

CUADERNOS INTEMAC

**Plan de abastecimiento de emergencia a Madrid. Conducción San Juan - Valmayor.
Control de calidad de una conducción forzada**

**Emergency water supply plan to Madrid. San Juan-Valmayor pipeline.
Quality control of a pressure water line**

C. Corral Folgado
Ingeniero de Caminos

Prof. F. Valenciano Carles
Ingeniero Industrial



INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

N.º 15
3.º TRIMESTRE '94



METIRE UT SCIAS

INTEMAC

INSTITUTO TECNICO DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y CONSTRUCCIONES

CONTROL DE PROYECTO

CONTROL DE OBRA

GARANTIA DE CALIDAD

SONDEOS, ENSAYOS E INFORMES GEOTECNICOS

INFORMES DE PATOLOGIA, REHABILITACION Y REFUERZOS DE CONSTRUCCIONES

OBRAS PUBLICAS
EDIFICACION
INSTALACIONES



INTEMAC
AUDIT

AUDITORIA TECNICO-ECONOMICA DE CONSTRUCCIONES

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



INTEMAC
ECO

AUDITORIA TECNICA MEDIOAMBIENTAL

CONTROL DE IMPACTO AMBIENTAL

Obras Públicas
Edificación
Instalaciones

CONTROL DE CALIDAD AMBIENTAL

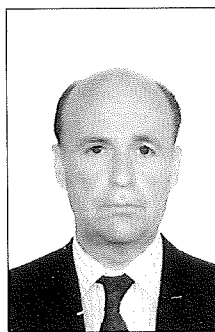
Aire
Agua
Ruido

AUDITORIA MEDIOAMBIENTAL

ASESORAMIENTO EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE

**PLAN DE ABASTECIMIENTO DE EMERGENCIA
A MADRID.
CONDUCCION SAN JUAN - VALMAYOR
CONTROL DE CALIDAD
DE UNA
CONDUCCION FORZADA**

**EMERGENCY WATER SUPPLY PLAN
TO MADRID.
SAN JUAN-VALMAYOR PIPELINE
QUALITY CONTROL
OF A
PRESSURE WATER LINE**



C. Corral Folgado
Ingeniero de Caminos
Director del Area III
de INTEMAC

Civil Engineer
Regional Director of INTEMAC
Area III



F. Valenciano Carles
Prof. Ingeniero Industrial
Jefe del Departamento
de Instalaciones Especiales
de INTEMAC

Prof. Industrial Engineer
Head of the Special
Facilities Department
of INTEMAC

Copyright © 1994, 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-19.963-1994
Infoprint, S.A. - San Vicente Ferrer, 40

INDEX

1. INTRODUCTION
2. DESCRIPTION OF THE PIPELINE
 - 2.1. GENERAL DESCRIPTION
 - 2.2. CHARACTERISTICS OF THE PIPELINE
 - 2.3. PUMPING STATION EQUIPMENT AND SYSTEMS
3. CONTROL OF MANUFACTURE OF THE REINFORCED CONCRETE PIPE WITH STEEL PLATE SLEEVE
 - 3.1. MANUFACTURE
 - 3.2. QUALITY CONTROL
 - 3.2.1. *Supervision of the Auto-control Plan*
 - 3.2.2. *Inspection of manufacturing procedures*
 - 3.2.3. *Comparative tests*
 - 3.3. PRODUCTION CONTROL
 - 3.4. DAILY INSPECTION REPORT
4. CONSTRUCTION CONTROL OF THE CIVIL WORKS
 - 4.1. CONSTRUCTION OF THE PIPELINE
 - 4.2. QUALITY CONTROL
 - 4.2.1. *Organization*
 - 4.2.2. *Construction Control*
 - 4.2.3. *Tests*
 - 4.2.4. *Daily inspection reports*
 - 4.3. QUANTITATIVE CONTROL
5. CONTROL OF PUMPING STATION SYSTEMS AND EQUIPMENT
 - 5.1. MANUFACTURING CONTROL
 - 5.2. ASSEMBLY CONTROL
 - 5.3. START-UP

INDICE

1. INTRODUCCION
2. DESCRIPCION DE LA CONDUCCION
 - 2.1. DESCRIPCION GENERAL
 - 2.2. CARACTERISTICAS DE LA CONDUCCION
 - 2.3. EQUIPOS Y SISTEMAS DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO
3. CONTROL DE FABRICACION DE LA TUBERIA DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA
 - 3.1. FABRICACION
 - 3.2. CONTROL DE CALIDAD
 - 3.2.1. *Supervisión del Plan de Autocontrol*
 - 3.2.2. *Inspección de los procesos de fabricación*
 - 3.2.3. *Ensayos de contraste*
 - 3.3. CONTROL DE PRODUCCION
 - 3.4. PARTE DIARIO DE INSPECCION
4. CONTROL DE EJECUCION DE LA OBRA CIVIL
 - 4.1. CONSTRUCCION DE LA CONDUCCION
 - 4.2. CONTROL DE CALIDAD
 - 4.2.1. *Organización*
 - 4.2.2. *Control de Ejecución*
 - 4.2.3. *Ensayos*
 - 4.2.4. *Partes diarios de inspección*
 - 4.3. CONTROL CUANTITATIVO
5. CONTROL DE SISTEMAS Y EQUIPOS DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO
 - 5.1. CONTROL DE FABRICACION
 - 5.2. CONTROL DE MONTAJE
 - 5.3. PUESTA EN MARCHA

ABSTRACT

In the future a large number of pressure pipelines will probably be required in Spain in order to correct the water imbalances between the different hydrografic basins and these pipelines will need to carry high flows over relatively large distances.

Here the authors briefly summarize their experience in the Quality and Production Control of a pressure pipeline of great length, carrying a high flow of water and negotiating very uneven ground, in order that it may serve as a basis for the organization of Technical Control of works such as the one described here.

1. INTRODUCTION

The duration and intensity of the drought that lasted over 1991 and 1992, brought the water reserves in the reservoirs supplying Madrid down to alarming levels. This forced the Cabinet to include the transfer of flows from the River Alberche to the Valmayor reservoir, into the River Aulencia, within the emergency measures against the drought considered in the Royal Decree of January 1993.

In order to carry out the project it was necessary to expropriate land, manufacture, transport and assemble 27,500 m. of concrete piping, 3,200 m. of steel piping, to tap an intake from the outlet at the bottom of the San Juan reservoir, construct two pumping stations with their corresponding installations and auxiliary systems, six water shoots or surge shafts, two tunnels of 2,600 m. and 250 m., and the construction of an outlet at Valmayor. All of which was carried out in the previously arranged period of eight months, from February to October 1993.

The great volume of work and the short time available made it necessary to distribute the work among various constructors, manufacturers and equipment assemblers.

COLLABORATING COMPANIES

DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES
FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS
AGROMAN
FERROVIAL
ENTRECANALES Y TAVORA
CUBIERTAS Y MZOV
ABENGOA
ISOLUX-WAT

Conduit run 1.
Conduit run 2.
Conduit run 3.
Conduit run 4.
Pumping stations.
Valmayor Tunnel.
Assembly of San Juan Pumping Stations.
Assembly of Colmenar de Arroyo Pumping Stations.

