

# CUADERNOS INTEMAC

## Control de proyecto y patología de estructuras metálicas

### Design stage control and steel structures pathology

R. Álvarez Cabal  
Jefe de la Sección de Estructuras  
Metálicas, Intemac  
Prof. Estructuras Metálicas, UPM

S. Dávila Sánchez-Toscano  
Sección de Estructuras Metálicas, Intemac

J. R. Arroyo Arroyo  
Sección de Estructuras Metálicas, Intemac



**INTEMAC**

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

N.º 48  
4.º TRIMESTRE '02

# INTEMAC



METRE UT SCIAS

## INTEMAC

### INSTITUTO TÉCNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

CONTROL DE PROYECTO

CONTROL DE OBRA

GARANTÍA DE CALIDAD

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

INFORMES DE PATOLOGÍA, REHABILITACIÓN Y REFUERZOS DE CONSTRUCCIONES

OBRAS PÚBLICAS  
EDIFICACIÓN  
INSTALACIONES



**INTEMAC**  
A U D I T

### AUDITORIA TÉCNICO-ECONÓMICA DE CONSTRUCCIONES

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



**INTEMAC**  
**E C O**

### AUDITORÍA TÉCNICA MEDIOAMBIENTAL

**CONTROL DE IMPACTO AMBIENTAL**

Obras Públicas  
Edificación  
Instalaciones

**CONTROL DE CALIDAD AMBIENTAL**

Aire  
Agua  
Ruido

**AUDITORÍA MEDIOAMBIENTAL**

**ASESORAMIENTO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE**

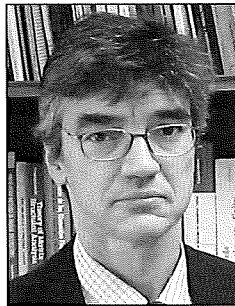


---

## **CONTROL DE PROYECTO Y PATOLOGÍA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS**

---

### **DESIGN STAGE CONTROL AND STEEL STRUCTURES PATHOLOGY**



**R. Álvarez Cabal**

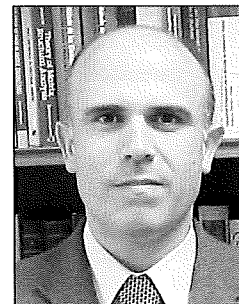
Prof. Estructuras Metálicas. Universidad Politécnica de Madrid  
Jefe de la Sección de Estructuras Metálicas, INTEMAC

Prof. of Steel Structures. Polytechnic University of Madrid  
Head of Steel Structures Department, INTEMAC



**S. Dávila Sánchez-Toscano**

Sección de Estructuras Metálicas, INTEMAC  
Steel Structures Dpt., INTEMAC



**J.R. Arroyo Arroyo**

Sección de Estructuras Metálicas, INTEMAC  
Steel Structures Dpt., INTEMAC

Copyright © 2002, INTEMAC

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

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

ISSN 1133-9365

Depósito legal: M-51426-2003  
Infoprint, S.A. - San Vicente Ferrer, 40

---

## **CONTENTS**

- 1. INTRODUCTION**
- 2. EASE OF CONSTRUCTION**
- 3. REALISTIC VIEW OF HAZARDOUS SITUATIONS**
- 4. STRUCTURAL STRENGTH**
- 5. CONCLUSIONS**
- 6. REFERENCES**

## **ÍNDICE**

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN**
- 3. CONSIDERACIÓN REALISTA DE LAS SITUACIONES DE RIESGO**
- 4. ROBUSTEZ**
- 5. CONCLUSIONES**
- 6. BIBLIOGRAFÍA**

## ABSTRACT

*One of the most important causes of building pathology can be traced to the design stage. Despite of this fact quality control is not systematic on this construction stage. The present work tries to state some problems wide show up repeatedly during the Design stage, as well as the need for a broader view of the control necessity.*

## 1. INTRODUCTION

As all statistics show, some of the most important causes of building pathology can be traced to the design stage. According to Schneider[4], damage attributable to design costs twice as much as damage due to construction. Vieitiz [7] reports a narrower but nonetheless substantial difference; specifically, this author reports the following distribution for construction damage costs:

ORIGIN	SPAIN	EUROPE
DESIGN	41	42
CONSTRUCTION	31	29
MATERIALS	13	15
USE AND MAINTENANCE	11	9
OTHERS	4	5

Regardless of these differences between authors, very likely due to subjectivity around the attribution of causes, it may be deduced that the design stage is critical to structural safety and service life.

Despite the eloquence of the figures, quality control of building and public works design is still not frequent, and although more and more designs are being subjected to some sort of review, this is by no means comparable to the systematic control that is standard practice in naval, mechanical or aeronautical construction.

Moreover, design review may, in certain cases, be less effective than would be desired because it reproduces the procedural deficiencies affecting the design stage *per se*. No precise diagnosis intended, it may nonetheless be advanced that at least one of the reasons underlying the large number of instances of pathology due to design may lie in the method itself. Far too often engineering departments confine their task to dimensioning a structure proposed by the designer to a given standard or code and, ultimately, to ensuring that it will not collapse. In subsequent reviews the structural engineering is verified with total disregard for issues such as the construction process, building resources, actual worksite needs and so forth.

Such a lax approach (this is, after all, something that a good computer program could do) may lead to solutions that would be regarded as aberrant from any other standpoint than mere structural resistance; but more than that, it does not always guarantee structural safety.

The photograph opposite (Fig.1) corresponds to a structural failure analysed by the Institute: the sudden collapse of a large span steel roof.

## RESUMEN

*Una cantidad importante de los casos de patologías en la Edificación tienen su origen en la fase del Proyecto. Sin embargo, el control de calidad de esta fase está todavía poco extendido en el mundo de la Construcción. El presente trabajo intenta poner de manifiesto algunos problemas que aparecen reiteradamente en la fase de elaboración de proyectos, así como la necesidad de una visión amplia de su control.*

## 1. INTRODUCCIÓN

Como todas las estadísticas demuestran, una de las más importantes causas de patologías en Edificación tiene su origen en la etapa de proyecto. Según Schneider,[4] los daños que tienen su origen en el proyecto suponen, en términos de coste, el doble de aquellos que lo tienen en la ejecución. Para Vieitiz, [7] la proporción no resulta tan dispar, pero se mantienen diferencias importantes; en concreto, y según este autor, la distribución de daños sigue la relación indicada:

ORIGEN	ESPAÑA	EUROPA
PROYECTO	41	42
EJECUCIÓN	31	29
MATERIALES	13	15
USO Y MANTENIMIENTO	11	9
VARIOS	4	5

Con independencia de las diferencias entre cada autor, atribuibles sin duda a cuestiones subjetivas relacionadas con la asignación de las causas, cabe concluir que la etapa de proyecto resulta ciertamente crítica en relación a la seguridad y funcionalidad de la estructura.

Pese a lo contundente de las cifras no resulta todavía frecuente el control de calidad de los proyectos de Edificación y Obras Públicas y, si bien es cierto que cada día son más numerosos los proyectos que se someten a algún tipo de revisión, se está lejos del control sistemático común en el mundo de la construcción naval, mecánica o aeronáutica.

