

CUADERNOS INTEMAC

El control de Calidad de Grandes Estructuras Metálicas **Quality Control of Large Steel Structures**

Juan M^a Cortés
Dr. Ingeniero de Caminos

Jorge Jordán de Urrís
Dr. Ingeniero de Caminos

Antonio Díaz-Trechuelo
Ingeniero Técnico Industrial



INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

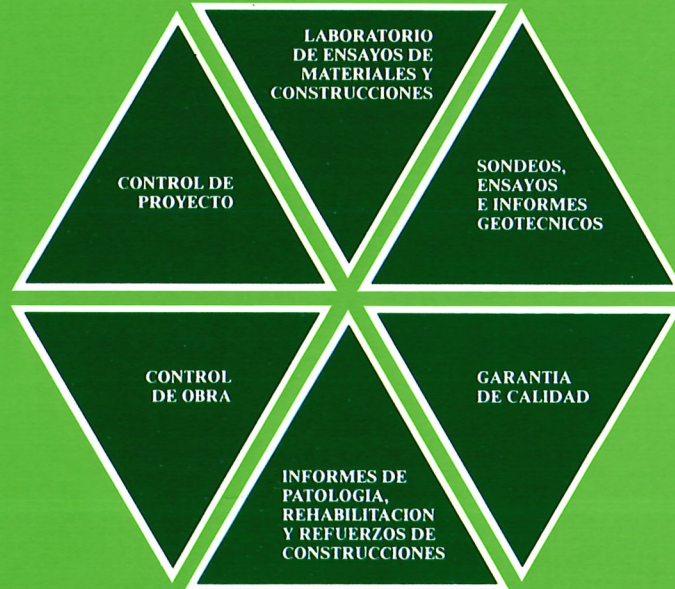
N.º 12
4º TRIMESTRE '93



INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

OBRAS PUBLICAS
EDIFICACION
INSTALACIONES



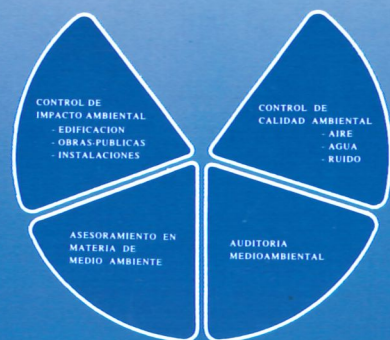
INTEMAC
AUDIT



AUDITORIA TECNICO-ECONOMICA DE CONSTRUCCIONES

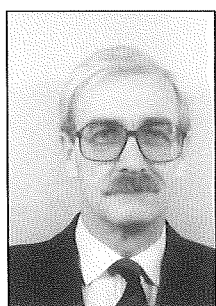


INTEMAC
ECO



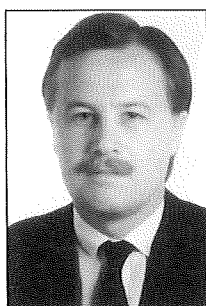
EL CONTROL DE CALIDAD DE GRANDES ESTRUCTURAS METALICAS

QUALITY CONTROL OF LARGE STEEL STRUCTURES



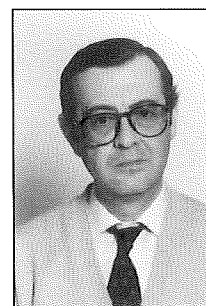
Juan Mª Cortés

Dr. Ingeniero de Caminos.
Director de la División de
Control de Obra de INTEMAC



Jorge Jordán de Urrés

Dr. Ingeniero de Caminos.
Director del Area Primera
de INTEMAC



Antonio Díaz-Trechuelo

Ingeniero Técnico Industrial.
Jefe de la Sección de Control de
Estructuras Metálicas de
INTEMAC

Juan Mª Cortés

Dr. Civil Engineer.
Director of INTEMAC's Work
Control Division

Jorge Jordán de Urrés

Dr. Civil Engineer.
Area 1 Director at INTEMAC

Antonio Díaz-Trechuelo

Industrial Engineer.
Head of INTEMAC's Control
Section for Steel Structures

Copyright © 1993, 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.

I.S.B.N.: 84-87892-15-9

Depósito legal: BI-2163-93

Grafman S.A. - Pol. Ind. El Campillo, Pabellón A2 • 48500 Gallarta (Vizcaya)

INDICE

- 1 INTRODUCCION
- 2 LA LICITACION DE LA OBRA
- 3 ESTABLECIMIENTO DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE RECEPCION
 - MATERIALES
 - FABRICACION
 - MONTAJE
- 4 APLICACION A SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS CONCRETAS
- 5 NORMATIVA APLICABLE

INDEX

- 1 INTRODUCTION
- 2 TENDERING
- 3 PREPARATION OF THE RECEPTION QUALITY CONTROL PLAN
 - MATERIALS
 - FABRICATION
 - ERECTION
- 4 APPLICATION TO SPECIFIC CONSTRUCTION SOLUTIONS
- 5 APPLICABLE CODES

RESUMEN

Nunca como en este último quinquenio se habían abordado en España tantas construcciones de vanguardia con estructura metálica.

Los autores exponen cuales han sido los principales criterios en cuestión de Control de Calidad que han colaborado en salvar con éxito el reto, que esta vez sí debe ser el punto de partida para que la construcción metálica se generalice, compitiendo en condiciones de igualdad con el hormigón armado, y se pueda mantener así el alto nivel técnico y tecnológico alcanzado.

1 INTRODUCCION

El Control de Calidad de las Estructuras Metálicas que presentan características especiales relacionadas con el tamaño, tipo de material empleado o tecnología avanzada, plantea una problemática específica que afecta de forma compleja al proceso constructivo habitual.

INTEMAC en los últimos años y a través de su intervención en varios Proyectos de este tipo, como: Torre Europa, Hangar nº 6 de IBERIA en Barajas, Torre Picasso, Hotel Les Arts, Torre Mapfre en Barcelona, Torres Kio, Puente sobre el Guadiana en Mérida, Puente Alfonso XIII en Sevilla, etc., ha adquirido una experiencia en el Control de Calidad de estas estructuras, que le ha permitido poner en marcha un Procedimiento de Control específico para su tratamiento idóneo y resuelve los innumerables problemas que, como hemos citado, trae consigo el diferente marco en que se desarrollan este tipo de construcciones.

Por otro lado, la variedad de la procedencia de los Proyectos, nos ha permitido entrar en contacto con las técnicas más avanzadas que hoy están siendo empleadas en el mundo y que han exigido la aplicación de criterios de aceptabilidad diversos, aspectos que se tratan en los apartados siguientes.



Queremos por último aclarar que, en general, el contenido del documento se refiere al Control de Recepción de la Estructura, que necesariamente exige la existencia por parte del fabricante, montador o constructor de un Control de Producción homogéneo y previo al anteriormente citado y que también mencionaremos más adelante. No se abordan, por tanto, los aspectos relacionados con el Control del Proyecto de la Estructura, actividad que consideramos básica y que debe realizarse con anterioridad a la contratación de la obra.

FOTO 1. VISTA GENERAL DE TORRE PICASSO. MADRID
PHOTO 1. GENERAL VIEW OF THE PICASSO TOWER. MADRID

ABSTRACT

Over the last five years more pioneering steel structures have been constructed in Spain than ever.

The authors indicate the main criteria for the Quality Control which have been employed to meet this challenge. A control which should be the starting point for steel structures to compete in equal terms with reinforced concrete and thus maintain the high technical and technological standards achieved to date.

1 INTRODUCTION

The Quality Control of Steel Structures is characterized by the size, type of material or the advanced technology employed in the structure, and this presents a particular problem which complicates the normal construction process.

As a result of **INTEMAC's** intervention in recent years on projects of this type, such as: the Europa Tower, Hangar no. 6 for **IBERIA** at Barajas Airport, Picasso Tower, Hotel Les Arts, Mapfre Tower in Barcelona, the Kio Towers, the bridge over the River Guadiana in Merida, the Alfonso XIII Bridge, we have gained experience in the Quality Control of these structures. This has enabled us to put a specific Control Procedure into practice which suitably deals with and solves the innumerable problems which arise from this type of constructions.

The diverse origin of many of these projects has put us in touch with the most advanced techniques employed in the world today and this has required the application of different criteria of acceptability, which will be dealt with in this paper.

Finally, we would like to clarify that the contents of this document generally deal with the Reception Control of the Structure. This obviously demands homogeneous Production Control, prior to delivery, on the

part of the fabricator and erector, and of which will speak later on. As a result, we have not tackled aspects related to Design Control of the structure, which we consider to be a basic activity which should be carried out before taking on the work.

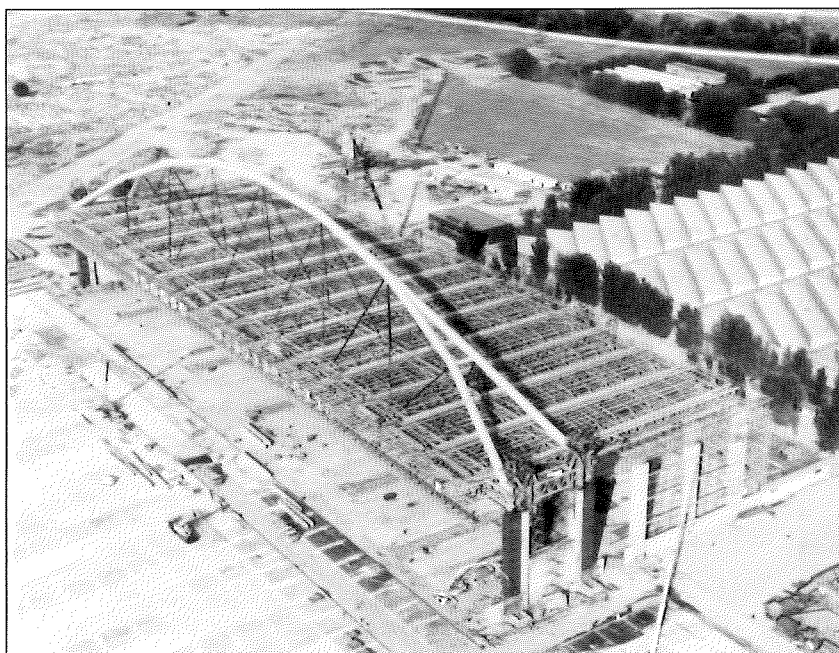


FOTO 2. VISTA GENERAL DEL HANGAR N° 6 DE IBERIA. MADRID
PHOTO 2. GENERAL VIEW OF IBERIA's HANGER No. 6. MADRID

2 LA LICITACION DE LA OBRA

Aunque aparentemente se salga fuera de los aspectos técnicos que queremos tratar aquí, la experiencia indica que muchas de las dificultades que se sufren durante la construcción de la estructura tienen su origen en un inadecuado proceso de licitación. La falta de especificaciones en el Pliego de Condiciones del Proyecto adecuadas a la complejidad de la obra, la fijación de un marco normativo utilizable, ya que en general la normativa española se queda “corta” para este tipo de construcciones y la necesidad de que el Constructor principal, el Fabricante del material, el Taller y el Montador establezcan un Sistema de Calidad que les permita controlar su producción antes de la recepción por la Propiedad, son tres aspectos que consideramos básicos y deben acordarse previamente a la Contratación de la obra, para lo cual resultan básicas las aportaciones del Proyectista y del Organismo de Control Técnico Independiente, que intervendrá en el desarrollo de la obra y debería haber supervisado el Proyecto.

