm ⁴ /m	——, of the homogenized cross-section of a ribbed floor, referred to the bottom fibre (4)
K_a	kNm ² /m	Equivalent stiffness, of a single span floor (5)
K_e	kNm ² /m	——, of an external span (5)
K_i	kNm ² /m	——, of an internal span (5)
K_1	kNm ² /m	Uncracked stiffness, of the cross-section of a ribbed floor in the centre of the span ($K_1 = I_h E_c$) (1)
K'_1	kNm ² /m	——, of the cross-section of a ribbed floor over the support ($K'_1 = I'_h E_c$) (1)
K_{II}	kNm ² /m	Cracked stiffness, of the cross-section of a ribbed floor in the centre of the span (1)
K'_{II}	kNm ² /m	——, of the cross-section of a ribbed floor over the support (1)
l	cm	Length of a ribbed floor span (between axis of supports) (2)
m_a	kNm/m	Bending moment of 0,3 mm cracks, per m, in positive bending (1)
m'_a	kNm/m	——, in negative bending (1)
m_f	kNm/m	Cracking bending moment, per m, in positive bending (1)
m'_f	kNm/m	——, in negative bending (1)
m_k	kNm/m	Isostatic bending moment (5)
m_u	kNm/m	Ultimate bending moment, per m, in positive bending (1)
m'_u	kNm/m	——, in negative bending (1)
n	——	Equivalence coefficient ($n = E_s / E_c$) (4)
q_k	kN/m ²	Characteristic load on a ribbed floor (1)
q_s	kN/m ²	Live load on a ribbed floor (7)

12. NOTACIONES

Símbolo	Unidad	Concepto. Epígrafe en que aparece por primera vez
a	cm	Ancho de una pieza de entrevigado (2)
A	cm ²	Area de una sección (2)
A_l	cm ² /m	—, de la armadura longitudinal de una malla (2)
A_s	cm ² /m	—, de la armadura inferior de un forjado (2)
A'_s	cm ² /m	—, de la armadura superior de un forjado, en apoyo interno (2)
A''_s	cm ² /m	—, de la armadura superior de un forjado, en apoyo externo (2)
A_t	cm ² /m	—, de la armadura transversal de una malla (2)
A_h	cm ² /m	—, de la sección homogeneizada de un forjado, en el vano (4)
A'_h	cm ² /m	—, de la sección homogeneizada de un forjado, en el apoyo (4)
b	cm	Ancho de un nervio del forjado (2)
b_0	cm/m	Ancho unitario de nervios de forjado ($b_0 = b/s$) (3)
c	cm	Recubrimiento de una barra. (Mínima dist. de su perímetro al borde exterior del forjado) (3)
d	cm	Canto útil del forjado, en flexión positiva ($d = h - d_0$) (3)
d'	cm	—, en flexión negativa ($d = h - d'_0$) (3)
d_0	cm	Desvío, de la armadura inferior ($d = c + 0,5 d_0$) (3)
d'_0	cm	—, de la armadura superior ($d' = c + 0,5 d'_0$) (3)
d_s	cm	Diámetro de una barra de armadura inferior (3)
d'_s	cm	—, de armadura superior (3)
e	cm	Espesor de la losa superior de hormigón del forjado (2)
E_c	kN/mm ²	Módulo de deformación de un hormigón (2)
E_s	kN/mm ²	Módulo de elasticidad de un acero (2)
f	cm	Altura de una pieza de entrevigado (2)
f_{cd}	N/mm ²	Resistencia de cálculo a compresión de un hormigón ($f_{cd} = f_{ck} / \gamma_f$) (2)
f_{cf}	N/mm ²	—, característica a flexotracción de un hormigón (4)
f_{ck}	N/mm ²	—, de proyecto de un hormigón (resistencia característica a compresión) (2)
$f_{ct,m}$	N/mm ²	—, media a tracción del hormigón (5)
f_{cv}	N/mm ²	—, virtual a corte de un hormigón (2)
f_{ca}	N/mm ²	—, en diagrama de cálculo de un hormigón ($f_{ca} = \alpha f_{ck}$, con $\alpha=0,85$ en EHE) (2)
f_{sd}	N/mm ²	—, de cálculo de un acero (2)
f_{sy}	N/mm ²	Límite elástico de proyecto de un acero (2)
g	kN/m ²	Peso propio del forjado (7)
g_p	kN/m ²	—, del pavimento (7)
g_t	kN/m ²	—, de la tabiquería (7)
h	cm	Canto de un forjado ($h = e + f$) (2)
I''_c	cm ⁴ /m	Momento de inercia, de la sección de hormigón de un forjado, respecto al borde inferior (4)
I_h	cm ⁴ /m	—, de la sección homogeneizada de un forjado, respecto al baricentro (4)
I''_h	cm ⁴ /m	—, de la sección homogeneizada de un forjado, respecto al borde inferior (4)
K_a	kNm ² /m	Rigidez equivalente, de un tramo aislado (5)
K_e	kNm ² /m	—, de un tramo externo (5)
K_i	kNm ² /m	—, de un tramo interno (5)
K_l	kNm ² /m	Rigidez entera, de la sección en vano de un forjado ($K_l = I_h E_c$) (1)
K'_l	kNm ² /m	—, de la sección en apoyo de un forjado ($K'_l = I'_h E_c$) (1)
K_{ll}	kNm ² /m	Rigidez fisurada, de la sección en vano de un forjado (1)
K'_{ll}	kNm ² /m	—, de la sección en apoyo de un forjado (1)
l	cm	Luz de un tramo de forjado (entre ejes de apoyos) (2)
m_a	kNm/m	Momento flector de fisura 0,2 mm, por m, en flexión positiva (1)
m'_a	kNm/m	—, en flexión negativa (1)
m_f	kNm/m	Momento flector de fisuración, por m, en flexión positiva (1)
m'_f	kNm/m	—, en flexión negativa (1)
m_u	kNm/m	Momento flector último, por m, en flexión positiva (1)
m'_u	kNm/m	—, en flexión negativa (1)
m_k	kNm/m	Momento flector isostático (5)
n	—	Coefficiente de equivalencia ($n = E_s / E_c$) (4)
q_k	kN/m ²	Carga característica sobre un forjado (1)
q_s	kN/m ²	Sobrecarga de uso (7)