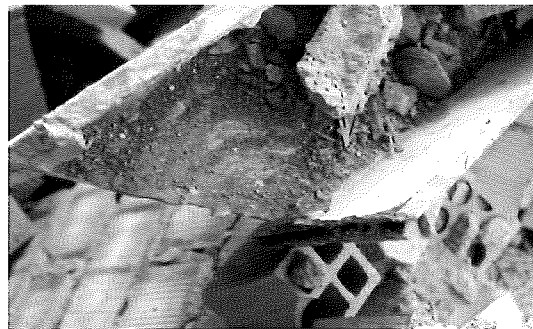
Por otra parte, la revisión de los proyectos puede, en algunos casos, perder eficacia al reproducir los mismos vicios de procedimiento que la propia etapa de proyecto. Sin pretender un diagnóstico preciso, cabe pensar que, al menos una de las razones que justifican el gran número de patologías debidas a proyecto, radica en el propio método. Con demasiada frecuencia la oficina de cálculo se limita a dimensionar la estructura propuesta por el proyectista con la única intención de cumplir determinada normativa y, en última instancia, conseguir que se sostenga. Las revisiones posteriores se limitan a comprobaciones de cálculo sin relación alguna con el proceso constructivo, los medios de ejecución, las necesidades reales de la obra, etc.

Un planteamiento tan cómodo (en definitiva, éste es un trabajo que podría realizar un buen programa) puede conducir a soluciones aberrantes desde cualquier otro punto de vista distinto al exclusivamente resistente y, desde luego, no siempre garantiza la seguridad estructural.

La fotografía adjunta (Fig. 1) corresponde a una patología analizada por el Instituto. Una cubierta metálica de gran luz colapsó de forma súbita.

The initial visual inspection revealed flawed workmanship on certain key welds (Fig. 1). A laboratory analysis of the fracture surfaces and parallel estimation of the loads on each weld found extremely low strength-stress ratios.

Whilst responsibility could be clearly attributed to construction in this case, it is nonetheless true that the conditions imposed were very demanding. Indeed, the design specified that the weld throats were to be 0.7 times the thickness of the thinner of the parts to be welded, which is theoretically sufficient to ensure total joint strength. Running such welds when the members abut at very acute or very wide angles (less than 60° or more than 120°) is no easy matter: for reasons of geometry (Fig. 2), the weld on the open side has to be very large (with all the problems that entails) to reach the specified throat thickness, whereas scant accessibility occasions penetration weld-type difficulties on the closed side.



**Fig. 1**

Such welds can, certainly, be run correctly, but assuming the necessary care would be taken in all the (hundreds of) joints in the structure may have been somewhat unrealistic. The unsurprisingly high probability of flaws in some of the joints in this statically determinate structure led to disastrous results.

Effective design control should have warned against the stringent construction demands imposed and the consequences this would entail (in terms of cost, time, choice of shop,...)

The present work discusses certain criteria which the author's experience has shown to condition structural performance to at least the same extent as strength and which should, therefore, be included in design review guidelines. The following discussion is not at all intended to address novel solutions, but rather merely to reflect on everyday realities based on a number of instances of pathology and how they relate to design control criteria.

## **2. EASE OF CONSTRUCTION**

Ease of construction is the best guarantee of good construction, and can be determined in the design stage in very specific respects:

- **Simple and standardised details**

The works of certain excellent structural engineers are identifiable by the catalogue of commonly used details in their design.

The simple procedure of keeping a file on joints, in which the structural system adopted and the magnitude of the forces define a different solution with full specification of all details (with respect to bolts, for instance: number, position, size, quality, recesses...), can lead to substantial savings.

Today, standardisation is immensely facilitated by computerisation of the entire process and the establishment of pre-selected details that can be subsequently "pasted" on to each individual drawing.



La primera inspección visual puso ya de relieve la existencia de soldaduras de gran responsabilidad ejecutadas de forma muy deficiente (Fig. 1). El análisis de las fracturas en laboratorio y la estimación efectuada en paralelo de las cargas sobre cada cordón condujo a relaciones capacidad-solicitación extremadamente bajas.

Si bien es clara la responsabilidad de la ejecución, no es menos cierto que las exigencias impuestas eran muy altas. En efecto, en proyecto se especificaban las uniones como soldadas mediante cordones de garganta 0.7 veces el espesor menor de las piezas a unir, lo que teóricamente asegura que la unión es de resistencia total. La ejecución de tales cordones cuando las barras inciden en ángulos muy cerrados o muy abiertos (menores de  $60^\circ$  o mayores de  $120^\circ$ ) resulta muy compleja: por simple geometría (Fig. 2) resulta que el cordón en el lado abierto ha de realizarse de gran tamaño (con los problemas que ello conlleva) para conseguir la garganta especificada, mientras que la limitada accesibilidad en el lado cerrado impone los condicionantes propios de las soldaduras de penetración.

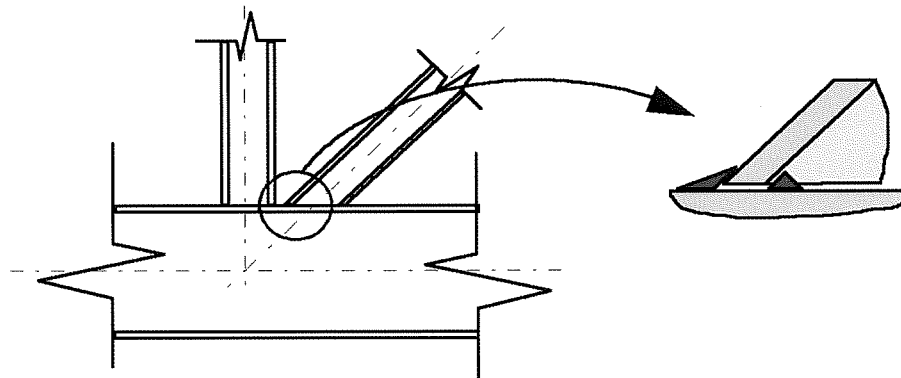


Fig. 2

Ejecutar de forma correcta esos cordones es posible, pero suponer que todas las uniones (centenares) de la estructura se realizarán con el mismo cuidado resulta, quizás, poco realista. La probabilidad de defectos en alguna unión es alta y sus consecuencias, al tratarse de una estructura isostática, desastrosas.

Un control eficaz del proyecto debería haber advertido sobre el alto grado de exigencia que éste impone a la ejecución y de las consecuencias que ello conlleva (económicas, de plazo, en la selección del taller,...)

En el presente cuaderno se exponen algunos criterios que, en la experiencia del autor, pueden condicionar el comportamiento estructural en forma tan importante como los exclusivamente resistentes y que, por tanto, deberían considerarse pautas de las revisiones de proyecto. En modo alguno se ha pretendido ser original, sino tan sólo reflejar la realidad cotidiana a través de algunos casos de patología y relacionarlos con los criterios de control de proyecto.

## 2. FACILIDAD DE CONSTRUCCIÓN

Una ejecución fácil constituye la mejor garantía de una ejecución correcta, y ello queda ya condicionado desde la etapa de proyecto a través de algunos puntos muy concretos:

### • Simplicidad y normalización de detalles

Algunos buenos calculistas se reconocen por sus obras a través de un catálogo de detalles de uso frecuente.

La simple elaboración de un fichero de uniones, en el que el sistema estructural adoptado y la magnitud de los esfuerzos definan una solución concreta, especificada en todos sus detalles (número y posición de tornillos, dimensiones y calidad de éstos, rebajes,...) puede suponer un ahorro considerable.

Hoy en día la informatización de todo el proceso facilita enormemente la normalización a través del uso de detalles pre-elaborados que se pegan en cada plano concreto.

#### • Delimitation of responsibilities

In certain steel structure codes, the Spanish code among them, responsibility for the definition of all structural elements, including joints, assembly arrangements, etc., continues to be attributed solely to the *author of the design*. This is not in keeping with present working procedures, which tend to provide for a division of functions, with the designer limiting his or her contribution to the conceptual design and basic dimensioning, whilst joints and details are worked out in the shop. This arrangement is effective when each party clearly assumes responsibility for its respective tasks, but if some issues are neglected due to an unduly vague definition of such responsibilities, the consequences may well be catastrophic.