En definitiva los puntos importantes a debatir previamente a la contratación, pueden resumirse en los siguientes:

- a) El Proyecto deberá incluir las especificaciones completas sobre Normativa a aplicar, tipo o tipos de materiales, protocolos de recepción, tolerancias, proceso constructivo, características y métodos de ejecución de las uniones, etc. y deberá ser supervisado previamente por un Organismo de Control Independiente.
- b) El Constructor deberá preparar su oferta tras un estudio detallado del proceso de fabricación y montaje, con los condicionantes que se establezcan en el Proyecto, incluyendo a sus posibles colaboradores en Recepción y Fabricación de Materiales y Montaje en obra, con especial énfasis en el Control de Producción de todas las operaciones y plantear un Sistema de Garantía de Calidad interno, indicando el Plan de Puntos de Inspección (P.P.I.) en Taller y Obra.
- c) Deberá informarse al Constructor del Plan de Control de Recepción que ejercerá la Propiedad a través de una Organización de Control Técnico Independiente, con arreglo al cual preverá la disponibilidad de muestras de los materiales a utilizar y de los “puntos de espera” necesarios para llevarlo a cabo.

3 ESTABLECIMIENTO DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE RECEPCION

En este Apartado nos vamos a referir al Control de Recepción que debe realizar la Propiedad a través de una Organización Independiente y haremos mención del Control de Producción a llevar a cabo por el Constructor, siendo importante distinguirlos bien, ya que están muy ligados en cuanto a los ensayos e intensidades con que se desarrollen ambos, para que conformen un Sistema homogéneo de comprobación de la calidad.

2 TENDERING

While tendering apparently falls outside the scope of the technical aspects we wish to deal with here, our experience has shown that many of the difficulties that arise during construction are the result of an unsuitable tendering process. Three basic factors which we consider to be vital are: a) the lack of technical specifications in the General Specifications chapter which reflect the complexity of the work; b) the establishment of a usable framework of building codes, due to the fact that Spanish codes normally fall short on this type of construction, and c) the need for the main Contractor, the steel supplier, the workshop and the erector to establish a Quality System which controls production before delivery to the Owner. These factors should be agreed prior to the contracting of the work, and therefore the contribution of the Designer and the Independent Technical Control Organization, which will intervene in the development of the work and which should have supervised the Design, may be considered to be a basic characteristic.

The main points to be discussed prior to contracting can therefore be summarized as follows:

- a) The design should include complete technical specifications regarding the Standards to be applied, type or types of materials, delivery procedures, tolerances, construction process, jointing methods and characteristics, etc., and should be previously supervised by the Independent Control Organization.
- b) The Constructor should prepare his bid after a detailed study of the fabrication process and assembly, in accordance with the conditions established by the Design, and of their possible collaborators in Delivery and Manufacture of Materials and for Assembly on site, placing particular emphasis on the Production Control of all operations and the establishment of an internal Quality Guarantee System, indicating a Plan of Inspection Points both in the Plant and on Site.
- c) The Constructor should be informed of the Reception Control Plan carried out by the Owners through the Independent Technical Control Organization, in order to provide for material samples and "pick up" points from which they may be carried out.

3 PREPARATION OF A RECEPTION QUALITY CONTROL PLAN

This section will deal with the Reception Control which should be made by the Client through an Independent Organization and the Production Control carried out by the Constructor. It is important to make a clear distinction between these two aspects as they are very much interrelated in terms of tests and intensity of work, so that they both form a homogeneous system of quality verification.

Un Plan de Control de Recepción de una construcción de estas características, con base en el conocimiento completo de la información del Proyecto, Proceso Constructivo, Normativa y Agentes intervinientes en la Construcción, debe incluir el desarrollo de las siguientes actividades:

- Control de Materiales.
- Control de la Fabricación en Taller.
- Control del Montaje en Obra.

A continuación pasamos a desarrollar cada uno de estos apartados:

CONTROL DE MATERIALES

Aunque los materiales pueden ser muy diversos, consideraremos los que habitualmente forman parte de una estructura metálica de este tipo: Acero estructural, tornillos, tuercas y arandelas, conectadores y materiales de aportación para uniones soldadas.

Como es habitual en cualquier Control de Materiales, éste se realiza con base en el establecimiento de unos lotes o partes, sujetos a evaluación de una sola vez, de unos criterios o niveles de muestreo, normalmente aleatorios, de unos ensayos para comprobar determinadas características del material y de unos criterios de aceptación y rechazo de cada lote, todo ello referido a la correspondiente Normativa.

ACERO ESTRUCTURAL

Con respecto al acero estructural, cabe comentar como particular de este tipo de estructuras los siguientes aspectos:

- a) Cada tipo de acero y/o material (chapa, perfil, tubos) debe recepcionarse por separado, incluso utilizando Normas diferentes a veces.
- b) El muestreo debe realizarse en Factoría o a lo sumo en el Taller y con anticipación sobre la manipulación del material, para no provocar retrasos o rechazos de material ya conformado.
- c) Deben exigirse siempre los Certificados de Garantía del Fabricante, identificando coladas, de acuerdo con los formatos, p. ej. de la Norma UNE 36.080.
- d) El Constructor deberá llevar por si mismo o a través del Taller, un estadillo de control de entrada de cada partida de material y de su destino, pieza a pieza según Planos de Taller.
- e) El material quedará identificado claramente a su salida de Factoría con un sistema de marcado indeleble, que permita identificar la clase de acero, tipo de producto, dimensiones, colada, marca de fábrica y número de orden de fabricación, garantizando el cumplimiento de las tolerancias exigidas en Proyecto al material, según la Norma correspondiente.
- f) La intensidad de muestreo por colada y producto se establecerá en función de las toneladas que integren el pedido.
- g) La normativa aplicable puede ser la UNE 36.400 para el muestreo y las UNE 7.472 y 7.474 para los ensayos.
- h) El personal de Control que realice el muestreo tendrá plena libertad de elección de muestras aleatorias, para lo cual los productos deberán fabricarse con determinados sobrelargos o tener la capacidad de fabricar piezas de recambio.

A Reception Quality Control Plan of a construction of these characteristics, based on a complete knowledge of Design information, Construction process, Standards and Intervening Factors of the Construction, should include the development of the following activities:

- Control of Materials
- Control of Fabrication in the Workshop
- Control of Erection

Each of the above will be considered in the following sections:

CONTROL OF MATERIALS

While the materials involved may be very diverse, we will take those that normally make up a steel structure of this type: Structural steel, nuts, bolts and washers, studs and welding consumables.

It is common practice in any Control of Materials to prepare lots or groups, subject to one sole evaluation, based on normally aleatory criteria or sample levels, which are then subject to testing to determine specific characteristics of the material and from which they may be accepted or rejected, all in accordance with the corresponding Codes of Practice.

STRUCTURAL STEEL

The particular aspects regarding structural steel are as follows:

- a) Every type of steel and/or material (plate, sections, tubes) should be received separately, and sometimes it may be necessary to use different codes.
- b) The sampling should be carried out in the Factory or in the workshop at most and prior to the handling of the material in order to prevent delays or rejections of already approved material.
- c) One should always demand a Manufacturer's Guarantee Certificate identifying castings, in accordance with the format, e.g UNE (Spanish Code) 36,080.
- d) The Constructor should carry out or have the Workshop carry out statistical control of the entry of each item of material and its destination, piece by piece in accordance with Shop Details.
- e) The material must be clearly identified on leaving the factory by an indelible marking system, which will enable the identification of steel type, product type, dimensions, casting, trademark and manufacturing order number, guaranteeing the observance of tolerances required of the material in the design, in accordance with the corresponding Code.
- f) The intensity of sampling per casting and product will be established in accordance with the weight of the order.
- g) The Code applied could be the UNE (Spanish Code) 36,400 for sampling and UNE 7,472 and 7,474 for testing.
- h) The Control personnel who carry out the sampling should be completely free to select samples at random, and therefore the products should be manufactured with certain extensions or the facility to manufacture spare parts should be provided.

- i) Los ensayos que normalmente deben realizarse son los normativos para comprobar:
- Límite elástico.
 - Tensión de rotura.
 - Alargamiento de rotura.
 - Resiliencia (chapas y tubos).
 - Doblado (perfilería).
 - Análisis químicos (solo en casos especiales).
- j) Las muestras se obtendrán con las dimensiones suficientes para obtener por mecanización las probetas indicadas por la normativa, desaconsejándose la utilización de muestras de tamaño nominal inferior.