All activities were administered by the Tajo Water Board who were also responsible for the Site Management, under the expert guidance of Canal Isabel II. The said Water Board also counted on the assistance of an important technical design and site control team, offered by EYSER, INTEMAC and SYNCONSULT. The Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC) were responsible for the Quality Control of the manufacture of reinforced concrete piping, execution, and of the manufacture, assembly and testing of pumping stations systems and equipment, and only these aspects are dealt with in this publication.

RESUMEN

La necesidad de compensar los desequilibrios hídricos entre las diversas cuencas hidrográficas hace prever que, en el futuro, será necesario construir en España un elevado número de conducciones forzadas para transportar caudales importantes a distancias relativamente grandes.

Los autores recogen en este trabajo brevemente su experiencia en el Control de Calidad y Producción de una conducción forzada de elevado caudal, gran longitud e importante desnivel a salvar, para que pueda servir de base en la organización del Control Técnico de obras como la aquí descrita.

1. INTRODUCCION

Lo prolongado e intenso de la sequía que se produjo en la Zona Centro durante los años 1.991 y 1.992, hizo descender las reservas de agua en los embalses que abastecen a Madrid hasta niveles preocupantes. Ello llevó al Consejo de Ministros a incluir la transferencia de caudales desde el río Alberche al embalse de Valmayor, en el río Aulencia, dentro de las medidas de emergencia contenidas en el Real Decreto contra la sequía de enero de 1.993.

Fue preciso realizar el proyecto, expropiar terrenos, fabricar, transportar y montar 27.500 m. de tubería de hormigón, 3.200 m. de tubería metálica, derivar una toma desde el desagüe de fondo del embalse de San Juan, construir dos estaciones de bombeo con sus correspondientes instalaciones y sistemas auxiliares, siete chimeneas de aislamiento de tramo o de equilibrio, dos túneles de 2.600 y 250 m. y una obra de desagüe en Valmayor. Y todo ello se consiguió hacer en el plazo inicialmente previsto de ocho meses, desde febrero a octubre de 1.993.

El gran volumen de trabajo que esto suponía, así como el escaso plazo de tiempo disponible, hicieron preciso que los trabajos de ejecución se repartieran entre varias empresas, tanto constructoras como de fabricación y montaje de bienes de equipo.

EMPRESAS COLABORADORAS

DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES
FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS
AGROMAN
FERROVIAL
ENTRECANALES Y TAVORA
CUBIERTAS Y MZOV
ABENGOA
ISOLUX-WAT

Tramo 1 de la Conducción.
Tramo 2 de la Conducción.
Tramo 3 de la Conducción.
Tramo 4 de la Conducción.
Estaciones de Bombeo.
Túnel de Valmayor.
Montaje de la Estación de Bombeo de San Juan.
Montaje de la Estación de Bombeo de Colmenar del Arroyo.

La Confederación Hidrográfica del Tajo gestionó la totalidad de las actividades y llevó la Dirección de Obra, contando con la opinión especializada del Canal de Isabel II; asimismo contó con la ayuda de un importante equipo técnico de proyecto y control de obra, aportado por las empresas EYSER, INTEMAC y SYNCONSULT. En particular, el Instituto Técnico de Materiales y Construcciones, INTEMAC, desarrolló el Control de Calidad de la fabricación de la tubería de hormigón armado, de la ejecución de las obras, y de la fabricación, montaje y prueba de los equipos y sistemas de las estaciones de bombeo, únicos aspectos que son tratados en esta publicación.

This report describes the Quality Control activities carried out by INTEMAC, the procedures followed and the results obtained. The fundamental factors of which lie in the specific problems arising from the large scale of the pipeline in all its basic aspects: the high flow to be transported, the great length and differences of level to be negotiated, and the short period of execution. This paper aims to serve as a basis for the organization of Technical Control services in works of the kind described.

2. DESCRIPTION OF THE PIPELINE

2.1. GENERAL DESCRIPTION

The 33.6 Km pipeline runs almost entirely through the west of the Province of Madrid. The water is taken from an outlet at the bottom of the San Juan reservoir, on the River Alberche and is driven to the Valmayor reservoir on the river Aulencia, where it meets the present water lines of Canal Isabel II. It carries a nominal flow of 6 m³/sec., and has a 2 m. diameter circular section.

The hydraulic system is designed as a reimpulsion system without any breakage in load at any point in the network. A pumping station placed at the foot of the San Juan dam, at a height of 525 m., raises the water through a steel pipe up to the Surge Shaft no. 1, negotiating a difference in level of 175 m. From this point the pipeline is made up of reinforced concrete pipes fitted with steel sleeves, up to the second pumping station at Colmenar de Arroyo.

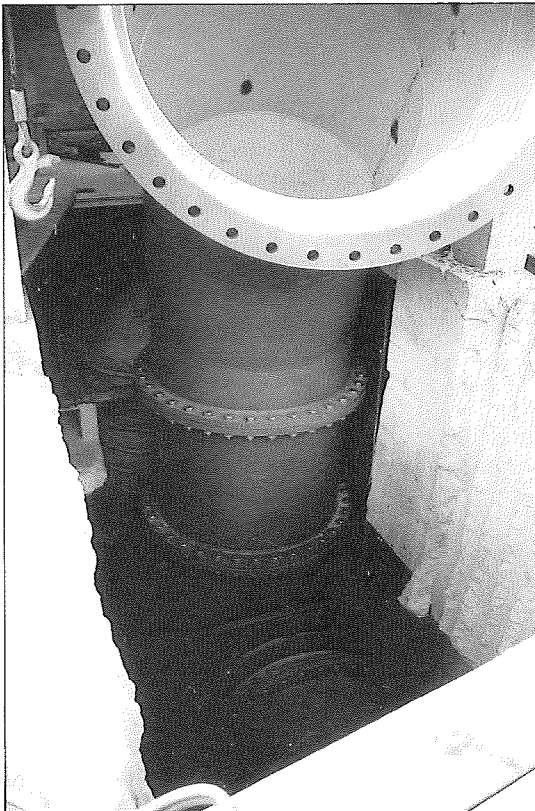


Foto 1. Tubería de aspiración. Estación de bombeo de San Juan (N.º 1).

Photo 1. Induction line. San Juan Pumping Station (No. 1).

From this point the water is raised up to the Surge Shaft no. 2 at a height of 800 m. This is then driven through steel pipes up to 500 m. over the shaft. From here the pipeline is made up of reinforced concrete, except for short isolated runs of steel piping for ease of construction (250 m. inside the Navalagamella tunnel), and the self-bearing piping at the crossing of the River Perales.

The pipeline ends in a 2,600 m. long, 3 m. diameter lined tunnel, which takes the water directly to the outlet on the Valmayor reservoir, at a height of 831m.

En este documento se describen las actividades de Control de Calidad desarrolladas por INTEMAC, los procedimientos seguidos para ello y los resultados obtenidos. Su interés fundamental reside en los problemas específicos, planteados por el gran tamaño de la conducción en todas las características básicas de la obra: elevado caudal a transportar, gran longitud e importante desnivel a salvar, así como por los efectos del reducido plazo de ejecución. El objetivo del trabajo es que pueda servir de base para la organización de servicios de Control Técnico en obras del tipo de las aquí descritas.

2. DESCRIPCION DE LA CONDUCCION

2.1. DESCRIPCION GENERAL

La conducción, de 33,6 Kms. de longitud, discurre en su totalidad dentro de la Comunidad de Madrid, en su zona Oeste. El agua se toma del desagüe de fondo del embalse de San Juan, en el río Alberche y es impulsada hasta el embalse de Valmayor, en el río Aulencia, incorporándose allí a la actual red de distribución del Canal de Isabel II. Transporta un caudal nominal de 6 m³/seg., con una sección circular de 2 m. de diámetro.