s	cm	Distance between axis of ribs (2)
s_a	cm	——, between bars (4)
s_m	cm	Average distance between cracks in positive bending (4)
s'_m	cm	——, in negative bending (4)
S''_c	cm ³ /m	Static moment, per m, of the concrete cross-section referred to the bottom fibre (4)
t_j	mes	Interval of time from the floor casting to the execution of the element j (5)
t_1	mes	Interval of time till the floor is uncast (7)
t_2	mes	——, till the execution of partitions (7)
t_3	mes	——, till the execution of pavement and ceiling (7)
t_4	mes	——, till the end of the works (7)
x	cm	Distance from the neutral line, in positive bending, to the limit of compressed concrete (3)
x'	cm	——, in negative bending, to the limit of compressed concrete (3)
U	kN/m	Ultimate normal force of the bottom reinforcement (3)
U'	kN/m	——, of the top reinforcement (3)
u	cm	Depth of the compression force U , in positive bending (3)
u'	cm	Depth of the compression force U' , in negative bending (3)
v	kN/m	Compression force, of concrete, in positive bending (3)
v'	kN/m	——, both of concrete and steel, in negative bending (3)
v_u	kN/m	Resistant shear force, per m ($v_u = v_{ut} < v_{uc}$) (3)
v_{uc}	kN/m	——, due to the oblique compression of the concrete of the rib(3)
v_{ut}	kN/m	——, due to the oblique tension of the concrete of the rib (3)
w_{act}	mm	Active deflection (8)
w_{ins}	mm	Instantaneous deflection (8)
w_{total}	mm	Total deflection (8)
w_k	mm	Characteristic width of cracks (4)
z	cm	Lever arm, in positive bending (3)
z'	cm	Lever arm, in negative bending (3)
z''_h	cm	Distance to the homogenized floor cross-section baricentre from the floor bottom fibre. (4)
α	—	Resistance reduction factor in the compression diagram (In EHE: $\alpha = 0,85$) (2)
β	—	Cracking factor, function of the minimum dimension of an element (4)
χ	—	Unitary depth of the compression force ($\chi = u/d$) (3)
γ_c	—	Partial safety factor, for concrete (2)
γ_f	—	——, for actions (2)
γ_s	—	——, for steel (2)
ε	—	Strain (unitary deflection) (2)
ε_c	—	Concrete strain, in positive bending (2)
ε_s	—	Steel strain, in positive bending (2)
ε'_s	—	——, in negative bending (2)
ε_{sm}	—	Average strain of the reinforcement, considering concrete contribution (4)
η	—	Equivalence factor (2)
κ_1	—	Ratio, of the self-weight (7)
κ_2	—	——, of the partitions (7)
κ_3	—	——, of pavement and ceiling (7)
κ_4	—	——, of the live load (7)
θ	—	Concrete relative strain ($\theta = l\varepsilon_c / 0,002$) (3)
σ_c	N/mm ²	Concrete tension (3)
σ_s	N/mm ²	Reinforcement tension (3)
ν	—	Unitary bending force ($\nu = U/d f_{\alpha\alpha}$) (3)
ξ	—	Unitary depth of the neutral line ($\xi = x/d$) (3)
ξ_c	—	Factor for the influence of the depth in the shear force (3)
ψ_0	—	Factor of combination (8)
ψ_1	—	——, of frequency (8)
ψ_2	—	——, of quasipermanence (8)
ζ	—	Factor, of flexural strength (4)
ζ_{act}	—	Factor, of the active deflection (8)
ζ_c	—	——, of the influence of de la cuantía in the shear force (3)
ζ_{tot}	—	——, of the total deflection (8)
ζ_j	—	——, of the defferred efect of the partial load j (7)
ζ_1	—	——, of the self-weight (7)
ζ_2	—	——, of the partitions (7)
ζ_3	—	——, of the pavement and ceiling (7)
ζ_4	—	——, of the use live load (7)