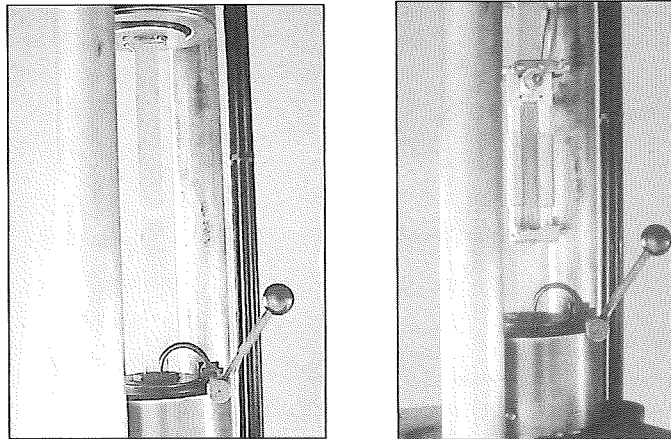


FOTO 3. ENSAYO DE TRACCION DE UNA PROBETA DE ACERO
PHOTO 3. TENSILE TEST ON A STEEL SPECIMEN

TORNILLOS, TUERCAS Y ARANDELAS

Bajo el mismo esquema general planteado para el acero estructural, el Control de estos materiales debe realizarse teniendo en cuenta los apartados siguientes:

- a) Las Normas aplicables para tornillos pueden ser la MV 107 española, la ISO 898, o las americanas ASTM A-490 y A-325.
- b) Los productos estarán grabados con marcas indelebles que identifiquen la calidad del acero y el Fabricante.
- c) La intensidad de muestreo será del 1 al 3% del total de unidades.
- d) Los ensayos a realizar determinarán la calidad del material en lo referente a:
 - Tornillos: Tracción y defectos superficiales (Partículas magnéticas).
 - Tuercas y Arandelas: Dureza.

CONECTADORES

Los aspectos destacables son:

- a) No existe normativa española de aplicación. Se recomienda la utilización de la ASTM-A-108 y la AWS D.1.1. para su caracterización (Stud Welding).
- b) La intensidad de muestreo puede estar en torno al 0,5%.
- c) El ensayo de caracterización recomendado es el de tracción.

- i) The tests which should normally be carried out are those described in the codes to verify:
- Yield strength
 - Ultimate tensile strength
 - Elongation at rupture
 - Resilience (sheet and tubes)
 - Bending (sections)
 - Chemical analysis (only in special cases)
- j) The samples should be obtained with sufficient dimensions to provide the mechanization of the specimens indicated by the codes, thus it is inadvisable to use nominally smaller samples.



FOTO 4. MARCAS DE CALIDAD EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES
PHOTO 4. QUALITY SEALS ON STRUCTURAL ELEMENTS

BOLTS, NUTS AND WASHERS

The Control of these materials should be carried out following the general layout established for structural steel, and paying particular attention to the following items:

- a) The Codes applicable for bolts may be that of the Spanish MV 107 and ISO 898, or the American Code ASTM A-490 and A-325.
- b) The products should be imprinted with indelible marks indicating the quality of the steel and the Manufacturer's name.
- c) The intensity of sampling should be 1 to 3% of the total number of units.
- d) The tests carried out will determine the quality of material with regards to:
 - In Bolts: Tensile Test and surface defects (Magnetic particles)
 - In Nuts and Washers: Hardness

STUDS

The most important aspects are:

- a) That there is no Spanish code applicable. The use of ASTM A-108 and AWS D.1.1 is recommended for its characterization (Stud Welding).
- b) The intensity of the sampling may be around 0.5%.
- c) The recommended characterization test is that of tensile testing.

- d) En el caso de utilizar los conectadores de conexión parcial en L, fijados mediante clavado, deben seguirse estrictamente las recomendaciones del Fabricante, al no existir aún una Norma de aplicación.

MATERIALES DE APORTACION PARA UNIONES SOLDADAS

El Control de Recepción debe tener en cuenta lo siguiente:

- a) Se recomienda utilizar la Norma AWS D.1.1., norteamericana, respetando los Procedimientos Homologados de soldadura que vayan a ser utilizados que normalmente responden a los Procesos de Soldeo de electrodo revestido, arco sumergido y semiautomático.
- b) Se vigilarán las condiciones de almacenamiento y utilización en función de las recomendaciones del Fabricante y de los Certificados de Garantía del material.

CONTROL DE LA FABRICACION EN TALLER

Para realizar las actividades de Control de Recepción en Taller de una manera eficaz, es preciso que los Procedimientos de Fabricación cumplan una serie de requisitos relativos a la organización del trabajo y a la optimización de las operaciones, sin los cuales resultaría casi imposible obtener un nivel de calidad adecuado y por tanto, realizar un Control de Recepción significativo. Por ello es objeto prioritario de éste comprobar que se dan estas características de trabajo en el Taller finalmente seleccionado antes de que se inicie la fabricación de piezas.

En función de las especificaciones y planos del Proyecto, el Taller debe tener capacidad para preparar un dossier de información que recoja los siguientes aspectos:

- a) Planos de Taller en los que se represente pieza a pieza todo el conjunto de la estructura, con todos los detalles necesarios para su fabricación; dimensiones, definición geométrica, taladros, uniones soldadas, acabado de superficies de unión, rugosidades, etc.
- b) Procedimientos a utilizar para corte y taladrado del material; Hojas de Corte y Plantillaje.
- c) Resolución de las uniones previstas.
- d) Procedimientos de soldadura con sus Certificados de Homologación.
- e) Relación de operarios soldadores y sus correspondientes Homologaciones.
- f) Métodos de reparación de superficies y protección.
- g) Procedimiento de Control de Producción tanto dimensional, como de las uniones soldadas (en ángulo, de penetración parcial y de penetración total).

Una vez en poder del Organismo de Control de Recepción tal información, se asegurará que con los medios humanos y materiales disponibles, el Taller es capaz de abordar la fabricación y concretará las actividades a realizar para la Recepción de los elementos fabricados, que básicamente debe abarcar las siguientes actividades:

1. Recepción en Taller del material, controlado previamente en Factoría.
2. Supervisión de los Planos de Taller, hojas de corte, plantillaje y Certificados de Homologación de uniones y soldadores.
3. Control de las operaciones de corte.

- d) Where connectors are used with a partial connection in L, fixed by fasteners, then this should strictly follow the Manufacturer's recommendations, as there is no applicable code.

WELDING CONSUMABLES

The Reception Control should take into account the following:

- a) The American code AWS D.1.1 is recommended, with respect to the Approved Procedures of welding to be employed, and normally refer to coated electrode, submerged arc and semi-automatic welding.
- b) Conditions of storage and use should be supervised in accordance with the Manufacturer's instructions and the Guarantee Certificates of the material.

SHOP PRODUCTION CONTROL

In order to carry out tasks related to the Shop Production Control in an efficient manner, it is necessary that the Manufacturing Procedures comply with a number of requirements regarding work organization and optimization of operations. If this is not the case it will be almost impossible to obtain a suitable level of quality and thereby a significant Production Control. It is therefore of prime importance to verify that these working conditions apply in the finally selected Workshop prior to the initiation of production of items.

In accordance with the design specifications and plans, the Workshop should be able to prepare a dossier of information which includes the following aspects:

- a) Shop drawings which show the whole of the structure piece by piece, including all the necessary details for their manufacture; dimensions, geometrical definition, drill holes, welded joints, surface finish of joints, roughness, etc.
- b) Cutting and drilling procedures for the material; bits and templates.
- c) Joint engineering
- d) Welding procedures and their Certificates of Approval
- e) List of welders and their corresponding Certification
- f) Methods of surface repair and protection
- g) Production Control Procedure both dimensional as well as for welded joints filled, partial or complete penetration, etc.

Once this information is in the hands of the Approval Control Organization, it should be ascertained whether, with the human and material resources available, the Workshop is able to undertake the production and then to establish the activities necessary for the reception of manufactured elements. This should basically cover the following activities:

1. Delivery of material to the Workshop, which has been previously controlled in the Factory.
2. Supervision of the Shop Drawings, cutting sheets, templates and Certificates of Approval for joints and welders.
3. Control of cutting operations.

4. Control de ejecución de las uniones soldadas mediante muestreo compatible con el utilizado por el Control de Producción y utilizando técnicas de:
 - Inspección visual y control dimensional.
 - Líquidos penetrantes.
 - Partículas magnéticas.
 - Gammagrafías.
 - Ultrasonidos.
5. Comprobación de uniones atornilladas.
6. Control dimensional de elementos terminados, para lo cual es imprescindible prácticamente siempre contar con una Mesa de Comprobación y el Plantillaje necesario, con lo que la colaboración del Taller se hace imprescindible.



FOTO 5. ENSAYO DE ULTRASONIDOS
PHOTO 5. ULTRASONIC TESTING

CONTROL DEL MONTAJE EN OBRA

De la misma manera que lo expuesto para la Fabricación en Taller, el Control de Recepción debe planificarse en función de los Procedimientos con que vaya a trabajar el Montador de la estructura, que no tiene por qué coincidir con el Taller.

Es necesario, por tanto, que se prepare la documentación relativa a:

- a) Planos de Montaje, que recojan la resolución de los encuentros entre elementos estructurales y sus correspondientes detalles.
- b) Plan de Montaje, que establezca el orden de colocación de elementos y su prelación, los medios auxiliares necesarios para mantener la posición de elementos premontados, plazos mínimos entre las diferentes operaciones, etc.
- c) Control topográfico durante la construcción.
- d) Ejecución de soldaduras.
- e) Sistema de apriete de tornillos, medios de comprobación y orden de apriete.
- f) Colocación de medios de conexión con otras partes de la estructura como son los forjados.

A la vista del Procedimiento Constructivo descrito en dicho documento, el Control de Recepción deberá comprobar todos y cada uno de los aspectos de montaje descritos, mediante muestreos, ensayos, inspecciones y pruebas, que establezcan un contraste de los resultados que el Montador debe alcanzar en cada una de las operaciones.

4. Control of welding operations by sampling which is compatible with that used by Production Control and using the following techniques:
 - Visual inspection and dimensional control
 - Dye penetrant
 - Magnetic particles
 - Gammagraphs
 - Ultrasonic testing
5. Checking of bolted joints
6. Dimensional control of finished elements, where it is essential to have a checking Table and the necessary templates available. The collaboration of the Workshop in this factor is indispensable.



FOTO 6. ENSAYO DE LIQUIDOS PENETRANTES
PHOTO 6. DYE PENETRANT TESTING



FOTO 7. ENSAYOS SOBRE CONECTADORES SOLDADOS
PHOTO 7. TESTING WELDED CONNECTIONS

CONTROL OF ASSEMBLE IN-SITU

The Reception Control, in the same way as that given under Workshop Production, should be planned in accordance with the Procedures which will be employed by the Erector of the structure, which does not always have to coincide with the Workshop.

It is therefore necessary to prepare documentation regarding the following:

- a) The Erection Drawings, showing the solutions of joints between structural elements and their corresponding details.
- b) The Erection Plan, which establish the order of placement of the elements and their priority, the auxiliary methods necessary to hold the preassemble elements in position, the minimum period of time between different operations, etc.
- c) Surveying during construction.
- d) Welding procedures.
- e) System of tightening bolts, checking methods and order of tightening.
- f) Placement of connection methods with other parts of the structure such as the decks.