El sistema hidráulico está diseñado como una reimpulsión sin rotura de carga en ningún punto de la red. Una estación de bombeo situada al pie de la presa de San Juan, a la cota 525 m., eleva el agua a través de una tubería metálica hasta la Chimenea de Equilibrio nº1, salvando un desnivel de 175 m. A partir de allí la conducción está formada por tubos de hormigón armado con camisa de chapa, hasta llegar a la segunda estación de bombeo, situada en Colmenar del Arroyo.

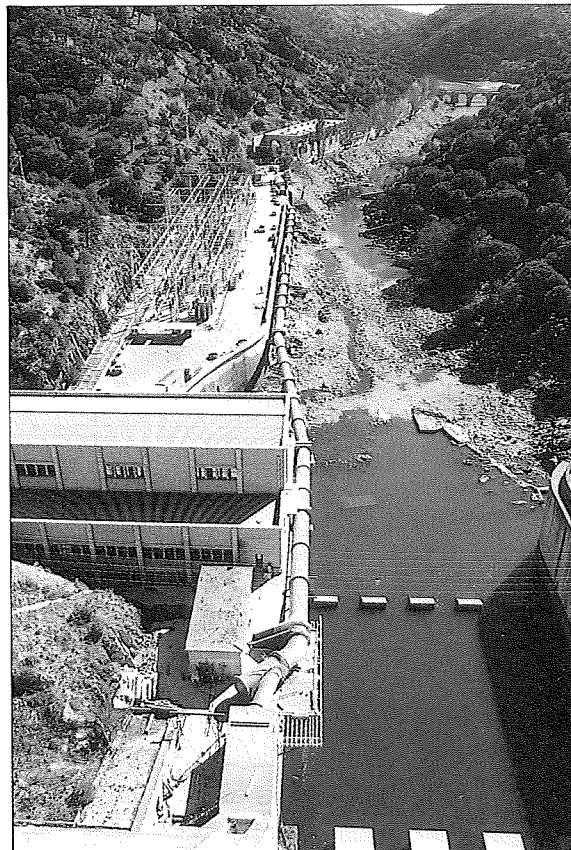


Foto 2. Detalle de toma del desagüe de fondo del Embalse de San Juan.

Photo 2. Detail of the outlet at the bottom of the San Juan Reservoir.

Desde la Estación de Colmenar se eleva el agua hasta la Chimenea de Equilibrio nº 2, a la cota 800 m. Esta impulsión es de tubería metálica, hasta 500 m. más allá de la chimenea. A partir de este punto la tubería es de hormigón armado, salvo pequeños tramos metálicos aislados, por conveniencia constructiva (250 m. dentro del túnel de Navalagamella), y tubería autoportante en el cruce sobre el río Perales.

La conducción finaliza en un túnel revestido, de 3 m. de diámetro y 2.600 m. de longitud, que conduce el agua directamente a la obra de descarga en el embalse de Valmayor, a la cota 831 m.

Fig. 1 shows the plan of the route and Fig. 2 the longitudinal section.

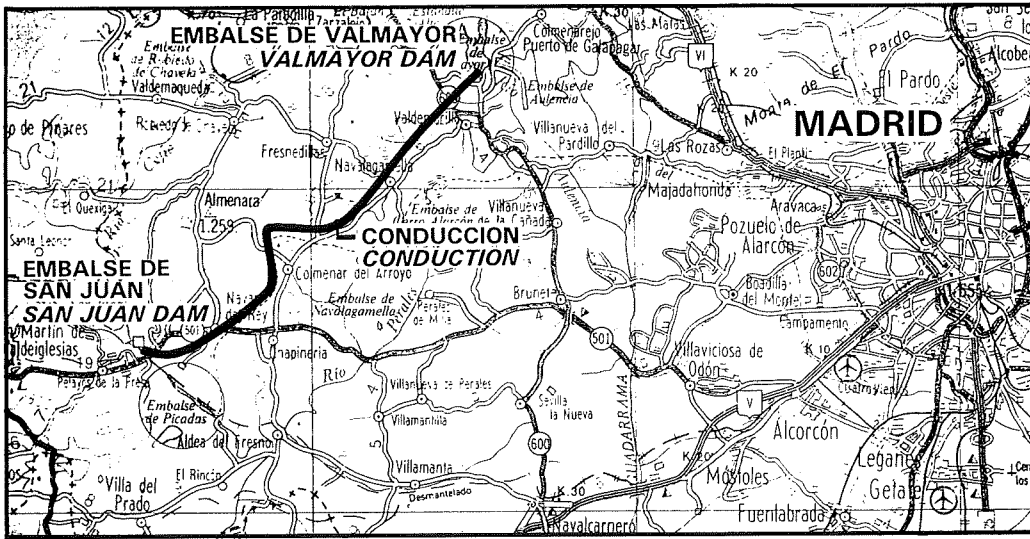


FIGURA 1.
FIGURE 1.

As the pipeline runs through granite terrain in the Sierra de Guadarrama, which greatly hampers excavation, the pipeline is half buried. Once the pipe was placed in the trench, it was backfilled with the excavation material, leaving a small shoulder slightly protruding above the level of the ground. This solution reduces the environmental impact as there are small amounts of excavation materials which are continuously spread out along the route, and generally avoids the need for a material dump. Fig. 3 shows a typical cross-section.

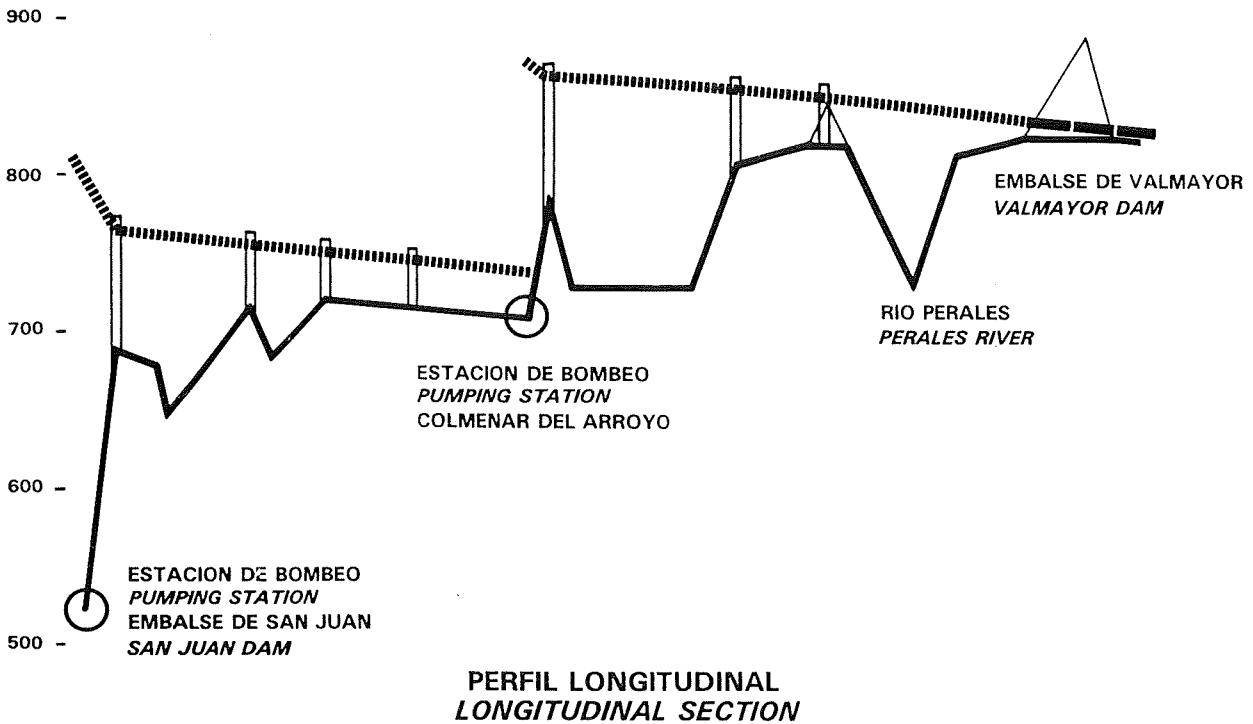


FIGURA 2.
FIGURE 2.