The photograph opposite (Fig. 4) shows a very deep truss whose lower chord supports the floor slab for a mezzanine.

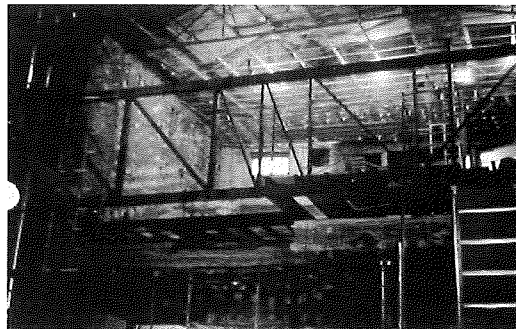


Fig. 3

Whilst the members were dimensioned in the design, no specifications were given for the joints (very likely on the understanding that the calculations would be done in the shop). But the contractor decided to buy the shapes directly and hire a welder to welding the joints. The results are shown in Fig 4.

#### • Tolerance limits

Some authors sustain that the best engineer begins his or her training on the worksite. Although this may be a somewhat radical opinion, experiencing some of the construction problems posed by an insufficiently or poorly developed design first-hand is, indeed, good schooling. The question of tolerances is a case in point: typical examples would be strictly dimensioned column base plates which, due to the deviations inevitably introduced during construction, are subsequently overrun by the columns (Fig. 5), or the appearance of steel structure and concrete interphases (where tolerances are necessarily much broader),...

A good designer, paying particular attention to such questions, can facilitate construction substantially (in the cases mentioned, it would have sufficed to specify larger plates or slotted holes at the joints).

#### • Available resources

Some shops and/or assembly firms have a large enough crew of qualified welders to guarantee the quality of joints welded on site (joints prepared in the shop are generally welded), whilst others have the precise cutting and drilling tools required to prepare bolted joints very economically. Considerations as simple as these may largely condition the type of joint to be made or even have an indirect bearing on the ratio of shop to site joints and, consequently, on the construction process itself.

### 3. REALISTIC VIEW OF HAZARDOUS SITUATIONS

The fact that any code or legislation defines load case scenarios and the respective minimum combinations of forces to be included in the calculations should never excuse the designer from considering other actions relevant to each specific structure that are not explicitly addressed in codes, precisely because they are so specific. A few examples would be:

#### • Definición suficiente

En algunas normativas sobre estructuras metálicas, entre ellas la española, se sigue definiendo la figura del *autor del proyecto* como el responsable único de la definición de todos los elementos estructurales, incluyendo uniones, disposiciones de montaje, etc. Esta forma de trabajo no refleja la realidad actual, ya que se tiende a un reparto de funciones en forma tal que tan sólo el proyecto conceptual y el dimensionamiento básico son realizados por el proyectista mientras que las uniones y detalles son realizados por el taller. Si cada parte se responsabiliza claramente de su tarea el esquema puede funcionar, pero si la indefinición práctica de responsabilidades deja lagunas el resultado puede ser desastroso.

La fotografía adjunta (Fig. 4) corresponde a una viga articulada de gran canto en cuyo cordón inferior apoya el forjado de una entreplanta.

En proyecto se habían dimensionado las barras pero no se definían en absoluto las uniones (sin duda, en la confianza de que serían calculadas por el taller). La empresa constructora decidió comprar por su cuenta los perfiles y contratar a un soldador la ejecución de las uniones. El resultado puede verse también en la Fig 4.

#### • Consideración de las tolerancias

Según algunos autores el mejor calculista empieza su aprendizaje en obra. Aunque puede tratarse de una opinión extrema, lo cierto es que vivir algunos de los problemas de ejecución que plantea un proyecto poco o mal desarrollado constituye una buena escuela. El caso de las tolerancias es un exponente típico: placas de base de pilares que se dimensionan estrictamente y de las que luego, y a causa de las inevitables desviaciones de ejecución, sobresale el pilar (Fig. 5), interfases entre estructura metálica y hormigón (en la que las tolerancias son, forzosamente, mucho mas amplias),...

El buen proyectista debería cuidar en extremo estos puntos que pueden facilitar enormemente la ejecución (en los casos comentados bastaría con disponer placas mas amplias o agujeros rasgados en la unión)

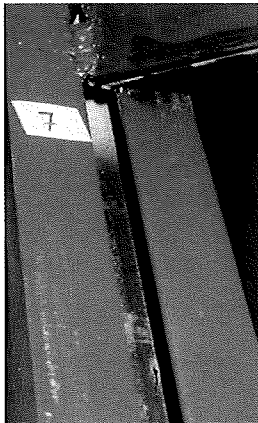


Fig. 4

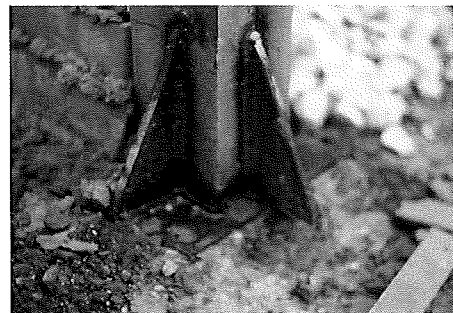


Fig. 5

#### • Atención a los medios disponibles

Algunos talleres y/o empresas de montaje disponen de un cuadro de soldadores homologados suficiente para afrontar con garantía la ejecución en obra de las uniones por medio de soldadura (las que se pueden ejecutar en taller son, normalmente, soldadas). Otros disponen de herramientas muy precisas de corte y taladrado que les permiten preparar de forma económica las uniones atornilladas. Un elemento tan simple condiciona en gran medida el tipo de unión a ejecutar e, incluso, indirectamente la relación entre uniones de taller y de obra y consecuentemente el proceso constructivo.

### 3. CONSIDERACIÓN REALISTA DE LAS SITUACIONES DE RIESGO

El que cualquier normativa defina las hipótesis de carga y las combinaciones mínimas pertinentes a introducir en el cálculo nunca debería excusar al proyectista de la consideración de otras acciones relativas a cada construcción específica que, precisamente por tal carácter específico, no aparecen explícitamente consideradas en la normativa. Algunos ejemplos:

---

#### • Wide-span roofs

Wide-span roofs are subject to several adverse circumstances as far as rainwater drainage is concerned: they should not be steeply sloped, since that increases volume, nor should mid-span downpipes be used (it is wholly illogical to design a roof without columns, to then build downpipes at intermediate intervals), the number of drains should be kept to a minimum because of the costly maintenance involved, while at the same time slow water circulation causes dirt and debris to settle, clogging the drains, and so on.

In view of the foregoing, the removal of rainwater from wide-span roofs is a serious problem due to the possible accumulation of storm water, temporarily creating hazardous situations. Moreover, if the roof is flexible, in addition to the preceding difficulties, designers are also faced with the problem of ponding, an issue addressed in any modern building code in view of the havoc it wreaks. These hazards, naturally, are greater when there are no alternative runoffs (when the roof is sloped inward or sloped outward but bounded by facade parapets, for instance).

The photographs in Figures 6 and 7 show a roof where the above effects are readily visible and where puddles of up to 40 cm deep were found to have formed in a routine inspection.



Fig. 6

#### • Box girders

Some designers tend to work on the belief that sections will be water tight (the reference here is not to industrially manufactured closed sections – pipes, hollow shapes and so forth - but to those welded in the shop or on site from sheet metal to form girders), assuming this obviates the need for protecting the interiors.