In view of the Construction Procedure described in the said document, the Reception Control should check each and every one of the aspects of assembly described, by way of sampling, tests and inspections, which establish the level of results which the Fitter should reach on all operations.

Así podemos destacar las comprobaciones siguientes:

- Recepción del material fabricado.
- Estado de los acopios de piezas en obra.
- Almacenamiento de materiales diversos.
- Situación y dimensiones de los elementos estructurales colocados.
- Preparación de superficies y juntas a unir mediante tornillos o soldaduras.
- Verificación de procesos de soldeo.
- Apriete de tornillos.
- Colocación de conectadores.

4 APLICACION A SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS CONCRETAS

Como ya ha quedado dicho, durante estos últimos años INTEMAC ha tenido ocasión de participar en el Control de Proyectos de gran envergadura, tanto por lo que representa el número de toneladas de estructura metálica a montar en breve tiempo, como es el caso de Torre Picasso en Madrid (10.000 toneladas en 10 meses), como por la dificultad de resolución de determinados detalles constructivos en el Hangar nº 6 de IBERIA o como por la dificultad del montaje en el caso de las Torres inclinadas de Puerta Europa, entre otras.

A continuación pasamos revista a algunas de estas construcciones, resaltando los aspectos más significativos que incidieron en el Control de Recepción realizado.

TORRE PICASSO (Madrid)

Enfrentarse al reto de controlar la ejecución del edificio más alto construido, hasta ese momento, en España y utilizando procedimientos constructivos americanos, nos infundió respeto desde el primer momento. Las grandes solicitaciones verticales sobre los pilares y el sistema utilizado para absorber las acciones horizontales, concentrando todo en la estructura de fachada (esquema de tubos), obligaba a manejar, en casi la mitad de la estructura, elementos armados a base de chapas de hasta 150 mm. de espesor, por supuesto, nada habituales en el mercado español.

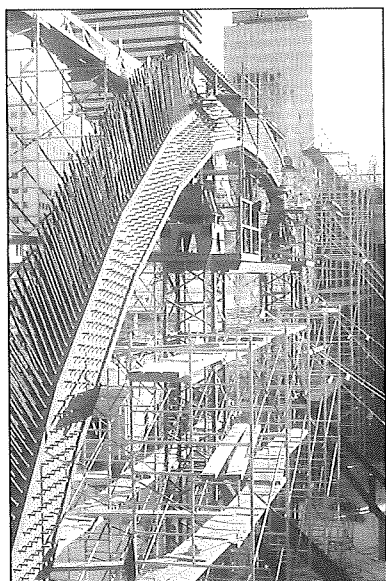


FOTO 8. VISTA DE LA ESTRUCTURA DEL ARCO DE TORRE PICASSO
PHOTO 8. VIEW OF THE ARCH STRUCTURE ON THE PICASSO TOWER

Este último aspecto incidió en la necesidad de realizar ensayos tecnológicos, para comprobar que con los procedimientos de soldeo utilizados la zona de material base afectada técnicamente por la soldadura, se mantenía por encima de la resiliencia exigible a todo el elemento estructural, evitando, por tanto, la fisuración en la unión.

The most important verifications are as follows:

- Delivery of manufactured material.
- State of stocks of items on site.
- Storage of diverse materials.
- Situation and dimensions of placed structural elements.
- Preparation of surfaces and joints to be bolted or welded.
- Checking the welding procedure.
- Tightening of bolts.
- Welding of studs.

4 APPLICATION TO SPECIFIC CONSTRUCTION SOLUTIONS

As we have already mentioned, in recent years Intemac have been involved in the Control of very important projects, with regards to both the large tonnage of the steel structure to be erected over a limited period of time, as was the case of the Picasso Tower in Madrid (10,000 tones in 10 months), and to the difficulty of solving specific construction details such as IBERIA's Hangar no. 6 or the difficulty of erection as was the case in the leaning Towers of the Puerta Europa, among others.

There follows an examination of some of these constructions, underlining the more significant aspects with regards to the Reception Control carried out.

PICASSO TOWER (Madrid)

From the very beginning, the fact of controlling the construction of the highest building built in Spain to date and employing American construction procedures, was indeed an awesome challenge. The large vertical loads placed on columns and the system employed to absorb horizontal actions, concentrating everything in a exterior structure (a tube system), made it necessary to use reinforced elements employing steel plates of up to 150mm thick over almost half the structure, all of which being most infrequent in the Spanish market.

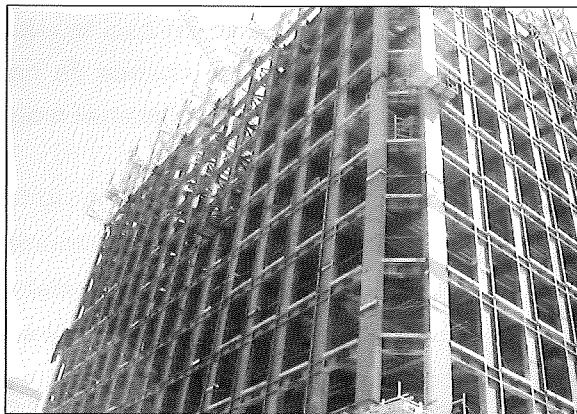


FOTO 9. VISTA DE LA ESTRUCTURA DE LA FACHADA DE TORRE PICASSO
PHOTO 9. VIEW OF THE FACADE STRUCTURE ON THE PICASS TOWER

This last aspect influenced the need to carry out technological tests, in order to verify that, with the welding procedures employed, the area of base material which would be termically affected by the welding, would remain above the required resilience for the whole of the structural element, and thereby avoiding any cracking at the joint.

Destacaremos en esta obra, la importancia que la especificación del grado del acero representó en las chapas y la singularidad, dados los elevados espesores existentes, que tenía la toma de muestras de los mismos, de acuerdo a las Normas UNE 36300 y 36400.

El montaje en obra comenzó prácticamente con el del arco de entrada de la fachada principal, que previamente hubo de presentarse en el Taller, para reducir al máximo las posibilidades de aparición de desviaciones "in situ". Esta práctica creemos es imprescindible llevarla a cabo cuando se trata de elementos singulares como es el caso y en donde el Taller de apoyo, que debe existir en la obra, no puede realizar las correcciones que pudieran derivarse de errores relacionados con replanteos, enfrentamientos de piezas, la acción de la gravedad sobre determinados elementos o las dilataciones y contracciones térmicas.

Las soldaduras realizadas en el Taller fueron de penetración parcial o total, llegando en algunas ocasiones a necesitar de 70 pasadas. Para el control de las mismas se utilizó, en general, la técnica del ultrasonido, siendo preciso llevar a cabo una previa puesta a punto del método, para, analizando los diferentes tipos de defectos que pudieran aparecer, permitir el tarado de aparatos y entrenamiento de los inspectores.

Una vez que los elementos eran aprobados por el Autocontrol del Taller, entraba en funcionamiento el Control de Recepción, llevando a cabo un Control Dimensional realizado al 100% y el de las soldaduras aplicado con diferentes porcentajes. Cada elemento se hacía acompañar de una Ficha en la que se indicaba la historia de control del mismo y la aprobación para su expedición a obra, donde existía el correspondiente Registro de Entrada.

El Control del Montaje fué llevado a cabo desarrollando un Plan en el que destacaban, por encima de otras, las siguientes operaciones:

- Control de posicionamiento de las cabezas de pilares.
- Control de situación del pie de pilar sobre la cabeza inmediatamente inferior.
- Control de preparación de juntas para soldar (enfrentamiento y biseles).
- Control durante la ejecución de las soldaduras de los parámetros de soldeo utilizados.
- Control de las soldaduras a posteriori, utilizando líquidos penetrantes, partículas magnéticas ultrasonidos y gammagrafías.
- Control de apriete de tornillos utilizando la técnica de la "arandela deformable".

En algunos casos se necesitó llevar a cabo comprobaciones a más de 48 horas, para observar si existían fisuras motivadas por tensiones residuales.

HANGAR Nº 6 DE IBERIA

La cubierta de este Hangar, **Record del Mundo de luz** en el momento de su puesta en Servicio, consiste en una estructura espacial formada por un arco de 240 metros de luz del que cuelgan dos vigas principales que soportan a su vez unas transversales denominadas secundarias en uno de sus extremos, apoyando el otro en unas pilas de hormigón. Todos los elementos están conformados con tubos que, en el caso del arco, llegaban a ser de 2,15 m. de diámetro.

Toda la cubierta fue montada en el suelo, procediendo posteriormente al izado de la misma, resultando ésta una operación en la que fue preciso esmerar el control de presiones en los gatos de izado para mantener la nivelación de la estructura en todo momento.

On this work we would underline both the importance the specification of the degree of steel had in the plates and the singularity of the taking of specimens, in accordance with Spanish codes UNE 36300 and 36400, due to the large thicknesses involved.

The assembly of the work began to all extents and purposes with the entrance arch on the main facade, which had to be submitted to the Workshop in order to reduce to a minimum the possibilities of deformation arising in situ. We feel that it is essential to carry out this practice when dealing with particular elements such as this and where the support Workshop, which should be placed on site, cannot carry out the corrections which may arise from errors related to layout, facing of elements, the action of gravity on specific elements or thermal expansion or contraction.

The welding carried out in the workshop was of either partial or complete penetration, requiring up to 70 runs on occasions. Ultrasound techniques were generally employed to control the welding, and it was necessary to carry out a prior tuning of the method in order to analyse the different types of defect that may arise and enabling the correct working of the apparatus and the training of inspectors.

Once these elements were approved by the Workshop's control section, the Reception Control could then operate, carrying out a 100% Dimensional Control and applying different percentages of control to the welds. Each element was given a card indicating the control record of the same and its approval for delivery to site, where it would then be recorded in the corresponding Delivery Register.

The Assembly Control was carried out by developing a Plan which included the following operations over and above any others:

- Control of placement of columns top.
- Control of placement of column bases on the top of the column immediately below.
- Control of preparation of grooves.
- Control during welding of the parameters of solder employed***
- Post welding control, using dye penetrants, magnetic particles, ultrasonic and gammagraphs.
- Control of tightness of bolts using the "direct tension " indicators.

In some cases it is necessary to carry out verifications after 48 hours have passed, to observe whether cracking has been caused by residual tension.