En la Figura 1 puede verse el trazado en planta y en la Figura 2 el perfil longitudinal.

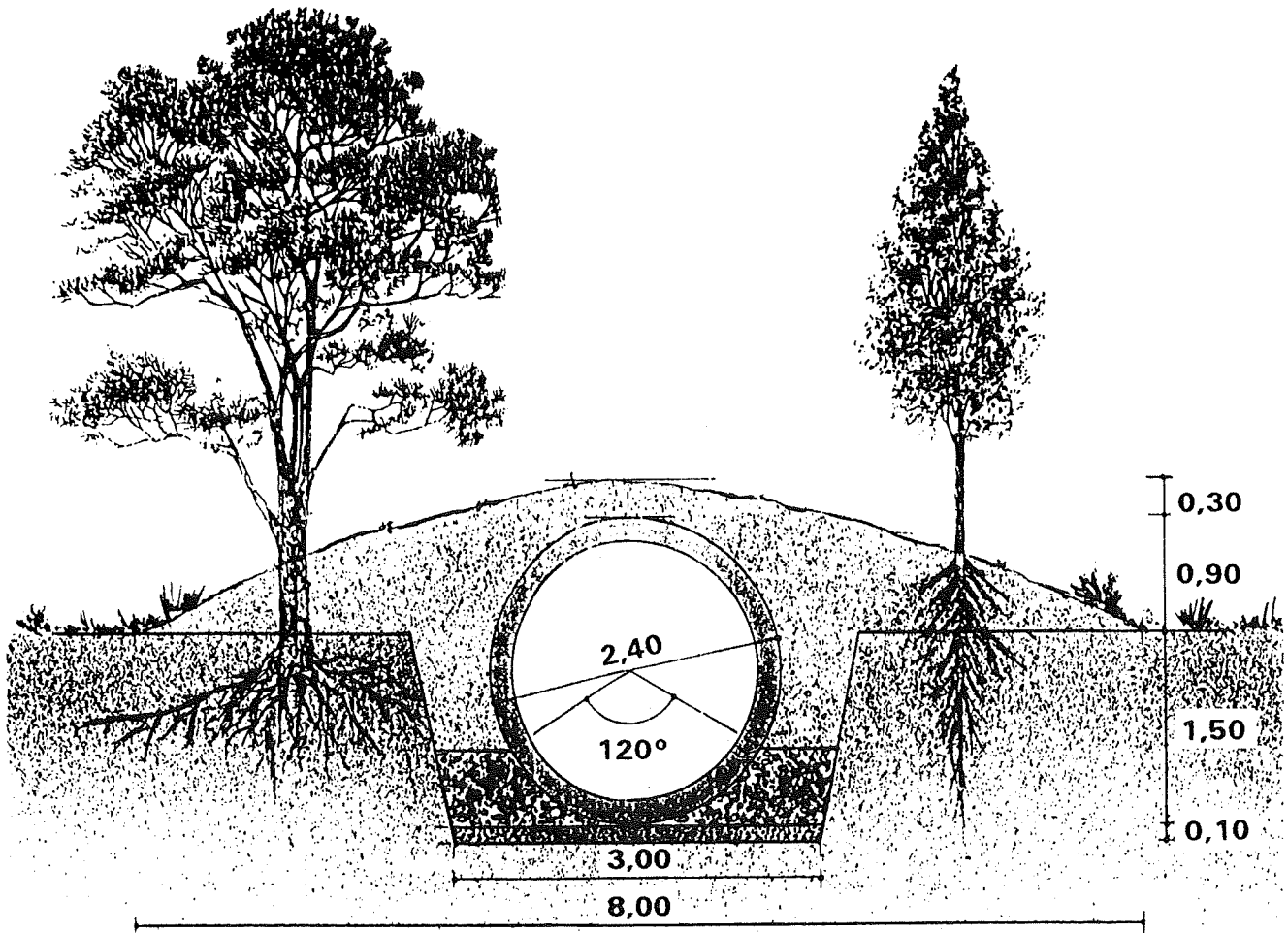


FIGURA 3.
FIGURE 3.

La conducción discurre por terrenos graníticos de la Sierra de Guadarrama, que presentan grandes dificultades de excavación, por lo que la tubería va semienterrada. Una vez colocado el tubo en la zanja, se rellenó con materiales procedentes de la excavación, quedando un pequeño espaldón que sobresale ligeramente del terreno. Esta solución reduce el impacto ambiental, al producir pocos materiales de excavación y distribuirlos de manera continua a lo largo de la traza, sin apenas necesidad de vertedero. En la Figura 3 se aprecia la sección transversal típica.

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CONDUCCION

En los tramos en los que la conducción tiene que soportar las mayores presiones, de 15 a 30 atm., se utilizó tubería metálica. Estos tubos, de 2 m. de diámetro, tienen 6 ó 12 metros de longitud; son de chapa de acero UNE AE 355 B ó UNE AE 235 B, y espesor variable de 10 a 19,1 mm. en función de la presión interior. Los tubos están conformados mediante soldadura helicoidal, con doble cordón interior y exterior, realizados por el procedimiento de arco sumergido, y llevan un extremo abocardado para facilitar el montaje y la unión entre piezas consecutivas.

El resto de la conducción, con presiones comprendidas entre 5 y 14 atm., está constituida por tubos de hormigón armado con camisa de chapa, en adelante H.A.C.CH., también de 2 m. de diámetro, y de longitud y espesor variables entre 6 y 7 m., y 0,165 y 0,190 m., respectivamente. El espesor de la camisa varía de 3,5 a 6 mm., siendo de acero SAE-1008 ó AP-11, dependiendo de la presión de trabajo del tubo y del diseño de cada fabricante. El hormigón es de 350 Kp/cm² de resistencia característica, la armadura longitudinal de acero AE-215 L y la transversal de AEH-400S ó 500S.

2.2. CHARACTERISTICS OF THE PIPELINE.

Steel piping was used in the sections of the pipeline that had to bear greater pressures of between 15 and 30 atm. These 2 m. diameter pipes were 6 or 12 m. long; They were made of UNE AE 355 B or UNE AE 235 B steel plate, with a thickness of between 10 and 19,1 mm. according to the internal pressure. They were formed by helicoidal welding, with a double interior and exterior beading, made by submerged arc welding, and have a flared end to ease assembly and the connection between consecutive pipes.