Irrespective of whether such water-tightness may prove to be counter-productive under extreme conditions (the air pressure on the inside may cause the sheet to bulge in the summer heat, whereas condensed water may freeze in the winter, with the presumable consequences), the fact that it can be achieved at all is, in our view, a mere illusion. It is obviously possible to build a few perfectly water-tight box girders, but it is much more difficult to continuously weld to extremely demanding standards when many metres of beam are involved or when the construction and control teams are unaware of the importance of water-tight girders. Structurally speaking, the consequences may be substantial, due to the additional load caused by water accumulating on the inside of the boxes.

An incident occurring a few years ago in connection with the assembly operations for an overpass in Madrid illustrates this very well. When it came time to raise the decks, the cranes were unable to budge the respective sections, even though their capacity had been substantially over-engineered. For the reasons discussed above, so much water had accumulated inside the steel box girder decks that once drainage holes were made, it took several days to empty them.

#### 4. STRUCTURAL OVERSTRENGTH

From the practical standpoint, this rather abstract criterion may be regarded to translate into preventing indiscriminate savings on material from becoming a basic design principle. Overly slender structural members may:

#### • Cubiertas de gran luz

En las cubiertas de gran luz concurren varias circunstancias desfavorables en relación a la evacuación de pluviales: No deberían presentar gran pendiente porque entonces se incrementan los volúmenes, no se deberían emplear bajantes intermedias (es ilógico plantear una cubierta sin pilares para luego disponer bajantes), se debería minimizar el número de sumideros porque su mantenimiento es costoso, la lenta circulación del agua de lluvia provoca que el polvo y la suciedad se decanten obturando los sumideros,...

Como resultado, la rápida eliminación de los pluviales en las cubiertas de gran luz se convierte en un problema grave por la cantidad de agua que se puede llegar a acumular en el caso de un aguacero, creando situaciones transitorias de riesgo. Adicionalmente, si la cubierta es flexible, al anterior se le superpone el efecto de encharcamiento, reconocido por cualquier normativa actual, conduciendo a resultados desastrosos. Naturalmente, los riesgos expuestos se incrementan cuando el agua no dispone de salidas alternativas (cuando las pendientes se dirigen al interior, o cuando dirigiéndose al exterior, se disponen petos de fachada)

En las figuras adjuntas (Figs. 6 y 7) se muestra una cubierta en la que quedan patentes los efectos antes citados y la acumulación de agua (40 cm) observada durante una inspección rutinaria.



Fig. 7

#### • Cajones

Es muy frecuente la confianza por parte de algunos proyectistas en las secciones estancas (naturalmente, no nos referimos aquí a las secciones cerradas fabricadas industrialmente -tubos, secciones huecas conformadas,...- sino a las formadas mediante la soldadura en taller o en obra de chapas para formar cajones). Se supone que la estanqueidad permite ahorrar la protección del interior.

Con independencia de que la estanqueidad deseada pudiera resultar contraproducente en casos extremos (la presión del aire contenido en el interior y calentado en verano puede abollar las chapas. En invierno el agua condensada puede helarse, con los efectos que cabe imaginar), no deja de ser, en nuestra experiencia, una quimera. Evidentemente, es posible construir unos pocos cajones perfectamente estancos, pero es más difícil mantener el extremo cuidado requerido cuando se trata de muchos metros de viga, o cuando los equipos de ejecución y control no son conscientes de la importancia de tal estanqueidad. Las consecuencias estructurales pueden llegar a ser graves por la sobrecarga que representa la acumulación de agua en el interior.

En este sentido cabe recordar una anécdota sucedida hace algunos años en Madrid. Durante el desmontaje de un paso superior, y en el momento de levantar los tableros, las grúas fueron incapaces de mover los tramos, pese a que su capacidad había sido calculada con gran holgura. Como en el caso anterior, los tableros (formados por cajones de chapa) habían acumulado agua en su interior en cantidades tales que una vez practicados los orificios de desagüe, estuvo saliendo agua durante varios días.

#### 4. ROBUSTEZ

Criterio ciertamente abstracto que, desde un punto de vista práctico, quizás se concreta en evitar que el ahorro indiscriminado de material se convierta en un criterio básico de diseño. Los elementos estructurales excesivamente esbeltos pueden:

• Give rise to shipping, piling and assembly problems

All of the above phases should be taken into account in designing structural members, particularly in the case of certain elements (such as flat trusses, for instance) that, whilst very strong and stiff once in place (in terms of resisting forces along their own plane), are nonetheless unable to withstand even their own weight in shipping. Indeed, they may suffer substantial and permanent deformation unless the compression chord is braced.

In other cases (such as mixed concrete and steel structures, beams braced laterally against a floor slab, etc.), bracing and, therefore, the system's full strength, is not effective until construction is completed. This may give rise to interim situations where the stress does not reach the design value, but in which the stress/strength ratio is nonetheless inappropriate.

Such situations are, moreover, hazardous because they generally involve extreme load conditions: the most common example is the accumulation of roofing material on a certain area of the roof (Fig.9) to which it is lifted by the crane as soon as practical (to make room for further supplies on the ground), but from which it is removed only gradually, as work progresses.

Finally, the attention lent to provisional bracing and/or access structures themselves (stays, shoring, scaffolding,) should be in keeping with the importance of their function, rather than the relatively short time they are in use. Figure 10, taken from the local section of Madrid's daily newspaper "EL PAIS", depicts a scaffolding that collapsed on one of the city's main thoroughfares. According to the reporter, the fire department believed, oddly enough, that "...The wind and rain caused (the structure) to collapse...". Obviously, the environmental conditions were the "perfect culprits".



Fig. 8



Fig. 9

• Over-sensitivity to accidental action

The piles in highway or railroad overpasses constitute a classical example of such over-sensitivity. The strict dimensioning of these members to withstand deck loads or wind action would give rise to such slender sections that the impact of a heavy vehicle or train would bring the entire system down. This sort of members must be designed so that the forces ensuing from any such impact are distributed in a way that ensures that the structure will not collapse, even if it suffers irreparable damage.

Another example, perhaps more commonly encountered, is roof trusses. These structures are dimensioned for uniform loads so that all the diagonals are subjected to tensile stress and the central web members to minimum axial loading. When, for whatever reason, the direction of the axial force on these members is inverted (the same 500 kg/m in Fig. 10a now act on a limited zone, a frequent situation in maintenance operations), the web members inevitably sag, ruining the entire structure. In this specific case, removing loads is unsafe.

Figure 12 illustrates a much too frequent example of the foregoing: materials (in particular, the gravel surfacing on flat roofs) are moved during repair operations, occasioning large point loads on specific areas.

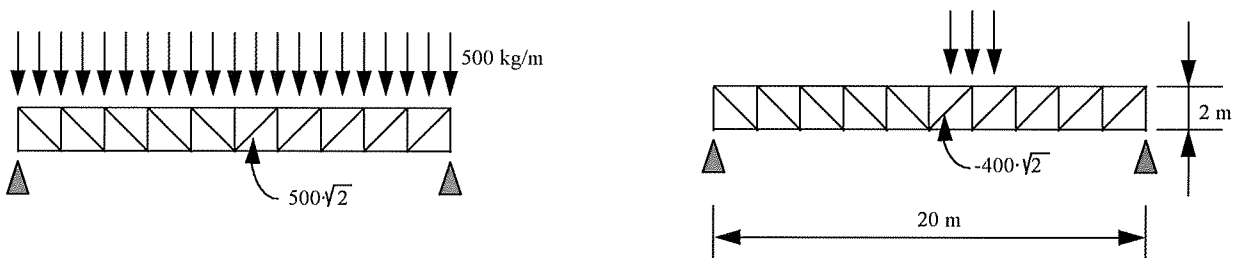


Fig. 10



• **Dar lugar a problemas en transporte, acopio y montaje**

Todos los elementos estructurales deberían ser proyectados considerando las fases citadas, lo que resulta particularmente importante para ciertos tipos (por ejemplo, cerchas planas) muy resistentes y rígidos frente a las acciones de cálculo (esfuerzos en su plano) pero incapaces de soportar incluso su peso propio cuando se tumban para el transporte. En estos casos se pueden producir deformaciones permanentes importantes cuando el cordón comprimido no está arriostrado.