IBERIA's HANGAR No 6

The roof deck of this Hangar, which at the time of erection held the **World Record for longest span**, consists of a spacial structure made up of a 240 metre span arch from which two main beams are hung and which in turn support transversal or secondary beams at one end, the other end being supported on concrete columns. All of the elements are made up of tubes which in the case of the arch reach up to 2.15 m in diameter.

The whole roof deck was assembled on the ground and then hoisted into place. This operation required particular care to be taken in the control of pressures of the hoisting jacks in order to maintain the correct level of the structure at all times.

El Control de Recepción del material se efectuó en factoría, tanto en lo que se refiere al material base de diferentes espesores, llevando a cabo muestreos, como en lo referido a las soldaduras de costura helicoidales o longitudinales, en donde para su comprobación se utilizaron generalmente métodos gammagráficos.

Para la recepción de los tubos se utilizó como Norma de referencia la API 5L, haciendo hincapié en el valor de la resiliencia en zona próxima a la soldadura, así como en la tracción en el sentido indicado en la citada Norma.

El Control de Ejecución en el Taller de las diferentes vigas, se basó en la exigencia de procesos de Autocontrol en los diferentes Talleres que actuaron al respecto y en la aplicación de un riguroso Plan de Control de Recepción en donde destacaban las siguientes operaciones:

- Control dimensional de las vigas tridimensionales verificando la situación de los elementos (tubos) que conformaban aquellas en el espacio, comprobando además, mediante la presentación de un tramo con el siguiente, que a posteriori en la obra no existirían problemas de enfrentamiento. Este aspecto, muy importante, exigió medios especiales en los Talleres y plazos de espera, antes de realizar la expedición de los diferentes tramos a la obra.
- Control de las soldaduras, utilizando las técnicas de líquidos penetrantes, ultrasonidos y gammagrafías. La técnica de líquidos penetrantes se utilizó de forma estadística y con criterios de muestreo en las diferentes uniones existentes. Los ultrasonidos fueron más empleados, previa puesta a punto del método, en las uniones transversales entre tubos y las gammagrafías en las uniones longitudinales entre las mismas.

El Control de Ejecución de la obra, en la parte a la que nos estamos refiriendo de la misma, es decir, la estructura metálica, exigió un ordenado proceso de análisis del Control de Producción que se iba realizando y del muestreo posterior de Recepción, tratando de identificar las soldaduras, así como los soldadores que las realizaban.

Debemos destacar la importancia de la aplicación de las tolerancias de montaje, que sirvieron para dar el visto bueno a la ejecución de uniones en condiciones que garantizaran la seguridad de las mismas. Estas tolerancias fueron pactadas con la Constructora previamente, en función del grado de dificultad de cada operación, manteniendo la congruencia con las tolerancias generales exigidas a la cubierta por seguridad y funcionalidad.



FOTO 10. OPERACION DE IZADO DE LA CUBIERTA DEL HANGAR N° 6 DE IBERIA
PHOTO 10. HOISTING OPERATION OF THE ROOF DECK OF IBERIA'S HANGAR No.6

The Reception Control of the material was made in the factory, with regards to both the base materials of different thicknesses, and where sampling was necessary, as well as that regarding helicoidal or longitudinal seam welds, which were generally checked by gammagraph.

The acceptance of the tubes was made in accordance with Code API 5L, placing special emphasis on the value of resilience in the areas around the welds, and on the traction in the direction indicated by the said Code.

The Production Control in the Workshop of the different beams was based on the specific requirements of the Internal Control process for each workshop and on the application of a strict Delivery Control Plan which included the following operations:

- Dimensional control of the three-dimensional beams checking the spacial location of the elements (tubes), and verifying abutting sections in order to prevent fit-up problems on site. This aspect was very important and required special methods to be developed in the Workshops and demanded waiting periods prior to the shipment of the different sections to site.
- Welding control, using dye penetrant, ultrasonic and gammagraph techniques. The dye penetrant technique was made in a statistical manner using sampling criteria for all the different joints. Ultrasound techniques were more commonly employed, after prior tuning, on the joints between tubes, and the gammagraphs were used on the longitudinal welding in each tube.

The Construction Control of the steel structure required an organized process of analysis of the Production Control being carried out and of the subsequent delivery sampling, with the aim to identifying welds as well as the welders responsible for the same.

We should underline the importance of applying the tolerances of the assembly, which meant that the joint fabrication could be approved under conditions guaranteeing the safety of the same. These tolerances were previously agreed with the constructor in accordance with the degree of difficulty of each operation, maintaining the congruity with the general tolerances required of the deck in terms of safety and function.

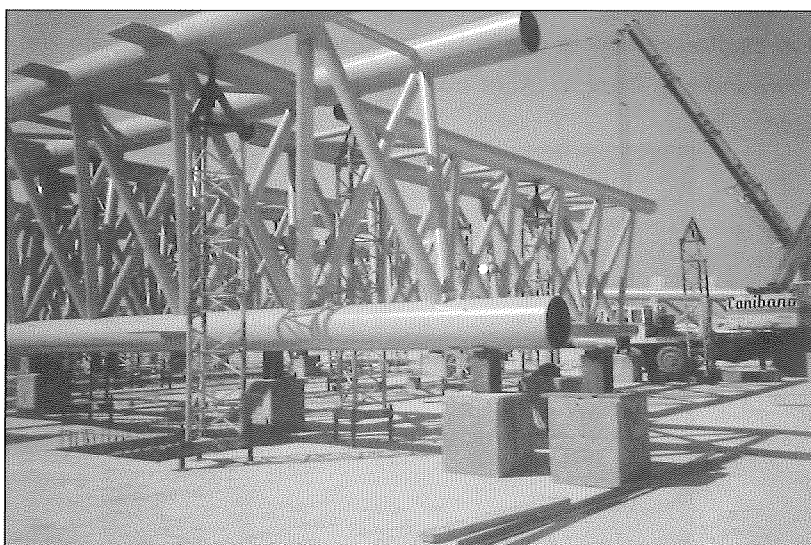


FOTO 11. ELEMENTO DE VIGA ESPACIAL
PHOTO 11. PART OF A SPACIAL BEAM

TORRES INCLINADAS DE PUERTA EUROPA

La estructura de estas Torres gemelas, resulta de absoluta novedad al ser los primeros edificios de oficinas en el mundo inclinados desde la planta baja. En ella el núcleo de hormigón armado, resulta ser un elemento básico de referencia para los esfuerzos transmitidos a través de la parte de estructura metálica que le rodea.

Las cuatro alineaciones de postensado que discurren por la cara posterior del edificio, sirven para realizar el definitivo equilibrio de fuerzas, pero fundamentalmente para corregir las deformaciones que las propias Torres han ido adquiriendo durante todo el proceso constructivo, así como las deformaciones a largo plazo.

La singularidad fundamental del Control de estas estructuras metálicas, estuvo en los siguientes puntos:

- Exhaustivo examen dimensional y geométrico de todos los elementos, con la dificultad añadida, en algunos casos, de tener que controlar elementos con dos grados de inclinación, capaces de ser luego enfrentados en obra, para efectuar su unión por soldadura de forma correcta.
- El acero utilizado, del tipo HISTAR de la casa ARBED, de altas prestaciones mecánicas, exigió procesos de soldadura muy controlados, con operaciones de pre y post calentamiento rigurosamente vigilados.
- La existencia de elementos complejos, casi piezas de calderería, exigió la utilización de procesos de soldadura no habituales, diseñados y ejecutados bajo un Control exhaustivo de los parámetros de soldeo previamente establecidos en la homologación de los mismos.
- El Control de la obra exigía métodos especiales de comprobación del posicionamiento de los diferentes elementos, ya que debido al grado de inclinación de los elementos soportes, la incidencia de la gravedad sobre ellos, hacía que fuera preciso llevar a cabo comprobaciones a veces inmediatas al proceso de soldeo.
- También por el tipo de material y los espesores a unir, resultó aconsejable llevar a cabo

comprobaciones a las 48 horas de terminada la soldadura, para observar si había incidencia de las posibles tensiones residuales sobre la zona de la soldadura o del material base próximo a ella.

- El Control del apriete de los tornillos se llevó a cabo utilizando arandelas deformables, controlando el apriete de cada nudo utilizando un juego de galgas para aplicar el método de "paso no paso".



FOTO 12. ALINEACION DE PILARES INCLINADOS DE PUERTA EUROPA
PHOTO 12. ALIGNMENT OF INCLINED COLUMNS ON THE PUERTA DE EUROPA

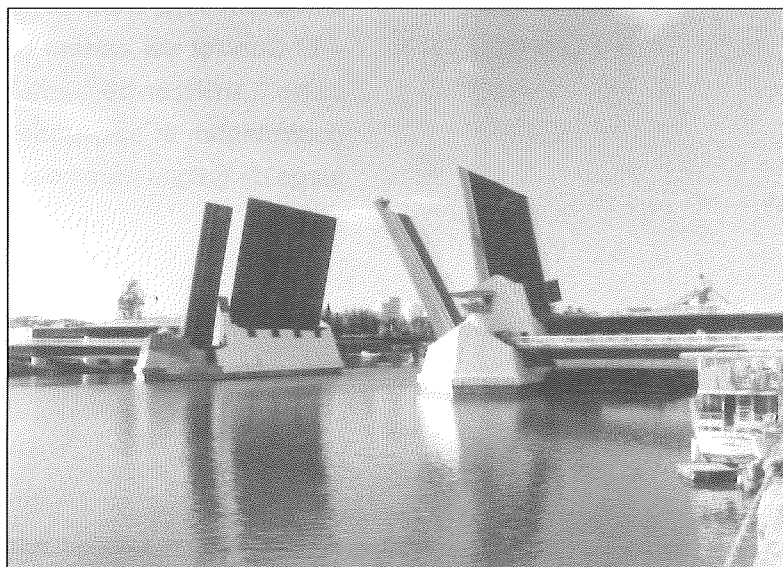
THE LEANING TOWERS OF THE PUERTA EUROPA

The structure of these Twin Towers is absolutely unique in that they are the first office blocks in the world to lean from the ground floor up. Here the reinforced concrete core is a element of utmost importance for the forces transmitted via the steel structure that surrounds it.

The four alignments of post-tensioning which run down the rear face of the building both serve for the final balancing of forces and to correct the deformations arising in the towers themselves during the construction process and those that may arise in the long term.