The rest of the pipeline, bearing pressures of between 5 and 14 atm., was made of reinforced 2 m. diameter concrete pipes with steel plate sleeves, henceforth referred to as R.C.S.S., between 6 and 7 m. long and 0.165 and 0.190 m. thick. The thickness of the sleeve varied between 3.5 and 6 mm., and was of SAE-1008 or AP-11 steel, depending on the working pressure of the pipe and the design of each manufacturer. The concrete had a characteristic strength of 350 Kp/cm², the longitudinal steel reinforcement was AE-215 and the transverse reinforcement AEH-400S or 500S.

Fig. 4 shows the elevation and section of a R.C.S.S. pipe. Fig. 5 indicates the reinforcement employed by a specific manufacturer for the different working pressures. Additional internal helicoidal reinforcement was added in areas of pressures over 11 atm.

On the pipeline there are two pumping stations, two surge shafts, five water shoots and other particular works, such as air outlets and drains, placed on the high and low parts of the pipeline respectively. Manholes were placed approximately 1000 m. apart for the inspection and maintenance of the pipeline.

The surge shafts are made of prestressed concrete with post-tensioned radial reinforcement, the first being 6 m. in diameter and 71 m. high, the second, 8 m. in diameter and 70 m. high. The water shoots between runs have an internal diameter of 5 or 6 m., wall thicknesses of between 0.35 and 0.50 m., and heights varying between 28 and 47 m.

The company ABENGOA S.A. worked in collaboration with the Tajo Water Board to define the system of hydraulic works, and developed all the process simulations in their laboratories.

2.3. PUMPING STATION EQUIPMENT AND SYSTEMS

The two aforementioned pumping stations are designed to pump a nominal flow of 6 m³/sec. 5 pumps are aligned in each station, 4 of which are in simultaneous operation, giving a unit flow of 1.5 m³/s.

The pressure supplied by each station was obtained by computer simulation of the flow behaviour. As such, the San Juan pumping station has to supply a pressure height of 190 m.c.a, while that at Colmenar del Arroyo has to provide 127 m.c.a.

The pumps are worked by 6 kV average voltage, asynchronous three-phase electric engines with cage rotor, of 3,800 kW (1,500 r.p.m) in the first station and 2,500 kW (1,000 r.p.m) in the second.

The other equipment and systems, in addition to the main pumps, and equally important for the correct working and operation of the pipeline was as follows:

- Anti ramming tanks
- Pipe filling pumps
- Check and cut-off valves
- Electric protection
- Condensers
- Power transformers
- Programmable automatons
- Diverse instrumentation

3. CONTROL OF PIPE MANUFACTURE - REINFORCED CONCRETE PIPE WITH STEEL PLATE SLEEVE

3.1. MANUFACTURE

The pipeline is made up of a total of 4,362 reinforced concrete pipes with steel plate sleeves, each approximately 6 m. long and 2 m. in diameter, which were supplied by the following manufacturers:

En la Figura 4 aparecen representados el alzado y la sección de un tubo H.A.C.CH. En la Figura 5 se recogen las armaduras empleadas por un determinado fabricante para las diversas presiones de trabajo. A partir de 11 atm. se colocaba una armadura helicoidal interior de refuerzo.

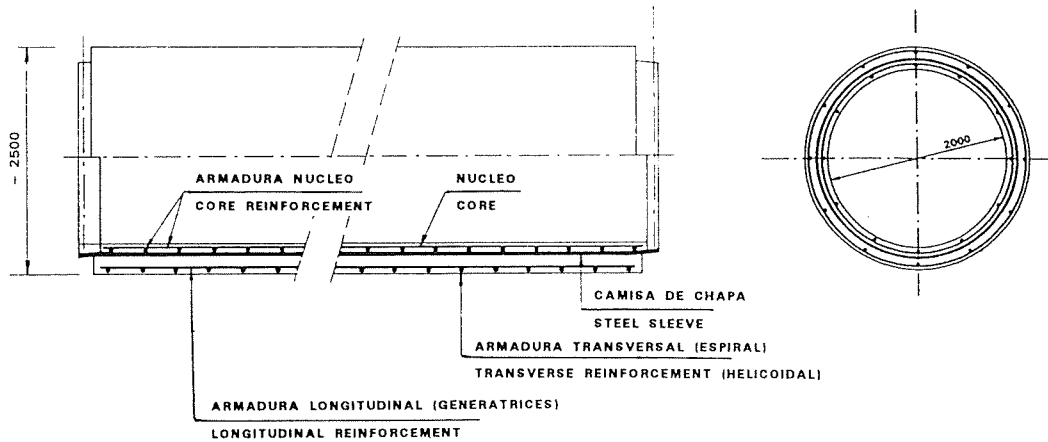


FIGURA 4.
FIGURE 4.

PRESION PRESSURE (atm)	CHAPA PLATE (mm.)	ARMADURA EXTERIOR EXTERNAL REINFORCEMENT				REFUERZO INTERIOR ESPIRAS INTERIOR SPIRAL REINFORCEMENT (p.m.l.)
		ESPIRAS HELICOIDAL		GENERATRICES LONGITUDINAL		
		1ª Jaula 1st Cage (p.m.l.)	2ª Jaula 2nd Cage (p.m.l.)	1ª Jaula 1st Cage (total)	2ª Jaula 2nd Cage (total)	
5	3,5	24 φ 12	-	12 φ 8	-	-
6	4	24 φ 12	-	24 φ 9,5	-	-
7	4,5	27 φ 12	-	24 φ 9,5	-	-
8	5	30 φ 12	-	24 φ 9,5	-	-
9	5	20 φ 12	20 φ 12	24 φ 9,5	24 φ 9,5	-
10	5	23 φ 12	23 φ 12	24 φ 9,5	24 φ 9,5	-
11	5	22 φ 12	22 φ 12	24 φ 9,5	24 φ 9,5	15 φ 10
12	5	24 φ 12	23 φ 12	24 φ 9,5	24 φ 9,5	21 φ 10
13	5,5	25 φ 12	25 φ 12	24 φ 9,5	24 φ 9,5	27 φ 10
14	6	27 φ 12	26 φ 12	24 φ 9,5	24 φ 9,5	33 φ 10

FIGURA 5.
FIGURE 5.

A lo largo del trazado se encuentran dos estaciones de bombeo, dos chimeneas de equilibrio, cinco chimeneas de aislamiento así como otras obras singulares, tales como ventosas y desagües, repartidas en los puntos altos y bajos respectivamente. Aproximadamente cada 1.000 m. hay bocas de hombre para inspección y mantenimiento de la tubería.

Las chimeneas de equilibrio son de hormigón pretensado con armadura circunferencial postesa, de 6 m. de diámetro y 71 m. de altura la primera y 8 m. y 70 m. la segunda. Las chimeneas de aislamiento entre tramos tienen 5 ó 6 metros de diámetro interior, entre 0,35 m. y 0,50 m. de espesor de pared, y alturas variables comprendidas entre 28 y 47 m.

En la definición del esquema del trabajo hidráulico ha colaborado con la Confederación Hidrográfica del Tajo la empresa ABENGOA S.A. en cuyos laboratorios se han desarrollado todas las simulaciones del proceso.