En otros casos (por ejemplo, estructuras mixtas, vigas arriostradas lateralmente por el forjado,...) el arriostramiento y, por tanto, la plena capacidad del sistema sólo se consigue al final de la ejecución, atravesando hasta entonces situaciones en las que aunque la sollicitación no llegue al valor de cálculo, la relación sollicitación/capacidad puede resultar mas desfavorable.

Resultan, además, peligrosas estas situaciones porque suelen dar lugar a casos de carga extremos: el ejemplo mas conocido es la acumulación del material de cubrición sobre una zona concreta de la cubierta (Fig.10) en donde lo deposita la grúa tan pronto como puede (al objeto de liberar superficie de acopio en el suelo) y de donde se retira conforme avanzan las labores.

Por último, las propias estructuras provisionales de arriostramiento y/o acceso (apuntalamientos, cimbras, andamios...) requieren una atención proporcional a su responsabilidad, no al corto periodo de tiempo en el que prestan su función. La Figura 11, tomada de la edición local del diario "EL PAÍS", muestra el colapso de un andamio en una céntrica calle de la ciudad. Lo más curioso es que, según recoge el cronista, en opinión de los bomberos "... El viento y la lluvia causaron el derrumbe..." Evidentemente, las causas ambientales son los "perfectos culpables".



Fig. 11

• **Resultar sensibles en exceso a acciones accidentales.**

El ejemplo clásico en este sentido es el de las pilas de los pasos sobre carreteras o ferrocarril. El dimensionamiento estricto de estos elementos para las cargas que les llegan de los tableros o del viento daría lugar a secciones tan esbeltas que el impacto de un vehículo pesado o un tren daría lugar al colapso total del sistema. Este tipo de elementos ha de ser proyectado en forma tal que ante una acción de este tipo el daño se distribuya en forma tal que nunca se llegue al colapso aunque la estructura sea irrecuperable.

Un ejemplo mas próximo es el de las celosías de cubierta. Dimensionadas frente a cargas uniformes en forma tal que todas las diagonales quedan traccionadas y las centrales soportan un axil mínimo, cuando por alguna circunstancia el sentido del axil en esos elementos se invierte (los mismos 500 kg/m de la Fig. 10a actúan ahora sobre una zona limitada -caso frecuente durante las operaciones de mantenimiento-) los elementos pandean inevitablemente produciendo la ruina del conjunto. En este caso concreto quitar carga es inseguro.

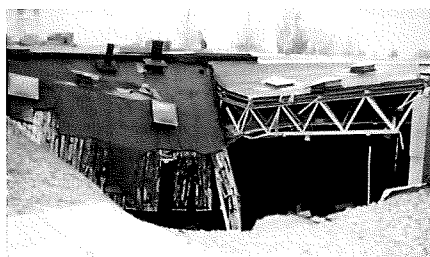


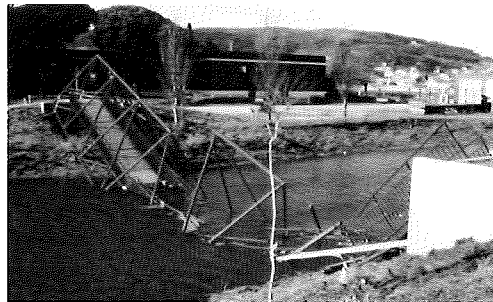
Fig. 12

The shoring question, in turn, would appear to call for little explanation: although shoring is sized for loads on the order of only 1% of the loads sustained by the member shored, such elements are equally important to the system, since their collapse would bring the entire structure down.

- **Brittle failure**

One of the properties that enhances structural strength most essentially is ductility, which simply means that failure should take place gradually, leading to large strains that ensure a redistribution of internal forces. Specifically, this is achieved by following quite simple design rules such as the principle whereby joints, which are normally brittle, should be stronger than the members joined.

Figure 13 shows the collapse of a footbridge. Whatever the ultimate causes may have been, the structure was observed to fail only at the connection points (Fig. 14) and more specifically, on the sections where the bolts were attached to the balls.



**Fig. 13**

Although brittle failure appeared to be involved in all these fractures, with the exception of the rupture that occasioned the collapse, they were all obviously due quite simply to the impact ensuing from the collapse itself.

As in the preceding cases, when the structure was re-engineered for the regulatory stresses, the design figures showed an acceptable level of safety. Nonetheless, some accidental action of whatever nature during structural assembly or service (the bridge had only been in service for a few months) sufficed to bring about a sudden collapse, with no possible redistribution of forces.

Regardless of the primary cause of joint failure, attention should be drawn to the need to carefully analyse the areas in load paths where abrupt stiffness changes occur, since these are the areas that must be engineered for greater ductility. The figure opposite illustrates one such case: where reduction is indispensable, longer, smoother transitions should preferably be sought, lengthening the stretch of section involved, to ensure slighter curving over a longer distance in the event of rotation.

## **5. CONCLUSIONS**

As noted in the introduction, it is not the intention of this paper to address novel solutions, but to reflect everyday experience in Construction Control. The purpose, rather is to draw attention to the fact that quite ordinary know-how does not always prevail in design which is, rather, often the fruit of an inflexible or mechanical process that dispenses with the classical role of the designer. The resulting gap cannot, however, be filled by a stress clerk concerned solely with the (simplest possible) verification of the arrangements proposed by the site manager. In contrast to this approach, effective design control should not be confined to a simple review of calculations, but should alert to the peculiarities of the structural system chosen in terms of the conditions it imposes on construction, use and maintenance, along with possible alternatives.

La Figura 12 presenta un ejemplo demasiado frecuente de lo expuesto: en la reparación de cubiertas se mueven los materiales (especialmente en el caso de cubiertas planas las gravas) acumulando las cargas en emplazamientos concretos.

El caso de los arriostramientos no requiere, entendemos, excesiva explicación: un arriostramiento se dimensiona para cargas del orden del 1% de la carga del elemento arriostrado, pero su importancia es la misma ya que su fallo provoca el del conjunto.

• **Provocar fallos frágiles**

Uno de los aspectos básicos de la pretendida robustez es la ductilidad, que consiste simplemente en que el fallo se produzca de forma progresiva, acompañado de grandes deformaciones que permitan la redistribución de esfuerzos. En particular ello se consigue mediante reglas de proyecto tan simples como la que establece que las uniones, normalmente frágiles, deberían ser más resistentes que los elementos unidos.

En la Figura 13 se muestra el colapso de una pasarela peatonal. Con independencia de las causas últimas del fallo, se observa que, en todos los casos, las roturas se produjeron en los nudos (Fig. 14) y, en concreto, en la sección de entrada del tornillo en la bola.