The essential singularity of the control of these steel structures can be summarized as follows:

- Exhaustive dimensional and geometrical control of all the elements with the increased difficulty, in some cases, of having to control elements with an inclination in two different planes, which would later have to be joined on site in a way which would ensure a correctly welded joint.
- The steel employed, a HISTAR type made by ARBED, having high mechanical properties, required highly controlled welding processes, involving pre and post heating operations which were strictly supervised.
- The presence of complex elements, almost of boilermaking standards, demanded the use of uncommon welding processes, designed and executed under an exhaustive Control of the parameters of solder previously established in the approval of the same.
- The Control of this work involved special checking methods for the placement of the different elements, as due to the degree of inclination of the supporting elements, the effect of gravity on the same made it necessary to carry out further verifications and sometimes immediately after the welding process.
- Due to the type of material and the thicknesses to be joined, it was advisable to verify the weld 48 hours after completion, in order to observe whether possible residual tensions has affected the welded area or the base material around it.
- The control of tightening of nuts was made using compressible washers, controlling the tightness of each tie with a set of guages and applying the guage method.



**FOTO 13. VISTA GENERAL DEL PUENTE LEVADIZO ALFONSO XIII
PHOTO 13. GENERAL VIEW OF THE ALFONSO XIII DRAWBRIDGE**

PUENTE DE ALFONSO XIII EN SEVILLA

La singularidad fundamental de esta estructura consistió en la existencia de dos tableros levadizos.

Además de la aplicación de un Plan de Control como es el habitual, este puente planteó la singularidad de analizar exhaustivamente y con un Control de Recepción superior al normal, determinadas zonas que iban a tener unas solicitaciones importantes y alternadas, por lo que además de utilizar el método ultrasónico para analizar determinadas soldaduras, se utilizó para analizar el material base, una vez fabricadas las piezas.

Se recomendó además el seguimiento con un Plan de Control a posteriori, de determinadas zonas más solicitadas. Este aspecto se ha llevado ya a cabo a un año vista de su terminación.

HOTEL LES ARTS (Barcelona)

Nuevamente se trataba de una estructura de altura similar a la Torre Picasso, pero en donde se planteaba un sistema de arriostramiento exterior modulado, que dificultaba bastante el control de las uniones, generalmente atornilladas, de los perfiles que conformaban el mismo debido al difícil acceso a los puntos de control.



FOTO 14. VISTA GENERAL DE LAS TORRES DEL HOTEL LES ARTS Y MAPFRE
PHOTO 14. GENERAL VIEW OF THE HOTEL LES ARTS AND MAPFRE TOWERS

En general, el trabajo de Taller consistió en el corte a medida de perfiles y la inserción en los mismos de los apéndices necesarios para realizar las uniones atornilladas en obra.

El Control de los Materiales se llevó a cabo muestreando los mismos en el Taller en donde se controló la fabricación de los diferentes elementos, llevando a cabo inspecciones periódicas, en las que se iban aceptando por lotes los diferentes elementos después del control dimensional y de soldaduras que se llevaba a cabo.

En el Control de obra se hizo especial hincapié en el contacto entre pilares y el control de apriete de tornillos, llevado a cabo en este caso con llave dinamométrica.

5 NORMATIVA APLICABLE

La normativa aplicable dentro del mundo del Control de las estructuras metálicas, puede ser variada dependiendo de la estructura y materiales de que se trate. A continuación y de forma resumida se citan las Normas que con mas asiduidad hemos utilizado, entresacando en cada apartado algunos aspectos más reseñables. Dejamos constancia de que existen otros Códigos y Normas además de las que ahora relacionamos y que dependiendo del Proyecto pueden ser aplicables.

THE ALFONSO XIII BRIDGE IN SEVILLE

The essential singularity of this structure lies in the presence of two bascule decks.

In addition to the customary application of a Control Plan, this bridge demanded exhaustive analysis and increased Reception Control of determined areas which would have important and alternate loads. It was therefore necessary to use the ultrasonic method to analyse certain welds as well as in the analysis of the base material once the parts had been manufactured.

It was also recommendable to follow a Control Plan on completion of determined areas. This was carried out one year after the bridge was completed.

HOTEL LES ARTS (Barcelona)

Once again this concerns a structure similar in height to the Picasso Tower, but involving a modulated external shoring system, which complicated the control of the generally bolted joints, and of the profiles of the same due to the difficult access of the control points.

The work in the Workshop generally consisted of cutting the profiles to measure and the insertion into the same of the necessary appendages for the making of bolted joints on site.

The Control of Materials was carried by sampling the same in the Workshop and controlling the production of the different elements. Periodical inspections were made in which lots of the different elements were approved after a dimensional and welding control.

The Site Control placed special emphasis on the contact between columns and in the control of tightening of bolts using a torque wrench.

5 APPLICABLE CODES

The codes which may be applied to the Control of steel structures, may vary according to the structure and the materials employed. There follows a summary of the more frequently used Codes listing the particular aspects of each. It should be remembered that other Codes and Standards exist in addition to those mentioned here and that these may well be applicable in accordance with the Design in question.

MATERIALES METALICOS	ENSAYOS DE CONTROL	NORMA DE ENSAYO	OBSERVACIONES
PRODUCTOS LAMINADOS EN CALIENTE (PERFILES Y CHAPAS) DE LAS NORMAS: -NBE-MV 102 -DIN 17100 -DIN 17102 -ETC...	TRACCION	UNE 7474-92	
	DOBLADO SIMPLE	UNE 7472-89	
	FLEXION POR CHOQUE	UNE 7475-92	
	COMPOSICION QUIMICA	-	POR ESPECTROMETRIA DE EMISION G.L.D.
	TOLERANCIAS DIMENSIONALES	-	SEGUN NORMAS MV-102, UNE, ASTM, A106, ETC...
	EXAMEN POR ULTRASONIDOS DE CHAPAS DE ESPESOR SUPERIOR O IGUAL A 6 mm E INFERIOR A 150 mm	UNE 7278-78	CLASIFICACION DE CHAPA GRUESA SEGUN LA NORMA UNE-36100-77
PERFILES HUECOS DE LA NORMA MV-108-1976	TRACCION	UNE 7266-73	VER NORMA MV-108
	DOBLADO	UNE 7292-72	"
	APLASTAMIENTO	UNE 7208	"
	COMPOSICION QUIMICA	-	POR ESPECTROMETRIA DE EMISION G.L.D.
	TOLERANCIAS DIMENSIONALES	-	SEGUN NORMA MV-108
CHAPA DE FORJADO GALVANIZADA SEGUN ESPECIFICACION BS-2989-82	TRACCION	BS-2989-82	
	DETERMINACION DE LA MASA DEL RECUBRIMIENTO	"	
	COMPOSICION QUIMICA	"	
CONECTADORES SEGUN ESPECIFICACION AWS.D.1.1	TRACCION	ASTM-A370	
	COMPOSICION QUIMICA	-	POR ESPECTROMETRIA DE EMISION G.L.D.
TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA	TRACCION TORNILLO ENTERO	ISO 898/I	
	EXAMEN POR PARTICULAS MAGNETICAS	ASTM/E709	
TUERCAS Y ARANDELAS	DUREZA ROCKWELL	UNE 7424	
ARANDELAS DE CONTROL (D.T.I)	APLASTAMIENTO DE TETONES	ASTM/F959-85	
TESTIGOS DE PRODUCCION DE UNIONES SOLDADAS A TOPE	TRACCION TRANSVERSAL	UNE 14606-75	
	RESILIENCIA	AWS D.1.1-92 APENDICE III	A DETERMINAR EN SOLDADURA, ZONA AFECTADA TERMICAMENTE Y MATERIAL BASE
	DOBLADO TRANSVERSAL POR EL LADO DE LA CARA Y POR EL LADO DE LA RAIZ	UNE 14607-75	
	MICRODUREZAS HV-10	UNE 7423-84	EFFECTUAR UN BARRIDO DE LAS ZONAS PROXIMAS A LAS SUPERFICIES EXTERIORES Y DE LA RAIZ
	MACRO SECCION	ASTM/E340 UNE 7364-78	
TESTIGOS DE PRODUCCION DE UNIONES SOLDADAS EN ANGULO	DESGARRE MEDIANTE GOLPE O TRACCION CON EVALUACION DE LA FRACTURA	AWS D.1.1-92	
	MACROSECCION	ASTM 1E340	
	MICRODUREZAS HV-10	UNE 7423-84	
TESTIGOS DE PRODUCCION DE CONECTADORES SOLDADOS (STUD-WELDS)	TRACCION	AWS D.1.1-92 (APTDO.7.3)	

STEEL MATERIALS	CONTROL TESTS	TEST CODE	OBSERVATIONS
HOT-ROLLED PRODUCTS (SECTIONS AND PLATES) OF CODES: -NBE-MV 102 -DIN 17100 -DIN 17102 -ETC...	TENSILE TEST	UNE 7474-92	
	BENDING	UNE 7472-89	
	IMPACT BENDING	UNE 7475-92	
	CHEMICAL COMPOSITION	-	BY G.L.D EMISSION SPECTROMETRY
	DIMENSIONAL TOLERANCES	-	ACCORDING TO CODES MV-102,UNE,ASTM,A106, ETC
	ULTRASONIC EXAMINATION OF PLATE THICKER OR EQUAL TO 6 mm 6 LOWER THAN 150 mm	UNE 727878	CLASSIFICATION OF THICK PLATE ACCORDING TO CODE UNE 36100-77
HOLLOW SECTIONS CODE MV 108-1976	TENSILE TEST	UNE 7266-73	SEE CODE MV-108
	BENDING	UNE 7292-72	"
	CRUSHING	UNE 7208	"
	CHEMICAL COMPOSITION	-	G.L.D EMISSION SPECTROMETRY
	DIMENSIONAL TOLERANCES	-	ACCORDING TO CODE MV-108
FORGE GALVANIZED PLATE ACCORDING TO SPECIFICATION BS- 2989-82	TENSILE TEST	BS-2989-82	
	DETERMINATION OF MASS OF COVER	"	
	CHEMICAL COMPOSITION	"	
STUDS ACCORDING TO SPECIFICATION AWS. D.1.1	TENSILE TEST	ASTM-A370	
	CHEMICAL COMPOSITION	-	BY G.L.D EMISSION SPECTROMETRY
HIGH STRENGTH BOLTS	TENSILE TEST OF WHOLE BOLT	ISO 898/1	
	EXAMINATION OF MAGNETIC PARTICLES	ASTM/E709	
NUTS AND WASHERS	ROCKWELL HARDNESS	UNE 7424	
CONTROL WASHERS (D.T.I)	CRUSHING OF PROTUSIONS	ASTM/F959-85	
PRODUCTION SAMPLES OF GROOVE WELDED JOINTS	TRANSVERSAL TRACTION	UNE 14606-75	
	RESILIENCE	AWS D.1.1-92 APPENDIX III	TO BE DETERMINED IN WELDING, THERMALLY AFFECTED AREA AND BASE MATERIAL
	TRANSVERSAL BENDING ON THE FACE SIDE AND ON THE STEM	UNE 14607-75	
	MICROHARDNESS HV-10	UNE 7423	CARRY OUT SWEEP OF AREAS AROUND EXTERNAL SURFACES AND THE STEM
	MACROSECTION	ASTM/E340 UNE 7364-78	
PRODUCTION SAMPLES OF FILLED WELDED JOINTS	TEARING BY STRIKING OR TRACTION WITH EVALUATION OF FRACTURE	AWS D.1.1-92	
	MACROSECTION	ASTM 1E340	
	MICROHARDNESS HV-10	UNE 7423-84	
PRODUCTION SAMPLES OF STUD WELDS	TRACTION	AWS D.1.1-92 (SECTION 7.3)	