s	cm	Separación entre ejes de nervios de un forjado (2)
s_a	cm	—, entre barras (4)
s_m	cm	—, media entre fisuras en flexión positiva (4)
s'_m	cm	—, media entre fisuras, en flexión negativa (4)
S''_c	cm ³ /m	Momento estático, por m, de la sección de hormigón respecto al borde inferior (4)
t_j	mes	Lapso desde el hormigonado de un forjado a la ejecución del elemento j (5)
t_1	mes	Lapso hasta, el desencofrado del forjado (7)
t_2	mes	—, la ejecución de la tabiquería (7)
t_3	mes	—, hasta la ejecución de solado y techo (7)
t_4	mes	—, la terminación de la obra (7)
x	cm	Distancia de la línea neutra, en flexión positiva, al borde de hormigón comprimido (3)
x'	cm	—, en flexión negativa, al borde de hormigón comprimido (3)
U	kN/m	Esfuerzo normal último, de la armadura inferior (3)
U'	kN/m	—, de la armadura superior (3)
u	cm	Profundidad del esfuerzo de compresión U , en flexión positiva (3)
u'	cm	Altura del esfuerzo de compresión U' , en flexión negativa (3)
v	kN/m	Esfuerzo de compresión, del hormigón, en flexión positiva (3)
v'	kN/m	—, conjunto del hormigón y la armadura, en flexión negativa (3)
v_u	kN/m	Esfuerzo cortante último, por m ($v_u = v_{ut} < v_{uc}$) (3)
v_{uc}	kN/m	—, por compresión oblicua del hormigón del nervio (3)
v_{ut}	kN/m	—, por tracción oblicua del hormigón del nervio (3)
w_{act}	mm	Flecha, activa (8)
w_{ins}	mm	—, instantánea (8)
w_{total}	mm	—, total (8)
w_k	mm	Anchura característica de fisuras (4)
z	cm	Brazo de palanca en flexión positiva (3)
z'	cm	Brazo de palanca en flexión negativa (3)
z''_h	cm	Distancia al baricentro de la sección homogeneizada de un forjado al borde inferior (4)
α	—	Factor reductor de la resistencia en el diagrama de compresión (En EHE: $\alpha = 0,85$) (2)
β	—	Factor de fisuración función de la dimensión mínima de una pieza (4)
χ	—	Profundidad unitaria del esfuerzo de compresión ($c = u/d$) (3)
γ_c	—	Coefficiente parcial de seguridad del hormigón (2)
γ_f	—	—, de acciones (1)
γ_s	—	—, del acero (2)
ϵ	—	Dilatación (deformación unitaria) (2)
ϵ_c	—	Dilatación del hormigón, en flexión positiva (2)
ϵ_s	—	Dilatación del acero, en flexión positiva (2)
ϵ'_s	—	—, en flexión negativa (3)
ϵ_{sm}	—	Dilatación media de la armadura, considerando la contribución del hormigón (4)
η	—	—, de canto (2)
κ_1	—	Rateo, del peso propio (7)
κ_2	—	—, de la tabiquería (7)
κ_3	—	—, del pavimento y techo (7)
κ_4	—	—, de la sobrecarga de uso (7)
θ	—	Dilatación relativa del hormigón ($\theta = \epsilon_c / 0,002$) (3)
σ_c	N/mm ²	Tensión en el hormigón (3)
σ_s	N/mm ²	Tensión en la armadura (3)
ν	—	Esfuerzo unitario en flexión ($\nu = U/d f_{c\alpha}$) (3)
ξ	—	Profundidad unitaria de la línea neutra ($\xi = x/d$) (3)
ξ_c	—	Factor de influencia del canto en el esfuerzo cortante (3)
ψ_0	—	Factor de combinación (8)
ψ_1	—	—, de frecuencia (8)0
ψ_2	—	—, de cuasipermanencia (8)
ζ	—	Factor, de resistencia a flexotracción (4)
ζ_{act}	—	Factor de la flecha activa (8)
ζ_c	—	—, de influencia de la cuantía en el esfuerzo cortante (3)
ζ_{tot}	—	—, de la flecha total (8)
ζ_j	—	—, de efecto diferido de la carga parcial j (7)
ζ_1	—	—, del peso propio (7)
ζ_2	—	—, de la tabiquería (7)
ζ_3	—	—, del solado y techo (7)
ζ_4	—	—, de la sobrecarga de uso (7)