-DYCSA	Sagunto Factory (Valencia)	985 pipes
-FERROVIAL	Pinos Puente Factory (Granada)	1,331 pipes
-FCC.	Puente Genil Factory (Cordoba)	776 pipes
	Humanes Factory (Madrid)	292 pipes
-AGROMAN-BONNA	Piera Factory (Barcelona)	978 pipes

The construction process was the same in all factories and consisted of the following

- Steel plate sleeve

The sleeves were formed by plate bending of the steel rolls, and, in the majority of cases, joined by helicoidal welding of one fillet by arc welding with gas protection (GMAW). In some cases the sleeves were formed from cylindrical elements, which were also formed by plate benders, and joined by semiautomatic longitudinal butt welding, and by semiautomatic circumferential lap welding between elements. Finally the inner and outer manifolds were lap welded, or lap and butt welded respectively.

A pressure building test was carried out on the finished sleeves by filling them with pressure water until reaching a tension of 1,200 kp/cm² in the steel plate, locating and marking any eventual defects in the welds, and then repairing the same.

Once the above process was completed, a steel mesh was welded to the inside of the sleeve to act as internal reinforcement sheathing.

- External reinforcement

All the factories were equipped with automatic forming equipment to make the cages, using corrugated bars for the helicoidal, cross reinforcement, and flat bars for the longitudinal reinforcement. The cage was constructed by spot welding the transverse and longitudinal reinforcement, at the points of intersection between bars.

- Concreting.

The concreting of the pipes was made in vertical steel moulds provided with high frequency form vibrators. In some factories the external area to the steel sleeve, the pipe itself, and the internal area or core, were made simultaneously, while in others they were concreted separately, starting with the core.

The concreting of the cores was made with the aid of a short conical steel piece, the diameter of its base being equal to that of the internal walls of the mould. It was placed on its base in the mould, and the concrete was poured over its apex, thereby ensuring uniform distribution around the whole perimeter. The pipes were concreted by placing a supplementary ring piece over the above and the concrete was poured between the sleeve and the external mould.

- Setting

The pipes were set in two phases.

- Steam cured at a gradient of 20°C/h, until reaching a temperature of 50°C, which was then maintained for between 3 and 7 hours. Once the first phase was completed, the pipe was then struck from the form.
- Continuous spray or trickle irrigation with water at room temperature.

3.2. QUALITY CONTROL

The organization indicated in the chart in Fig. 6 were responsible for the Quality Control of the manufacture of the R.C.S.S pipes.

The personnel dedicated to the control of manufacture, were as follows:

- Coordinator. Public Works Technician in charge of work coordination.
- Expert in Steel Construction Control. Industrial Technician, in charge of the supervision of materials, welding procedures, material certificates and welders' ratings.

2.3. EQUIPOS Y SISTEMAS DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO

Las dos estaciones antes mencionadas están diseñadas para bombear un caudal nominal de 6 m³/s. Se han dispuesto 5 bombas en paralelo en cada estación, para un funcionamiento simultáneo de 4 de ellas, lo que significa un caudal unitario de 1,5 m³/s.

La presión a suministrar por cada estación se ha obtenido de la simulación por ordenador del comportamiento de la conducción. Así, la estación de bombeo de San Juan debe proporcionar una altura manométrica de 190 m.c.a., mientras que en la de Colmenar del Arroyo la altura debe ser de 127 m.c.a.

Las bombas son movidas por motores eléctricos de media tensión (6 kV), asíncronos trifásicos, con rotor de jaula, de 3.800 kW (1.500 r.p.m.) los de la primera estación y 2.500 kW (1.000 r.p.m.) los de la segunda.

Además de las bombas principales existen otros equipos y sistemas que son igualmente necesarios para el correcto funcionamiento y operación de la conducción, entre los que cabe destacar los siguientes:

- Dispositivos antiarriete
- Bombas de llenado de la tubería
- Válvulas de retención y corte
- Protecciones eléctricas
- Condensadores
- Transformadores de potencia
- Automatas programables
- Instrumentación diversa

3. CONTROL DE FABRICACION DE LA TUBERIA DE HORMIGON ARMADO CON CAMISA DE CHAPA

3.1. FABRICACION

La conducción tiene un total de 4.362 tubos de hormigón armado con camisa de chapa de aproximadamente 6 m. de longitud y 2 m. de diámetro, suministrados por los siguientes fabricantes:

-DYCSA.	Factoría de Sagunto (Valencia)	985 tubos.
-FERROVIAL.	Factoría de Pinos Puente (Granada)	1.331 tubos.
-FCC.	Factoría de Puente Genil (Córdoba)	776 tubos.
	Factoría de Humanes (Madrid)	292 tubos.
-AGROMAN-BONNA.	Factoría de Piera (Barcelona)	978 tubos.

El proceso constructivo ha sido similar en todas las factorías, constando de las siguientes etapas:

- Camisa de chapa.

Las camisas se conformaban mediante curvadora a partir de las bobinas de chapa, unidas en la mayoría de los casos mediante soldadura helicoidal con un solo cordón en ángulo por arco eléctrico bajo protección gaseosa (GMAW). En algún caso, las camisas se han formado a partir de elementos cilíndricos, también conformados mediante curvadora, unidos con soldadura semiautomática longitudinal a tope, y con soldadura semiautomática circunferencial a solape entre elementos. Finalmente se soldaban las boquillas macho y hembra por solape, o por solape y a tope respectivamente.

Sobre todas las camisas terminadas, se ha realizado la prueba de estanquidad, llenándolas de agua a presión hasta alcanzar una tensión de 1.200 kp/cm² en la chapa, localizando y marcando eventuales defectos en las soldaduras y procediendo a su reparación.

Una vez concluido todo el proceso anterior, se ha soldado a la camisa un mallazo interior de acero como armadura del revestimiento interior.

- Armadura exterior.

Todas las factorías disponían de equipos automáticos de conformación para la elaboración de las jaulas, utilizando barras corrugadas para las espiras, armadura transversal, y barras lisas para las generatrices, armadura longitudinal. Esta jaula se construía punteando espiras y generatrices, en los puntos de cruce entre barras.

- Welding Supervisor. In charge of welding inspections in the different factories.
- Factory Inspectors. Five inspectors, one per factory, in charge of the permanent monitoring of construction procedures.