EJECUCION ESTRUCTURA METALICA	VERIFICACIONES - INSPECCIONES Y ENSAYOS DE CONTROL	CODIGOS DE CONSTRUCCION Y NORMAS DE ENSAYOS	OBSERVACIONES
TALLER Y OBRA	TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y CALIDADES DE LAS UNIONES SOLDADAS Y ATORNILLADAS	1) NBE-MV 104-1966 2) EUROPEAN RECOMENDATIONS FOR STEEL CONSTRUCCION 3) ANSI/AWS D.1.1-92 4) AISC-STEEL CONSTRUCTION (NINTH-EDITION) 5) CANADIAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION (FOURTH EDITION)	
	INSPECCION DURANTE LA EJECUCION DE UNIONES SOLDADAS	UNE 14044-1 R/88 ANSI/AWS D.1.1-92	
	INSPECCION OCULAR DE UNIONES SOLDADAS	UNE 14044-1 R/88	
	EXAMEN MEDIANTE LIQUIDOS PENETRANTES DE UNIONES SOLDADAS	UNE 14612-80 ASTM-E 165	
	EXAMEN MEDIANTE PARTICULAS MAGNETICAS DE UNIONES SOLDADAS	UNE 14610-79 ASTM-E709	
	EXAMEN POR ULTRASONIDOS DE UNIONES SOLDADAS	ANSI/AWS D.1.1-92 PARTE C	
	EXAMEN RADIOGRAFICO DE UNIONES SOLDADAS A TOPE	UNE 14607-75 ANSI/AWS D.1.1-92 PARTE B	
	VERIFICACION DURANTE LA EJECUCION DE UNIONES ATORNILLADAS	NBE MV/104, 106 Y 107 Y CODIGOS 4) Y 5)	
VERIFICACION DE UNIONES ATORNILLADAS EJECUTADAS		-Arandela deformable. -Llave dinamométrica. -Giro.	

EXECUTION OF STEEL STRUCTURE	VERIFICATION - INSPECTIONS AND CONTROL TESTS	CONSTRUCTION AND TEST CODES	OBSERVATIONS
WORKSHOP AND SITE	DIMENSIONAL TOLERANCES AND QUALITY OF WELDED AND BOLTED JOINTS	1) NBE-MV 104 1966 2) EUROPEAN RECOMMENDATIONS FOR STEEL CONSTRUCTION 3) ANSI/AWS D.1.1-92 4) AISC-STEEL CONSTRUCTION (NINTH EDITION) 5) CANADIAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION (FOURTH EDITION)	
	INSPECTION DURING EXECUTION OF WELDED JOINTS	UNE 14044-1 R/88 ANSI/AWS D.1.1-92	
	VISUAL INSPECTION OF WELDED JOINTS	UNE 14044-1 R/88	
	DYE PENETRANT TEST OF WELDED JOINTS	UNE 14612-80 ASTM-E 165	
	MAGNETIC PARTICLE TEST OF WELDED JOINTS	UNE 14610-79 ASTM-E709	
	ULTRASONIC TEST OF WELDED JOINTS	ANSI/AWS D.1.1-92 PART C	
	RADIOGRAPHY TESTS OF FULLY WELDED JOINTS	UNE 14607-75 ANSI/AWS D.1.1-92 PART B	
	CHECKING DURING EXECUTION OF BOLTED JOINTS	NBE MV/104, 106 & 107 & CODES 4) & 5)	
	CHECKING OF FINISHED BOLTED JOINTS		<ul style="list-style-type: none"> - Compressible washer. - Torque wrench. - Turning

Relación de Personal Titulado

Arquitectos

Jalvo García, Jaime
Luzón Cánovas, José M^a
Pulido Muñoz, José

Ingeniero Aeronáutico

Cerdó Alonso-Misol, Gonzalo

Ingeniero Agrónomo

Valdés Tamames, Begoña

Ingenieros de Caminos

Acón Robleda, Miguel Angel
Antolín Baigorri, Francisco Javier
Arroyo Pérez, José Alberto
Calavera Ruiz, José
Cortés Bretón, Juan María
Corral Folgado, Claudio
Delibes Liniers, Adolfo
Díaz Lozano, Justo
Fernández Gómez, Jaime Antonio
Ferrer Serafí, Carles
Ferrerías Eleta, Román
Gómez Alvarez, Mercedes
González González, Juan José
González Valle, Enrique
Hostalet Alba, Francisco
Izquierdo Bernaldo de Quirós, José M^a
Jordán de Urríes de la Riva, Jorge
Ley Urzaiz, Jorge
Penón Molins, Eduardo
Rodríguez Moragón, Julio
Sanz Pérez, Lorenzo
Sirvent Sirvent, Enrique
Tapia Menéndez, José
Torre Cobo, María Carmen

Ingeniero Civil

San Martín Aldaz, Fernando

Ingeniero I.C.A.I.

Marín Estévez, Gonzalo

Ingenieros Industriales

Alvarez Cabal, Ramón Amado
Aparicio Betrián, Pedro Francisco
Aparicio Puig, José Antonio
Bueno Bueno, Jorge
Durán Boldova, José Miguel
Rodríguez Delgado, José Manuel
Valenciano Carles, Federico

Ingeniero de Minas

Ramos Sánchez, Adelina

Ingeniero de Montes

Martínez Lorente, José Alberto

Ingeniero Naval

Vázquez Domínguez, Juan Manuel

Licenciado en Ciencias Físicas

Díaz Paniagua, Carlos

Licenciados en Ciencias Geológicas

Blanco Zorroza, Alberto
Massana Milá, Joan
Rodríguez Duque, Josu

Licenciados en Ciencias Químicas

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

Licenciada en Geografía e Historia

Calavera Vayá, Ana María

Arquitectos Técnicos

Cervera García, Eduardo
Díez García, Francisco Javier
Fernández de Caleyá Molina, Alberto J.
Fuente Rivera, Jesús de la
Montejano Jiménez, María del Carmen
Muñoz Mesto, Angel
Pena Fernández, Luis Antonio
Seisdedos Domínguez, Lucía

Ingenieros Técnicos Industriales

Alonso Miguel, Félix Benito
Díaz-Trechuelo Laffón, Antonio
González Carmona, Manuel
Laserna Parrilla, María Teresa
Madueño Moraño, Antonio
Sánchez Orgaz, Miguel Angel

Ingeniero Técnico de Minas

Ballesteros Peinado, Luis Alberto

Ingenieros Técnicos Obras Públicas

Alañón Juárez, Alejandro
Aranda Cabezas, Luis
Blanco García, Fernando
Carrero Crespo, Rafael
Esteban García, Juan José
Fernández Corredera, Carlos
González Isabel, Germán
González Nuño, Luis
Mata Soriano, Juan Carlos
Montiel Sánchez, Ernesto
Muñoz Mesto, Angel
Peña Muñoz, Roberto
Rosa Moreno, José Andrés
Rozas Hernando, José Juan
Sánchez Vicente, Andrés

Ingenieros Técnicos Topógrafos

Carreras Ruiz, Francisco
López-Canti Casas, Elisa
Valades Cerezo, Juan Carlos

Profesores Mercantiles

González Alvarez, Vicente
Sampedro Portas, Arturo

Técnico en Informática

García Rodríguez, Juan Tomás

Topógrafo

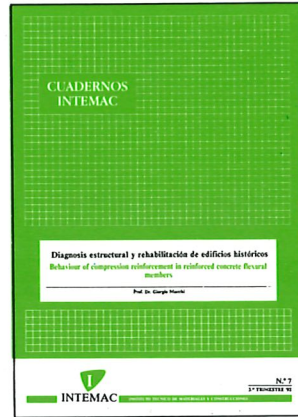
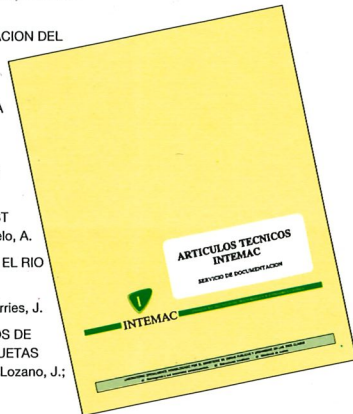
Alquézar Falceto, Ricardo



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.

- 55** DEFECTOS DE ESTANQUEIDAD Y ADECUACION TECNICA AL MEDIO DE UN EDIFICIO DOCENTE. Arrechea Veramendi, F.; Cortés Bretón, J.M^a; Jordán de Urries, J.
- 56** ASPECTOS HUMANOS Y PSICOLOGICOS EN LA IMPLANTACION DEL CONTROL DE CALIDAD DE CONSTRUCCION. Calavera, J.
- 57** ALGUNOS COMENTARIOS A LA EH-91. Calavera, J.
- 58** PROYECTO DE DOSIFICACION DE UN HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA. Jai, J.; Calavera, J.; Fernández Gómez, J.
- 59** EVOLUCION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UN HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA CON DIFERENTES TIPOS DE CURADO. Jai, J.; Calavera, J.; Fernández Gómez, J.
- 60** WELDED METAL STRUCTURE BUILDINGS IN SPAIN. LATEST DEVELOPMENTS. Cortés, J. M^a; Jordán de Urries, J.; Díaz Trechuelo, A.
- 61** HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA. EL PUENTE SOBRE EL RIO EO. Delibes, A.; Fernández Gómez, J.; Fernández Molina, E.
- 62** FORJADOS MIXTOS DE CHAPA Y HORMIGON. Jordán de Urries, J.
- 63** RECIENTES EXPERIENCIAS Y TRES CASOS SIGNIFICATIVOS DE INSPECCION, DIAGNOSTICO Y REPARACION DE DAÑOS DE VIGUETAS PREFABRICADAS CON CEMENTO ALUMINOSO. Delibes, A.; Díaz Lozano, J.; González Valle, E.; Ley, J.; López Sánchez, P.