13. REFERENCES

- (1) **Norm AE 88.** Actions in building.
Royal Decree 1370/1988. B.O.E. 1988.11.19, Madrid.
- (2) **Code EHE.** Structural Concrete.
Royal Decree 2661/1991. B.O.E. 1999.01.13, Madrid.
- (3) **Code EF 96.** Unidirectional reinforced or prestressed concrete floors
Royal Decree 2608/1991. B.O.E. 1991.07.03, Madrid.
- (4) **UNE ENV 1992-1-1. Eurocode 2.** Part 1-1. "Design of concrete structures.
General rules and building rules". AENOR, Madrid, 1993.
- (5) **UNE ENV 1991-1, Eurocode 1.** "Bases for the design and actions on structures".
AENOR, 1997, Madrid.
- (6) **Norm CT 79.** "Thermal Conditions in buildings"
Royal Decree 2429/1979 B.O.E. 1991.03.08. Madrid.
- (7) **Norm CPI 96.** "Fire-resistant Conditions in buildings".
Royal Decree 2177/1996, B.O.E. 1996.10.29, Madrid.
- (8) **Norma CA 88.** "Acoustic Conditions in buildings".
Royal Decrees 1909/1981 y 2115/1982, B.O.E. 1981.09.07 y 1982.10.07, Madrid.
- (9) **Royal Decree 1630/1980.** "Fabrication and use of the resistant elements for floors and roofs".
B.O.E. 1980.08.08, Madrid.
- (10) **Orden M.O.P.U. on 1989.11.29.** "Models for the technical charts referred in the Decree 1630/1980".
B.O.E. 1989.12.16. Madrid.
- (11) **Resolution of D.G.V.A.U. on 1997.01.30.** "Modification of the charts of a reinforced concrete floor"
- (12) **Lahuerta, J. A.** "How to calculate concrete floor ribs"
Revista Arquitectura, C.O.A.M., Madrid, 1959.
- (13) **Amat, J., Trepas, F.X.** "Building materials data bases"
Hormigón y Acero, nº 199. Madrid, 1996.
- (14) **Calavera, J.** Reckoning, execution and pathology of concrete floors in building. 4th edition
INTEMAC, 1988, Madrid.
- (15) **Lahuerta, J.A.** Reckoning floors by the plastic joists method.
Colegio de Arquitectos, Bilbao, 1967.
- (16) **Lahuerta J.A., Sanz C.** "Technical Chart of a reinforced concrete ribbed floor"
Hormigón y acero nº 204, 1997, Madrid.
- (17) **Lahuerta J.A.** "The architect and the floors in a building"
Revista de edificación, nº 13, Pamplona, 1993.
- (18) **Norm UNE 4003-62.** "Normal Numbers".
IRATRA, Madrid, 1962.
- (19) **Model Code CEB-FIP-1990 for concrete structures.**
Comité Euro-International du Béton, Lausanne, 1991.
- (20) **Beeby, A.W.** 4.3 Serviceability Limit States, on Textbook Structural Concrete
Federation Internationale du beton (FIB). Bulletin nº 2. Lausanne, 1999.
- (21) **Calavera, J., García Dutari, L.** Reckoning
INTEMAC, 1992, Madrid. Concrete structures deflections.