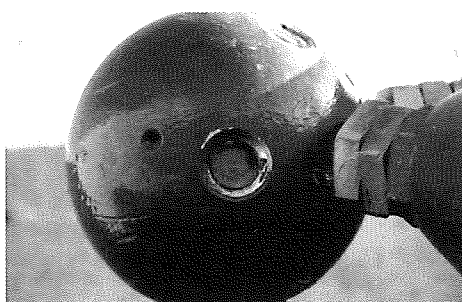


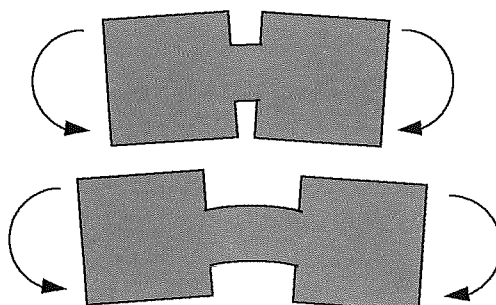
Fig. 14

Aunque la apariencia de todas las fracturas era frágil, es claro que, con la excepción de la rotura que dio origen al colapso, el resto se debían, simplemente, al impacto provocado por dicho colapso.

Como en los casos anteriormente expuestos, el recálculo de la estructura ante las sollicitaciones normativas dio como resultado un nivel aceptable de esfuerzos. Cualquier acción accidental durante el montaje o el servicio de la estructura (que tan sólo contaba con unos meses de vida) provocó el colapso súbito sin posibilidad de redistribución.

Con independencia de la causa primera de fallo de la unión, cabe apuntar la necesidad de analizar con cuidado las zonas en las que se producen cambios bruscos de rigidez en la trayectoria de cargas, dado que exigirán una mayor ductilidad.

En la figura adjunta se representa uno de tales casos: si es inevitable una reducción de la sección, siempre será deseable conseguirla mediante transiciones suaves y alargándola de forma que el giro sea el resultado de una curvatura menor integrada a lo largo de una longitud superior.



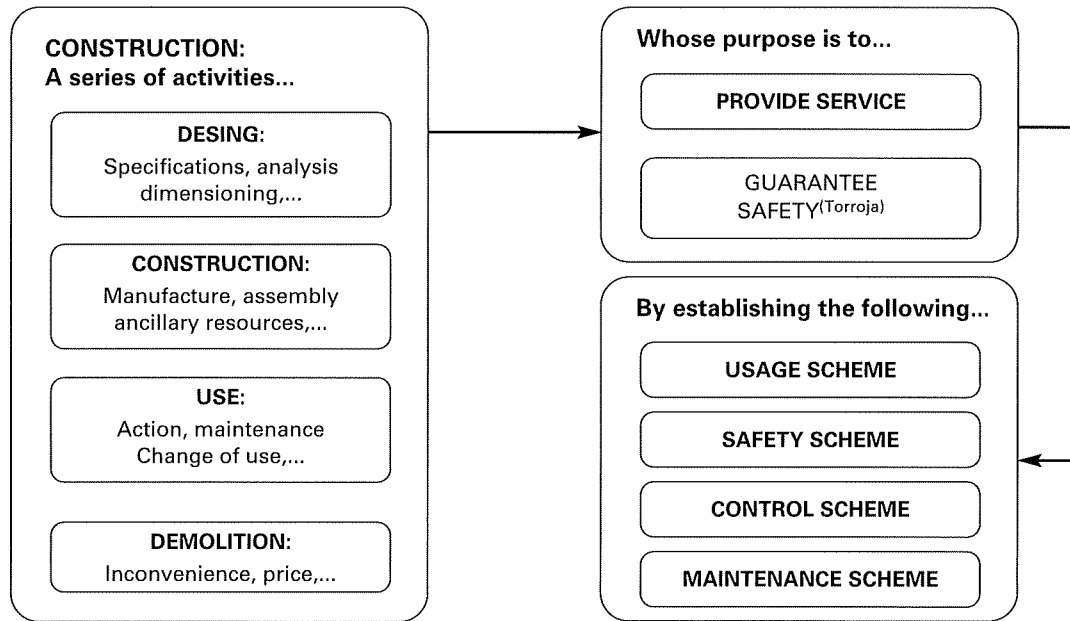


Fig. 15

The above philosophy underlies many of the most recent building codes. The Swiss S.I.A. 160 codes [5] (drafted by the best school of designers) introduce a much more open approach than conventionally taken in construction (Fig. 15), extending the designer's responsibility far beyond mere structural engineering.

## 6. REFERENCES:

- [1] CALAVERA; J. "La certificación Europea. Luces y sombras" Boletín de Instituciones Colegiales para la Calidad de la Edificación, Mayo- Junio 1996.
- [2] GONZÁLEZ -VALLE; E. "Bases esenciales de control de proyectos de edificación". Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Guipúzcoa, Mayo-Junio 1994.
- [3] HUSNI; R. "Calidad de las estructuras de hormigón" E.T.S.I.C.C.P, 1998
- [4] SCHNEIDER, J. "Introduction to safety and reliability of structures. Structural Engineering Documents. IABSE, Zurich, 1997.
- [5] SIA 160 "Actions sur les structures porteuses". Société suisse des ingénieurs et des architectes.
- [6] TANNER; P "Análisis de riesgos y planificación de medidas" Curso CEMCO del Instituto Eduardo Torroja, 1998
- [7] VIEITEZ,J.M. "Patología Estructural. Aspectos Químicos, Normativa y Estadística" Universidad del País Vasco. Escuela Superior de Ingenieros Industriales, Bilbao, 1991.

## 5. CONCLUSIONES

Como se apuntaba en la introducción, no se ha tratado aquí en absoluto de exponer planteamientos novedosos, sino de reflejar la experiencia cotidiana del control. En ello reside, entendemos, la aportación esencial de este trabajo: resaltar como ese "saber hacer" común no siempre preside la elaboración de los proyectos, fruto en muchos casos de una simple mecánica rígida e ineficaz en la que desaparece la clásica figura del Proyectista, que no puede ser sustituido por un calculista interesado únicamente en la comprobación (lo más simple posible) de la configuración propuesta por el Director de la obra. Frente a este esquema, el papel de un control de proyecto eficaz no debe limitarse a la simple revisión de los cálculos sino que debería alertar acerca de las peculiaridades del sistema estructural elegido en relación a los condicionantes que impone a la ejecución, uso y mantenimiento, acerca de las alternativas posibles,...