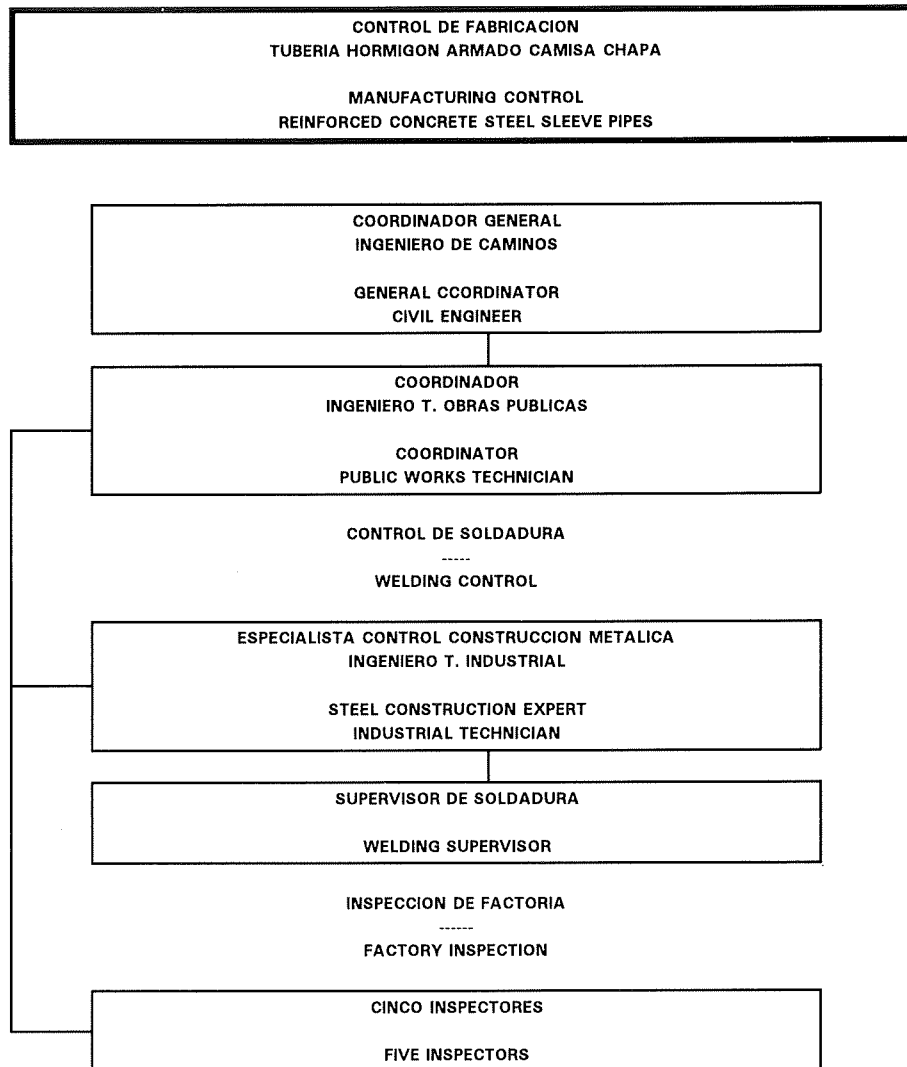


FIGURA 6.
FIGURE 6.

As each factory had its own Auto-control Plan, the Quality Control was simplified and thereby centred on the following activities:

- Supervision of each factories' Auto-control Plan and the observance of the same.
- Inspection of construction procedures.
- Making of comparative tests

3.2.1. Supervision of the Auto-control Plan

The object of this supervision was to verify that each Auto-control Plan had documental evidence of the activities and controls carried out during the manufacturing process of the R.C.S.S pipes, which complied with the requirements specified in the plans, specifications, standards and contract documents, with particular attention being paid to that specified in the following:

- Hormigonado.

El hormigonado de los tubos se realizaba en moldes metálicos verticales provistos de vibradores de encofrado de alta frecuencia. En algunas factorías se ejecutaban simultáneamente la zona exterior a la camisa de chapa, tubo propiamente dicho, y la zona interior, núcleo, mientras que en otras, se hormigonaban por separado, siempre el núcleo en primer lugar.

El hormigonado de los núcleos se hacía con ayuda de una pieza cónica de acero, de escasa altura y con el diámetro de su base igual al de la pared interior del molde. Se colocaba apoyada sobre su base en el molde y el hormigón se descargaba en su vértice, consiguiendo distribuirlo uniformemente en todo el perímetro. El hormigonado de los tubos se hacía colocando sobre la anterior una pieza anular suplementaria que introducía el hormigón entre la camisa y el molde exterior.

- Curado.

El curado de los tubos se realizaba en dos fases:

- Curado al vapor con un gradiente de 20°C/h., hasta alcanzar una temperatura de 50°C que se mantenía entre 3 y 7 horas. Una vez concluida esta primera fase, se procedía al desencofrado del tubo.
- Riego continuo mediante aspersión o goteo de agua a temperatura ambiente.

3.2. CONTROL DE CALIDAD

Para realizar el Control de Calidad de la fabricación de los tubos de H.A.C.CH., se dispuso la organización que aparece reflejada en el organigrama de la Figura 6.

El personal dedicado a controlar la fabricación, era el siguiente:

- Coordinador. Ingeniero Técnico de O.P., encargado de la coordinación de los trabajos.
- Especialista en Control de Construcción Metálica. Ingeniero Técnico Industrial, encargado de la supervisión de materiales, procedimientos de soldeo, certificaciones de materiales y calificaciones de los soldadores.
- Supervisor de Soldadura. Encargado de las inspecciones de soldadura en las distintas factorías.
- Inspectores de Factoría. Cinco inspectores, uno por factoría, encargados del seguimiento permanente de los procesos de fabricación.

Al disponer cada una de las factorías de su propio Plan de Autocontrol, el Control de Calidad se centró en las siguientes actividades:

- Supervisión del Plan de Autocontrol de cada factoría y seguimiento del mismo.
- Inspección de los procesos de fabricación.
- Realización de ensayos de contraste.

3.2.1. Supervisión de los Planes de Autocontrol.

Tuvo por objeto verificar que en cada Plan de Autocontrol estaban definidas documentalmente las actividades y controles a realizar durante los procesos de fabricación de los tubos de H.A.C.CH., cumpliendo con los requisitos especificados en planos, pliego de condiciones, normas y documentos contractuales aplicables, con especial atención a lo especificado en:

- "Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para Tubos de Hormigón Armado o Pretensado" (1980).
- "EH-91. Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado".
- "RC-88. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cemento".

A cada factoría se le solicitó documentación acreditativa del seguimiento de su propio Plan de Autocontrol.

- "Instruction of the Eduardo Torroja Institute for Reinforced or Prestressed Concrete Pipes" (1980).
- "EH-91. Instruction for the Design and Construction of Plain or Reinforced Concrete Works".
- "RC-88. General Technical Specifications for the Acceptance of Cement".

Each factory was requested to supply accredited documents verifying the observance of their Auto-control Plan.

- Cements. Delivery notes and guarantee certificates, in accordance with RC-88.
- Water. Test certificates, in accordance with Article 6 of the EH-91.
- Aggregate. Tests of suitability.
- Reinforcement Manufacturer's Guarantee Certificate. Cietsid Seal.
- Concretes Rating of the manufacturing plant. Certificates of tare. Results of consistency and strength tests.
- Steel plate Steel Plant and Storage certificates.
- Welding Homologation Certificates of procedures and welders.

3.2.2. Inspection of manufacturing procedures

Thorough inspection and monitoring was made of all the construction procedures to ensure the correct observance of each factory's Auto-control Plan and complementary to the requirements of the same.

- Storage of aggregate, reinforcement, steel plate rolls and cement silos.
- Steel sleeves.
 - * Thickness of plate and openings.
 - * Manufacture. Inspection of welding.
 - * Diameter and length, dimensional control.
 - * Internal pressure test.
 - * Placement of the mould and maintenance of its position during concreting.
- Manufacture of reinforcement.
 - * Diameter and separation of transverse and longitudinal reinforcement.
 - * Diameter and length of cage.
 - * Rigidity of cage, verifying that there were not two consecutive loose intersections, either in the helicoidal or longitudinal reinforcement, nor losses in the diameter of bars on welding.
 - * Manufacture of the core reinforcement.
 - * Placement of the mould and maintenance of its position during concreting.
- Moulds.
 - * Condition, cleanliness and preparation at the time of concreting.
 - * Dimensions within the tolerances.
 - * Rigidity and strength to prevent excessive slump and deformation during concreting.
- Concreting.
 - * Operation of the concrete plant.
 - * Concrete transport, placement and compaction.
- Setting of the member.
 - * Setting time, temperature and gradient.
- Striking.
 - * Pipe geometry, verifying length, internal diameter, thickness, out-of-roundness in areas of joint, eccentricities of the sleeve and state of mould joints.