13. BIBLIOGRAFÍA

- (1) **Norma AE 88.** Acciones en edificación.
Real Decreto 1370/1988. B.O.E. 1988.11.19, Madrid.
- (2) **Instrucción EHE.** Hormigón estructural.
Real Decreto 2661/1991. B.O.E. 1999.01.13, Madrid.
- (3) **Instrucción EF 96.** Forjados unidireccionales de hormigó armado y pretensado
Real Decreto 2608/1991. B.O.E. 1991.07.03, Madrid.
- (4) **UNE ENV 1992-1-1. Eurocódigo 2.** Parte 1-1. "Proyecto de estructuras de hormigón.
Reglas generales y reglas para edificación". AENOR, Madrid, 1993.
- (5) **UNE ENV 1991-1, Eurocódigo 1.** "Bases de proyecto y acciones en las estructuras".
AENOR, 1997, Madrid.
- (6) **Norma CT 79.** "Condiciones Térmicas en los edificios"
Real Decreto 2429/1979 B.O.E. 1991.03.08. Madrid.
- (7) **Norma CPI 96.** "Condiciones de protección contra incendios en los edificios".
Real Decreto 2177/1996, B.O.E. 1996.10.29, Madrid.
- (8) **Norma CA 88.** "Condiciones acústicas en los edificios".
Reales Decretos 1909/1981 y 2115/1982, B.O.E. 1981.09.07 y 1982.10.07, Madrid.
- (9) **Real Decreto 1630/1980.** "Fabricación y empleo de elementos resistentes para pisos y cubiertas".
B.O.E. 1980.08.08, Madrid.
- (10) **Orden M.O.P.U. de 1989.11.29.** Modelos de fichas técnicas a que se refiere el Decreto 1630/1980.
B.O.E. 1989.12.16. Madrid.
- (11) **Resolución D.G.V.A.U. de 1997.01.30.** Actualización de las fichas de un forjado nervado de hormigón armado.
B.O.E. 1997.03.06. Madrid.
- (12) **Lahuerta, J. A.** "Cómo calcular las viguetas de hormigón"
Revista Arquitectura, C.O.A.M., Madrid, 1959.
- (13) **Amat, J., Trepal, F.X.** "Bases de datos de materiales de construcción".
Hormigón y Acero, nº 199. Madrid, 1996.
- (14) **Calavera, J.** Cálculo, construcción y patología de forjados de edificación. 4ª edición
INTEMAC, 1988, Madrid.
- (15) **Lahuerta, J.A.** Cálculo de los forjados por el método de las rótulas plásticas.
Colegio de Arquitectos, Bilbao, 1967.
- (16) **Lahuerta J.A., Sanz C.** "Ficha de características técnicas de un forjado nervado de hormigón armado".
Hormigón y acero nº 204, 1997, Madrid.
- (17) **Lahuerta J.A.** "El Arquitecto y los forjados de los edificios"
Revista de edificación, nº 13, Pamplona, 1993.
- (18) **Norm UNE 4003-62.** "Normal Numbers".
IRATRA, Madrid, 1962.
- (19) **Código Modelo CEB-FIP-1990 para estructuras de hormigón.**
Comité Euro-International du Béton, Lausanne, 1991.
- (20) **Beeby, A.W.** 4.3 Serviceability Limit States, on Textbook Structural Concrete
Federation Internationale du beton (FIB). Bulletin nº 2. Lausanne, 1999.
- (21) **Calavera, J., García Dutari, L.** Cálculo de flechas en estructuras de hormigón armado.
INTEMAC, 1992, Madrid.