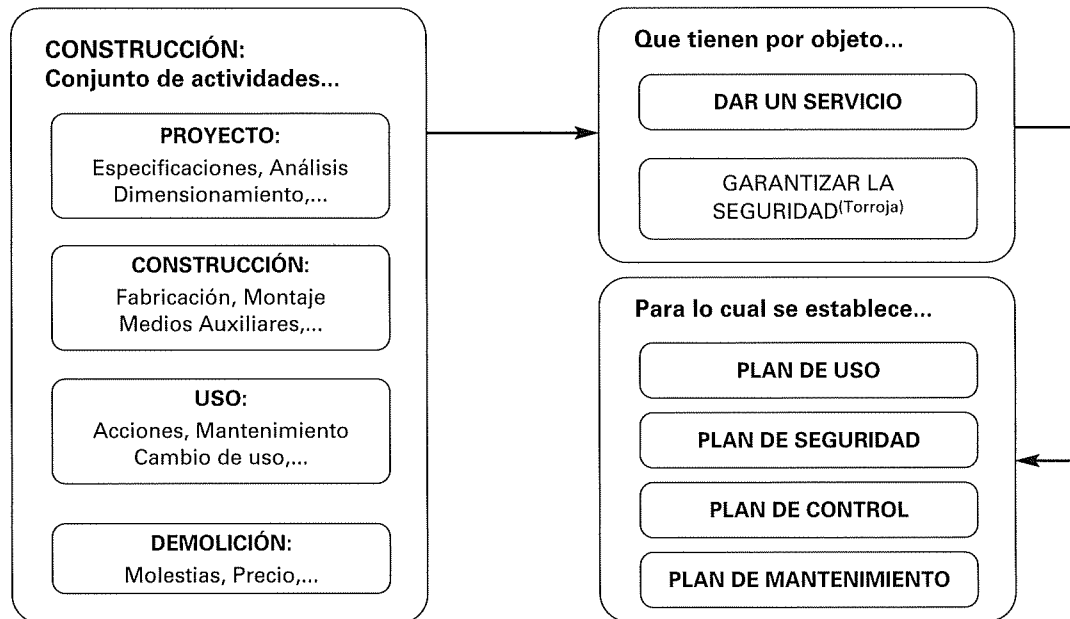


Fig. 15

La descrita es la filosofía que sustenta algunas de las más recientes normativas. Las normas Suizas (fruto directo de la mejor escuela de proyectistas) S.I.A. 160 [5] introducen una concepción mucho más abierta que la clásica respecto a la concepción de la Construcción (Fig. 15) llevando mucho más allá del cálculo la responsabilidad del proyectista.

## 6. REFERENCIAS

- [1] CALAVERA; J. "La certificación Europea. Luces y sombras" Boletín de Instituciones Colegiales para la Calidad de la Edificación, Mayo- Junio 1996.
- [2] GONZÁLEZ -VALLE; E. "Bases esenciales de control de proyectos de edificación". Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Guipúzcoa, Mayo-Junio 1994.
- [3] HUSNI; R. "Calidad de las estructuras de hormigón" E.T.S.I.C.C.P, 1998
- [4] SCHNEIDER, J. "Introduction to safety and reliability of structures". Structural Engineering Documents. IABSE, Zurich, 1997.
- [5] SIA 160 "Actions sur les structures porteuses". Société suisse des ingénieurs et des architectes.
- [6] TANNER; P "Análisis de riesgos y planificación de medidas" Curso CEMCO del Instituto Eduardo Torroja, 1998
- [7] VIEITEZ, J.M. "Patología Estructural. Aspectos Químicos, Normativa y Estadística" Universidad del País Vasco, Escuela Superior de Ingenieros Industriales, Bilbao, 1991.





# Relación de Personal Titulado de INTEMAC

## Arquitectos

Fernández Sáez, Ana María  
Fraile Mora, Serafín  
Gibernau Ponsa, Luis  
López-Nava Muñoz, Alberto Ignacio  
Luzón Cánovas, José M<sup>a</sup>  
Sánchez Arroyo, Jesús M<sup>a</sup>  
Sicilia Mañá, Beatriz

## Ingenieros de Caminos

Anlló Rodríguez, María  
Baena Alonso, Eva  
Barrios Corpa, Jorge  
Barrios Corpa, Roberto  
Beteta Cejudo, M<sup>a</sup> Carmen  
\* Calavera Ruiz, José  
Calderón Bello, Enrique  
Carpintero García, Ismael  
Castillo Fernández, Luis Javier  
Cortés Bretón, Juan María  
Corral Folgado, Claudio  
De la Cuerda del Olmo, Francisco Javier  
Dávila Sánchez-Toscano, Suyapa  
Díaz Heredia, Elena  
Díaz Lozano, Justo  
Díaz Pavón Cuaresma, Eduardo  
Fernández Fenollera, Salvador  
\* Fernández Gómez, Jaime Antonio  
Froilán Torres, Ramiro  
Gil García, Alfonso  
González González, Juan José  
\* González Valle, Enrique  
\* Hostalet Alba, Francisco  
\* Izquierdo Bernaldo de Quirós, José M<sup>a</sup>  
Jiménez Ortiz, Gonzalo  
Ley Urzaiz, Jorge  
Molero Rodríguez, Teresa  
Munugarren Martínez, Miguel Angel  
Recio Cañadas, Alba  
Rocha Muñoz, Sergio de la  
Rodríguez Escribano, Raúl Rubén  
Rodríguez Romero, Jesús M<sup>a</sup>  
Ruiz Fuentes, M<sup>a</sup> Josefa  
Ruiz Jiménez-Alfaro, Felipe  
Sanz Pérez, Lorenzo  
Sirvent Sirvent, Enrique  
Tapia Menéndez, José  
Torre Cobo, María Carmen  
Valdés Fernández de Alarcón, Pablo  
Velázquez Calleja, Beatriz

## Ingeniero en Cartografía y Geodesia

López-Canti Casas, Elisa

## Ingenieros I.C.A.I.

Marín Estévez, Gonzalo  
Escarpizo-Lorenzana Martínez, Jorge

## Ingenieros Industriales

\* Alvarez Cabal, Ramón Amado

Arroyo Arroyo, José Ramón  
Bayonne Sopo, Enrique  
Estrada Gómez, Rafael  
Muñoz Fuentes, Miguel Angel  
\* Santos Olalla, Francisco  
Torruella Martínez, Josep M<sup>a</sup>  
\* Valenciano Carles, Federico

## Ingeniero de Minas

Ramos Sánchez, Adelina

## Dra. en Geografía e Historia

Calavera Vayá, Ana María

## Licenciado en Ciencias Ambientales

Gil Esteban, Luis Miguel

## Licenciados en Geología

Abajo Clemente, Angel  
Blanco Zorroza, Alberto  
Casado Chinarro, Alejandro  
García Tascón, Jorge  
López Velilla, Oscar  
Orejas Contreras, M<sup>a</sup> Carmen  
Usillos Espín, Pablo

## Licenciados en Ciencias Químicas

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

## Licenciados en Derecho

González del Olmo, Alfredo  
\* Jarillo Cerrato, Pedro

## Arquitectos Técnicos

Carrato Moñino, Rosa M<sup>a</sup>  
Domínguez Peris, Eva María  
Gago Morales, Ana María  
Gallego Castro, Sergio  
Martínez Pérez, Inmaculada  
Merlo Rey, Daniel  
Montejano Jiménez, María del Carmen  
Muñoz Mesto, Angel  
Ochoa Marañón, Ainara

## Ingenieros Técnicos Industriales

Alcubilla Villanueva, Rubén  
Díaz-Trechuelo Laffón, Antonio  
Gascón García, Alberto  
González Carmona, Manuel  
Madueño Moraño, Antonio  
Ramírez Rodríguez, José Luis  
Verdú Hoys, David  
Villar Riñones, Jesús

## Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas

Rodríguez Alfonso, Iván

**Ingeniero Técnico de Minas**  
Sillero Arroyo, Andrés

Vicente Girón, Susana  
Zamora Pérez, Angel

**Ingenieros Técnicos Obras Públicas**

Carrero Creso, Rafael  
Ferrerías Reguilón, Gabriel  
Freire Peláez, M<sup>a</sup> Isabel  
Galán de Cáceres, M<sup>a</sup> del Puerto  
García Menéndez, David  
González Isabel, Germán  
González Nuño, Luis  
Gutiérrez Garrosa, Raul  
Huertos Rodríguez, Angel  
Mata Soriano, Juan Carlos  
Millá Níguez, Luis  
Montiel Sánchez, Ernesto  
Muelas Moro, Elena  
Muñoz Mesto, Angel  
Ortiz del Campo, Natalia  
Prieto Antón, Eva Sonia  
Ramos Valdés, Raquel  
Rodríguez García, M<sup>a</sup> Vanessa  
Romero García, Daniel  
Rosa Moreno, José Andrés  
Rozas Hernando, José Juan  
Sánchez Tomé, Elena  
Sánchez Vicente, Andrés  
Sillero Olmedo, Rafael  
Soto López, Elena del  
Suárez Ramos, M<sup>a</sup> Pilar