CUADERNOS INTEMAC

ULTIMOS CUADERNOS PUBLICADOS:
Cuaderno Nº 11: "La Gran Aventura de Las Torres".
 Autor: Prof. J. CALAVERA RUIZ.
 Dr. Ingeniero de Caminos.
Cuaderno Nº 12: "El Control de Calidad de Grandes Estructuras Metálicas".
 Autores: J.M^a CORTES BRETON.
 J. JORDAN DE URRIES.
 A. DIAZ-TRECHUELO.
 Ingenieros de C.C.P. e Ingeniero Técnico Industrial.

PROXIMOS CUADERNOS:

Cuaderno Nº 13: "Ensayo de Estanqueidad al agua en cubiertas y fachadas".
 Autor: J. CALVO GARCIA.
 Arquitecto.
Cuaderno Nº 14: "Juntas de Contracción y Juntas de Trabajo en Estructuras de Hormigón".
 Autores: Prof. J. CALAVERA RUIZ.
 Prof. E. GONZALEZ VALLE.
 Dres. Ingenieros de Caminos.

Publicación trimestral.

Precio de la suscripción anual: 2.400 Ptas.
 Los precios indicados son para entregas dentro del territorio español.

VIDEOS TECNICOS

INTEMAC, dentro de sus actividades en el campo de la FORMACION, ha iniciado la edición de una serie de VIDEOS TECNICOS referentes a los distintos campos de la construcción.



Precio: 80.000 Ptas.
 IVA incluido (ventas dentro del territorio español).

SERIE EH OBRAS DE HORMIGON EN MASA, ARMADO Y PRETENSADO	TITULO	CONTENIDO	DURACION
N.º 8801 (1)	FABRICACION Y ENSAYO DE PROBETAS DE HORMIGON	Contempla, en 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.
EN PREPARACION			
N.º 8802 (2)	MUESTREO Y ENSAYO DE ARMADURAS DE HORMIGON ARMADO Y PRETENSADO.	N.º 9001 (5) EJECUCION DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON (I).	N.º 9102 (8) PIEZAS DE HORMIGON PRETENSADO SOMETIDAS A FLEXION SIMPLE.
N.º 8901 (3)	PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A FLEXION SIMPLE.	N.º 9002 (6) EJECUCION DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON (II).	
N.º 8902 (4)	PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A COMPRESION	N.º 9101 (7) PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A ESFUERZO CORTANTE.	

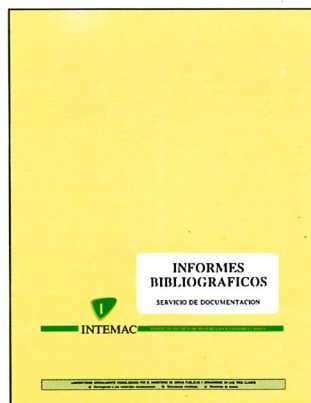
CONSULTAS E INFORMES BIBLIOGRAFICOS

El INSTITUTO dispone de 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 2.000 Ptas.
 Cantidad a abonar por referencia: 60 Ptas.
 Cantidad a abonar por hoja de fotocopia de documento: 12 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.

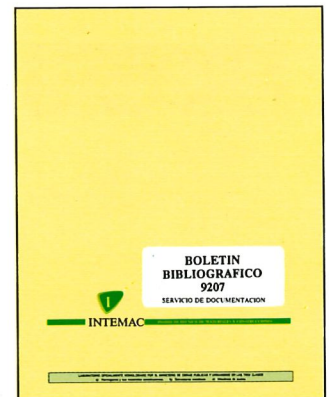
Tarifa correspondiente al Informe Bibliográfico: 15.000 Ptas. más la tarifa de la Consulta.



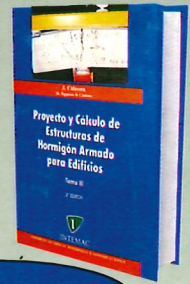
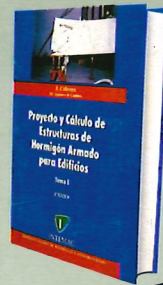
BOLETIN BIBLIOGRAFICO

INTEMAC viene realizando desde su fundación un BOLETIN BIBLIOGRAFICO para uso interno de su personal, con el fin de permitirle que, en una lectura rápida, tenga un panorama general de las publicaciones técnicas disponibles. Dicho BOLETIN, incluye:

- Fotocopia del índice y de los resúmenes de los artículos contenidos en las casi cien 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.
- Una sección de Congresos y Reuniones Técnicas, de próxima celebración en todo el mundo.
- A partir de 1993, esta publicación bimestral ha sido puesta a disposición del público al precio de 18.000 Ptas. la suscripción anual.



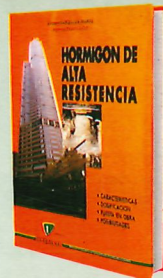
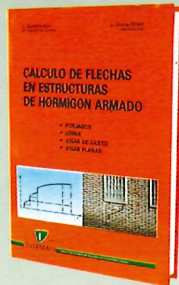
SERVICIO DE DOCUMENTACION



* 2ª Edición, 1991



* 3ª Edición, 1991



Nueva publicación



Nueva publicación

* De acuerdo con las Instrucciones EH-91 y EF-88, con referencia al EUROCODIGO EC-2, Model Code CEB-FIP/1990 y ACI 318-89.

"TECNOLOGIA Y PROPIEDADES MECANICAS DEL HORMIGON"

* Autor: A. DELIBES
* 266 págs. * Encuadernado en guaflex.
AGOTADO
Próxima aparición Enero 1994

"CALCULO, CONSTRUCCION Y PATOLOGIA DE FORJADOS DE EDIFICACION"

* Autor: J. CALAVERA
* 4ª Edición. * 678 págs.
* Encuadernación en guaflex.
344 figuras. * 93 tablas y ábacos.
* 16 ejemplares resueltos.
* 159 referencias bibliográficas.
* 188 detalles constructivos.
* Precio: 6.770 Ptas.

"MUROS DE CONTENCIÓN Y MUROS DE SOTANO"

* Autor: J. CALAVERA.
* 2ª Edición. * 308 págs.
* Encuadernación en guaflex.
* 26 gráficos y tablas auxiliares.
* 22 tablas para el dimensionamiento directo.
* Precio: 5.900 Ptas.

"PROYECTO Y CALCULO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO PARA EDIFICIOS"

* Autor: J. CALAVERA.
* 2ª Edición, 1991, de acuerdo con las Instrucciones EH-91 y EF-88, con referencia al EUROCODIGO EC-2 Model Code CEB-FIP 1990 y ACI 318-89.
- TOMO I -
CALCULO DE ESFUERZOS
* 568 págs. * Encuadernación en guaflex.
* 73 figuras.
* 90 gráficos y tablas auxiliares.
- TOMO II -
DIMENSIONAMIENTO Y DETALLES CONSTRUCTIVOS
* 871 págs. * Encuadernación en guaflex.
* 61 figuras.
* 142 gráficos y tablas auxiliares.
Precio de la obra completa: 15.000 Ptas.

"CALCULO DE ESTRUCTURAS DE CIMENTACION"

* Autor: J. CALAVERA.
* 3ª Edición, 1991, de acuerdo con la Instrucción EH-91 con referencia al EUROCODIGO EC-2, Model Code CEB-FIP 1990 y ACI 318-89.
* 418 págs.
* Encuadernación en guaflex.
* 40 tablas para el dimensionamiento directo de zapatas corridas y aisladas.
* Precio: 7.000 Ptas.

"CALCULO DE FLECHAS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO"

* Autor: J. CALAVERA
L. GARCIA DUTARI
* De acuerdo con las Instrucciones EH-91 y EF-88, En el Eurocódigo EC-2, el Model Code CEB-FIP 1990 y la Norma Norteamericana ACI 318-89.
* 336 págs. Encuadernado en guaflex.
312 tablas de comprobación de Forjados, Losas, Vigas de Canto y Vigas Planas. Un diskette conteniendo tres programas informáticos de Cálculo de Flechas, para secciones de forma cualquiera.
* Precio: 6.700 Ptas.

"HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA"

* Autor: G. GONZALEZ-ISABEL
* Características.
* Dosificación.
* Puesta en obra.
* Posibilidades
* 34 ejemplos de dosificaciones tipo.
* 111 figuras.
* 87 tablas auxiliares.
* 189 referencias bibliográficas.
* Encuadernación en guaflex.
* Precio: 6.500 Ptas.

"MANUAL DE DETALLES CONSTRUCTIVOS EN OBRAS DE HORMIGON ARMADO"

* Autor: J. CALAVERA.
* Edificación. * Obras Públicas.
* 506 páginas.
* 210 detalles constructivos con comentarios y recomendaciones.
* Incluye 6 diskettes de 3,5" con ficheros de AutoCAD versión 10 conteniendo detalles constructivos para incluirlos directamente en los proyectos.
* Encuadernación en guaflex.
* Precio del libro: 16.000 Ptas.
* Precio del paquete informático (manual de instrucciones y diskettes): 30.000 Ptas.



INTEMAC

Monte Esquinza, 30 - 4.º D
Tel.: (91) 310 51 58
Télex: 49987 INTEM E
Fax: (91) 308 58 65
28010 MADRID

Avda. de la Riera, 10 - Nave 2
Pol. Ind. Tres Santos
Tel.: (93) 372 83 00
Fax: (93) 473 03 09
08960 SANT JUST DESVERN
BARCELONA

Polígono Store, Calle A, n.º 17 - 1
Tels.: (95) 443 31 06 / 07
Fax: (95) 443 36 56
41008 SEVILLA

C/ Pírita, Parcela 211, Nave A-6
Polígono de San Cristóbal
Tel.: (983) 29 22 44
Fax: (983) 29 23 78
41012 VALLADOLID