Relación de Personal Titulado de INTEMAC

Arquitectos

Fernández Sáez, Ana María
Gil Vargas, Eduvigis
Jalvo García, Jaime
López-Nava Muñoz, Alberto Ignacio
Luzón Cánovas, José M^a

Ingenieros de Caminos

Baena Alonso, Eva
Barrios Corpa, Roberto
Calavera Ruiz, José
Carpintero García, Ismael
Castillo Fernández, Luis Javier
Cortés Bretón, Juan María
Corral Folgado, Claudio
Díaz Lozano, Justo
Fernández Gómez, Jaime Antonio
Garay Sánchez, Raúl
Garrido Baró, Juan Carlos
González González, Juan José
González Valle, Enrique
Hostalet Alba, Francisco
Izquierdo Bernaldo de Quirós, José M^a
Jiménez Ortiz, Gonzalo
Ley Urzaiz, Jorge
Martín Gil, Diego
Recio Cañadas, Alba
Rodríguez Escribano, Raul Rubén
Rodríguez Romero, Jesús M^a
Sanz Pérez, Lorenzo
Sirvent Sirvent, Enrique
Tapia Menéndez, José
Torre Cobo, María Carmen

Ingenieros I.C.A.I.

Marín Estévez, Gonzalo
Escarpizo-Lorenzana Martínez, Jorge

Ingenieros Industriales

Alvarez Cabal, Ramón Amado
Arroyo Arroyo, José Ramón
Durán Boldova, José Miguel
Estrada Gómez, Rafael
Santos Olalla, Francisco
Valenciano Carles, Federico

Ingeniero de Minas

Ramos Sánchez, Adelina

Dra. en Ciencias Físicas

Tejedor Miralles, Beatriz

Licenciados en Ciencias Geológicas

Blanco Zorroza, Alberto
Clapés Carreras, Santiago
Orejas Contreras, M^a Carmen

Licenciados en Ciencias Químicas

Grandes Velasco, Sylvia María
López Sánchez, Pedro
Morgado Sánchez, José Carlos

Dra. en Geografía e Historia

Calavera Vayá, Ana María

Licenciado en Derecho

Jarillo Cerrato, Pedro

Arquitectos Técnicos

Carrato Moñino, Rosa M^a
Fernández Jiménez, Amelia
Martínez Pérez, Inmaculada
Miranda Valdés, Javier
Molina Jurado, David
Montaña del Hoyo, Noelia
Montejano Jiménez, María del Carmen
Muñoz Mesto, Angel
Villacián Fernández, Aránzazu

Ingenieros Técnicos Industriales

Díaz-Trechuelo Laffón, Antonio
González Carmona, Manuel
Madueño Moraño, Antonio
Muñoz Fuentes, Miguel Angel

Ingenieros Técnicos Obras Públicas

Carrero Crespo, Rafael
Galán de Cáceres, M^a del Puerto
García Menéndez, David
González Isabel, Germán
González Nuño, Luis
Mata Soriano, Juan Carlos
Molina Collell, Blas
Montiel Sánchez, Ernesto
Muñoz Mesto, Angel
Romero Taboada, José Vicente
Rosa Moreno, José Andrés
Rozas Hernando, José Juan
Sánchez Vicente, Andrés
Vicente Girón, Susana

Ingenieros Técnicos Topógrafos

Barragán Bermejo, M^a Vicenta
Molero Vicente, M^a Isabel
Salado Rodilla, Rafael

Profesores Mercantiles

González Alvarez, Vicente
Sampedro Portas, Arturo

Técnico en Administración de Empresas

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

Técnico en Informática

García Rodríguez, Juan Tomás

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 2000: 3300 pta.