**Ingenieros Técnicos Topógrafos**

Barragán Bermejo, M<sup>a</sup> Vicenta  
Campos Delgado, Juan Carlos  
Carreras Ruiz, Francisco  
López Jiménez, Luis  
Molero Vicente, M<sup>a</sup> Isabel  
Salado Rodilla, Rafael  
Sánchez Martín, María de la O  
Torés Campos, Ana M<sup>a</sup>  
Vicente Conde, M<sup>a</sup> Isabel

**Licenciado en C. Económicas y Empresariales**

González Chavero, Antonio

**Profesor Mercantil**

Sampedro Portas, Arturo

**Técnicos en Administración de Empresas**

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

**Técnico en Publicidad**

Blanco Armas, Cristina

**Topógrafo**

Alquézar Falceto, Ricardo

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

## CUADERNOS INTEMAC

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

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

Precio de la suscripción Año 2002: 21,97 €



### ULTIMOS TITULOS PUBLICADOS

**Cuaderno N° 47**  
"Mezclas de alto módulo para carreteras. Criterios de utilización y ventajas".  
Autores: **P. VALDÉS FERNÁNDEZ DE ALARCÓN**,  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
**M. T. MOLERO RODRÍGUEZ**,  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

**Cuaderno N° 48**  
"Control de proyecto y patología de estructuras metálicas".  
Autores: **R. ÁLVAREZ CABAL**,  
Ingeniero Industrial.  
**J. R. ARROYO ARROYO**,  
Ingeniero Industrial.  
**S. DÁVILA SÁNCHEZ-TOSCANO**,  
Ingeniero de Caminos.

### CUADERNOS DE PROXIMA APARICION

**Cuaderno N° 49**  
"Sobre las cualidades necesarias para redactar informes de patología estructural".  
Autor: **Prof. J. CALAVERA RUIZ**,  
Dr. Ing. de Caminos.

## MONOGRAFÍAS INTEMAC

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

### MONOGRAFÍA INTEMAC N° 3

"Aspectos visuales del hormigón".

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

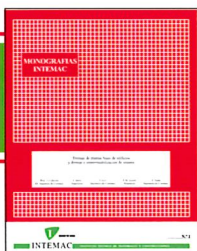
Precio de la Monografía 31,81 €

### MONOGRAFÍA INTEMAC N° 4

"Prefabricación de edificios y naves industriales".

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

Precio de la Monografía 31,81 €



## VIDEOS TÉCNICOS



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

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

REFERENCIA	TÍTULO	CONTENIDO	DURACIÓN	PRECIO
N° 2001 (1-1)	MUESTREO DE HORMIGÓN FRESCO, FABRICACIÓN Y ENSAYO DE PROBETAS DE HORMIGÓN	Contempla de forma completa y detallada el proceso de toma de muestras de hormigón fresco en obra, la medida de la consistencia con el Cono de Abrams, fabricación de probetas, curado en obra, transporte del laboratorio, curado en cámara, refrentado y ensayo a compresión. Esta nueva versión del vídeo 8801 (1), introduce las modificaciones de EHE y un sistema de estudio de la distribución de presiones de la prensa sobre la probeta así como los aspectos particulares del ensayo de hormigones de alta resistencia.	30 minutos	94,79 €

## BOLETIN BIBLIOGRAFICO

BOLETIN BIBLIOGRAFICO 9207 SERVICIO DE DOCUMENTACION



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

EL BOLETIN BIBLIOGRAFICO incluye:

Fotocopia del índice y de los resúmenes de los artículos contenidos en las 105 revistas técnicas que se reciben en el Instituto referentes a los campos de la Edificación, Instalaciones, Obras Públicas y Urbanismo.

Una sección de Normativa reciente, nacional y extranjera.

Secciones de Bibliografía y Cursos.

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

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

## CONSULTAS E INFORMES BIBLIOGRAFICOS

INFORMES BIBLIOGRAFICOS SERVICIO DE DOCUMENTACION



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

Apertura de expediente . . . . .	18 €
Cantidad a abonar por referencia . . . . .	0,36 €
Cantidad a abonar por hoja de fotocopia de documento. . . . .	0,18 €

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

Tarifa correspondiente al Informe Bibliográfico: 90,15 € más la tarifa de la consulta.

## ARTICULOS TÉCNICOS

ARTICULOS TÉCNICOS SERVICIO DE DOCUMENTACION



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

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

P.V.P. 2,40 € / ejemplar.





**NUEVA  
PUBLICACIÓN**

## Manual para la redacción de informes técnicos en construcción

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 72 €



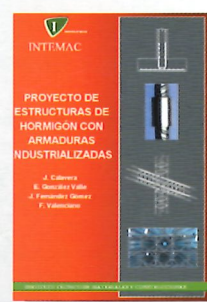
**NUEVA  
EDICIÓN**

## Manual de Ferralla

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

**Nueva edición: Noviembre 2003**

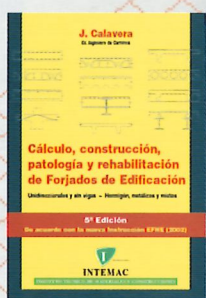
Precio: 38 €



## Proyecto de estructuras de hormigón con armaduras industrializadas

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

Precio: 47 €



## Cálculo, construcción, patología y rehabilitación de forjados de edificación

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 100 €



## Evaluación de la capacidad resistente de estructuras de hormigón

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

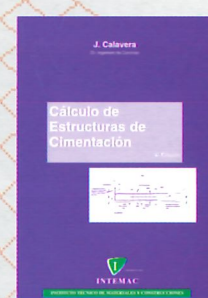
Precio: 58 €



## Muros de contención y muros de sótano

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

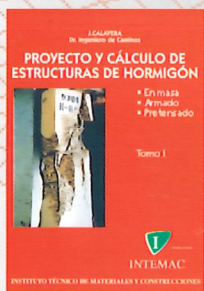
Precio: 71 €



## Cálculo de estructuras de cimentación

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

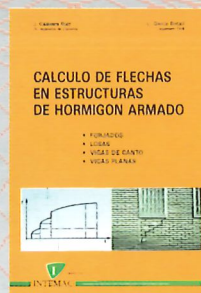
Precio: 71 €



## Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 156 €



## Cálculo de flechas en estructuras de hormigón armado

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

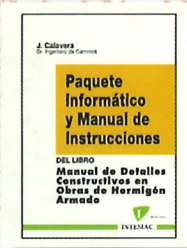
Precio: 50 €



## Manual de detalles constructivos en obras del hormigón armado

J. Calavera (Dr. Ingeniero de Caminos)

Libro: 112 € - Paquete informático: 198 €



INTEMAC

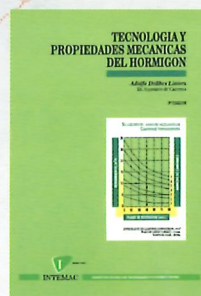
Monte Esquinza, 30, 4º D - 28010 MADRID  
TEL.: 91 310 51 58 • FAX: 91 308 36 09  
E-mail: [intemac@intemac.es](mailto:intemac@intemac.es)  
[www.intemac.es](http://www.intemac.es)



## Hormigón de alta resistencia

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

Precio: 44 €



## Tecnología y propiedades mecánicas de hormigón

A. Delibes (Dr. Ingeniero de Caminos)

Precio: 54 €

## PATOLOGÍA DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO

J. CALAVERA (Dr. Ingeniero de Caminos)  
**Nueva edición: Noviembre 2004**

AGOTADO