ULTIMOS TITULOS PUBLICADOS

Cuaderno Nº 36
"Juntas y armaduras de retracción y temperatura en canales de hormigón".
Autor: **J. CALAVERA RUIZ**,
Dr. Ing. de Caminos.

Cuaderno Nº 37
"Ficha técnica de un forjado nervado de hormigón armado".
Autores: **J. A. LAHUERTA VARGAS**,
Dr. Arquitecto.
C. SANZ LARREA,
Dr. Arquitecto.

CUADERNOS DE PROXIMA APARICION

Cuaderno Nº 38
"Patología de instalaciones de edificación".
Autores: **F. VALENCIANO CARLES**,
Ing. Industrial.

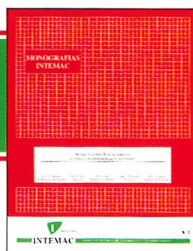
Cuaderno Nº 39
"Influencia del tipo de acero en la capacidad de redistribución en losas de hormigón armado".
Autores: **H. ORTEGA VALENCIA**,
Dr. Ing. de Caminos.
J. CALAVERA RUIZ,
Dr. Ing. de Caminos.

MONOGRAFIAS 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 2 AGOTADO
"Puntos críticos en la impermeabilidad de azoteas y fachadas".
Autores: **J. Jordán de Urríes, J. Jalvo, J. M. Luzón y A. Muñoz Mesto**
Precio de la Monografía 3.200 Ptas.

MONOGRAFÍA INTEMAC Nº 3
"Aspectos visuales del hormigón".
Autores: **Prof. J. Calavera Ruiz, Prof. J. Fernández Gómez, G. González Isabel, P. López Sánchez, Prof. J. M. Pérez Lucardo**
Precio de la Monografía 5.000 Ptas.



VIDEOS TECNICOS

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

SERIE OBRAS DE HORMIGON EN MASA, ARMADO Y PRETENSADO.

REFERENCIA	TITULO	CONTENIDO	DURACION	PRECIO
Nº 8801 (1)	FABRICACION Y ENSAYO DE PROBETAS DE HORMIGON	Contempla, de forma completa y detallada, el proceso de toma de muestras de hormigón fresco en obra, medida de consistencia con el cono de Abrams, fabricación de probetas, curado en obra, transporte al laboratorio, curado en cámara, refrentado y ensayo a compresión.	27 min.	80.000 ptas* IVA INCLUIDO



* PRECIO para entregas dentro del territorio español

BOLETIN BIBLIOGRAFICO



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) 18.000 ptas.**

CONSULTAS E INFORMES BIBLIOGRAFICOS



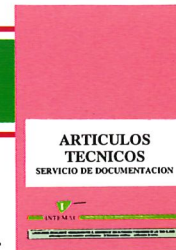
EL INSTITUTO tiene un SERVICIO DE DOCUMENTACION, que pone a su disposición y que le puede informar sobre cualquier tema relacionado con la Edificación, Instalaciones, Obra Civil y Urbanismo. Se efectúan CONSULTAS BIBLIOGRAFICAS sobre cualquiera de los temas indicados anteriormente, de acuerdo con las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

Apertura de expediente	2000 ptas.
Cantidad a abonar por referencia	60 ptas.
Cantidad a abonar por hoja de fotocopia de documento	25 ptas

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

Tarifa correspondiente al Informe Bibliográfico: 15.000 ptas. más la tarifa de la consulta.

ARTICULOS TECNICOS



INTEMAC dispone de una amplia serie de trabajos publicados por nuestros técnicos en diferentes revistas. A continuación incluimos la lista de los últimos. Si está Vd. interesado, solicite relación 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 Álvarez Cabal.
- EL HORMIGON 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 Delibes Liniers; Jaime Fernández Gómez; Miguel Ángel Acón Robleña.
- LA INFLUENCIA DEL DIAGRAMA TENSIÓN DEFORMACIÓN EN EL CÁLCULO A FLEXIÓN DE SECCIONES REALIZADAS CON HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA.
Enrique González Valle; José M^o 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. 400 ptas/ ejemplar.

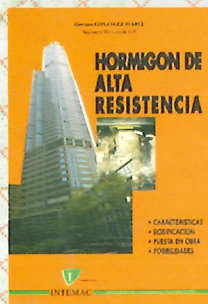


De acuerdo con la nueva instrucción EHE 1999

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)
- 225 páginas
 - 124 Figuras
 - 34 Fotografías
 - 2 Disquetes con 30 Detalles Constructivos en ficheros para AutoCad
 - 31 Referencias Bibliográficas
 - Encuadernación en guaflex

Precio: 4.800 Pta.



HORMIGÓN DE ALTA RESISTENCIA

- G. GONZÁLEZ-ISABEL (Ingeniero Técnico de O. P.)
- 316 páginas
 - Encuadernación en guaflex

Precio: 6.500 Pta.

CÁLCULO, CONSTRUCCIÓN Y PATOLOGÍA DE FORJADOS DE EDIFICACIÓN

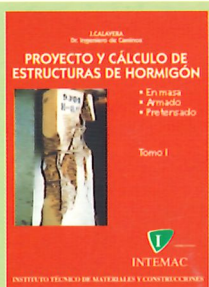
- J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)
- Agotada la 4ª Edición**
5ª Edición: Octubre 2001

AGOTADO

MUROS DE CONTENCIÓN Y MUROS DE SÓTANO

- J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)
- Agotada la 2ª Edición**
3ª Edición: Noviembre 2000

AGOTADO



PROYECTO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

1999

- J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)

De acuerdo con la nueva instrucción EHE

- 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: 24.000 Pta.

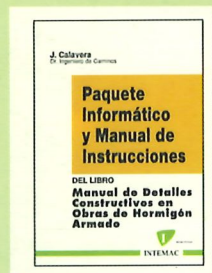
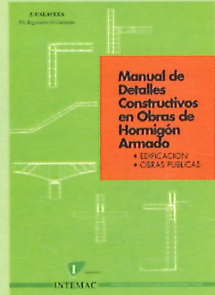


De acuerdo con la nueva instrucción EHE 2000

CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE CIMENTACIÓN

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

Precio: 11.000 Pta.



MANUAL DE DETALLES CONSTRUCTIVOS EN OBRAS DE HORMIGÓN ARMADO

J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)

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

Precio: - Libro: 17.000 Pta. - Paquete informático: 30.000 Pta. (Manual de Instrucciones y Disquetes)

El libro y el programa se venden por separado



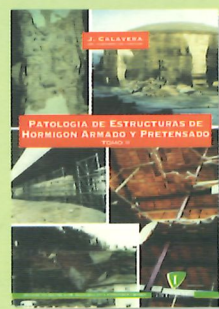
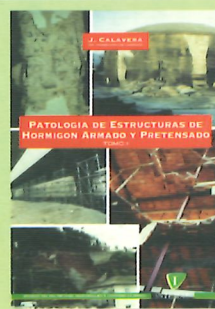
TECNOLOGÍA Y PROPIEDADES MECÁNICAS DEL HORMIGÓN

A. DELIBES (Dr. Ingeniero de Caminos)

2ª Edición

- 396 páginas
- Encuadernación en guaflex

Precio: 8.000 Pta.



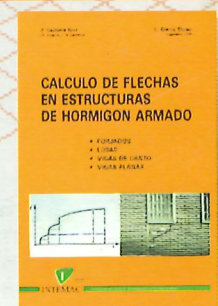
PATOLOGÍA DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO

1996

J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)

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

Precio de la obra completa: 17.000 Pta.



CÁLCULO DE FLECHAS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)
 L. GARCÍA DUTARI (Ingeniero Civil)

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

Precio: 7.400 Pta. (Libro más paquete Informático)