- Cementos. Albaranes y certificado de garantía, en conformidad con RC-88.
- Agua. Certificados de ensayo, en conformidad con el artículo 6º de la EH-91.
- Aridos. Ensayos de idoneidad.
- Armaduras. Certificados de Garantía de Fabricante. Sello Cietsid.
- Hormigones. Tarados de la planta de fabricación. Certificados de tarado de prensas. Resultados de ensayos de consistencia y resistencia.
- Acero en chapas. Certificados de siderurgia o de almacenistas.
- Soldadura. Certificados de homologación de procedimientos y de soldadores.

3.2.2. Inspección de los procesos de fabricación.

Para asegurar que se cumplía el Plan de Autocontrol de Factoría, y con carácter complementario a los requerimientos del mismo, se realizó una inspección y seguimiento muy minuciosos de todo el proceso constructivo.

- Acopios de áridos, armaduras, bobinas de chapa y silos de cemento.
- Camisas de chapa.
 - * Espesor de la chapa y de las boquillas.
 - * Fabricación. Inspección de soldaduras.
 - * Diámetro y longitud, control dimensional.
 - * Prueba de presión interior.
 - * Colocación en el molde y mantenimiento en su posición durante el hormigonado.
- Elaboración de armaduras.
 - * Diámetro y separación de espiras y generatrices.
 - * Diámetro y longitud de la jaula.
 - * Rigidez de la jaula, comprobando que no hubiera dos cruces consecutivos sueltos, ni en espiras ni en generatrices, ni pérdidas de diámetro de las barras en las soldaduras.
 - * Fabricación de la armadura de los núcleos.
 - * Colocación en el molde y mantenimiento en su posición durante el hormigonado.
- Moldes.
 - * Estado, limpieza y preparación en el momento del hormigonado.
 - * Dimensiones dentro de tolerancias.
 - * Rigidez y resistencia para impedir asientos y deformaciones excesivos durante el hormigonado.
- Hormigonado.
 - * Funcionamiento de la central de fabricación del hormigón.
 - * Transporte, colocación y compactación del hormigón.
- Curado de la pieza.
 - * Tiempo de curado, temperatura y gradiente.
- Desmoldado.
 - * Geometría del tubo, verificando longitud, diámetro interior, espesor, ovalización en zona de junta, excentricidades de camisa y estado de las juntas de los moldes.
 - * Inspección visual y eventuales repasos.
 - * Protección satisfactoria del tubo contra sol y viento, y riego de curado adecuado.
- Almacenamiento y salida de factoría.
 - * Finalización del proceso de curado.

- * Visual inspection and eventual conditioning.
 - * Satisfactory protection of the pipe against sun and wind, and suitable setting irrigation.
- Storage and factory issue.
- * Finalization of the setting process.
 - * Storage condition. Knocks or scrapes during the handling of the pipes, which might have affected the concrete surface or the openings.
 - * Pipe identification: correct, clear and visible references.
 - * Pipe acceptance. Signature of the Factory Inspector. Authorized delivery note.
 - * Rejected pipes. Factory Inspector's Mark. Withdrawal from stock until subsequent repair and approval or final refusal.
 - * Transport. Correct placement and fastening.
 - * Communication to site of factory exit.

3.2.3. Comparative tests.

The comparative tests were made in officially recognized laboratories in order to verify the methods and means of the Quality Control of Materials controlled by each factory.

The sampling was carried out by the Factory Inspector or the Steel Structure Supervisor.

Cement.-

- One test at the beginning of manufacture in order to verify the physical, mechanical and chemical characteristics, in accordance with the "RC-88. Technical Specifications for the Acceptance of Cements". This was subsequently repeated two months after the beginning of manufacture. Preventative specimens were taken in all cases.

Aggregate.-

- The following aspects were determined monthly:
 - * Content of fines
 - * Sand equivalent
 - * Grading of different sizes.

Concrete.-

- Concrete sampling was carried out on a weekly basis parallel to that made by the manufacturer.

Reinforcement steel.-

- The mechanical, geometrical, bending and bending-unbending characteristics were verified for each diameter in accordance with EH-91.

Steel plate.-

- In order to confirm or complement where necessary the certificates of material received from the suppliers, the necessary identification tests were carried out at the beginning of manufacture, and basically consisted of tensile testing until failure in accordance with UNE 7474-92, and the determination of geometrical and mechanical characteristics of transverse and longitudinal rolled specimens.

3.3 PRODUCTION CONTROL

The same Quality Control team carried out the daily production control for each factory: sleeves, cages, manufactured pipes and pipes sent to site. The daily information regarding the sleeves, cages, manufactured pipes and pipes sent to site was recorded on a specially prepared computer data base, and fortnightly reports on the manufacturing progress were sent to the Site Management.

- * Situación del almacenamiento. Golpes o rozaduras durante la manipulación del tubo, que hubieran afectado a la superficie del hormigón o a las boquillas.
- * Identificación del tubo: referencia correcta, clara y visible.
- * Aceptación del tubo. Firma del Inspector de Factoría. Albarán de autorización de salida.
- * Tubos rechazados. Marca del Inspector de Factoría. Separación del acopio hasta su reparación y aprobación o rechazo definitivos.
- * Transporte. Correcta colocación y sujeción.
- * Comunicación a obra de la salida.

3.2.3. Ensayos de contraste.

Los ensayos de contraste se realizaron en Laboratorios de INTEMAC, oficialmente acreditados para comprobar los métodos y medios de Control de Calidad de Materiales del Autocontrol de cada factoría.

La toma de muestras fue realizada por el Inspector de Factoría o el Supervisor de Estructuras Metálicas.

Cemento.-

- Un ensayo al comienzo de la fabricación para comprobar las características físicas, mecánicas y químicas, según la "RC-88. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos". Posteriormente, este ensayo se repitió a los dos meses de iniciada la fabricación. En todos los casos se tomaron muestras preventivas.

Aridos.-

- Con periodicidad mensual se determinaron:
 - * Contenido de finos.
 - * Equivalente de arena.
 - * Granulometría de los diferentes tamaños.

Hormigón.-

- Con periodicidad semanal se efectuó un muestreo de hormigón en paralelo con el correspondiente del fabricante.

Acero para armaduras.-

- Se comprobaron, para cada diámetro, las características mecánicas, geométricas, de doblado y doblado-desdoblado, según la Instrucción EH-91.

Chapa de acero.-

- Para confirmar los certificados de material recibidos de los suministradores o en su caso complementarlos se procedió, al comienzo de la fabricación, a la realización de los ensayos de identificación necesarios, básicamente ensayos de tracción hasta rotura según UNE 7474-92, con determinación de características geométricas y mecánicas, sobre probetas transversales y longitudinales respecto a la dirección de laminación.

3.3. CONTROL DE PRODUCCION

El mismo equipo de Control de Calidad llevó a cabo el control de la producción diaria de cada factoría: camisas, jaulas, tubos fabricados y tubos enviados a obra. La información diaria relativa a camisas, tubos fabricados y tubos enviados a obra se recogía en una aplicación de base de datos informatizada desarrollada específicamente para este fin, a partir de la que se emitían a la Dirección de Obra informes quincenales de avance de la fabricación.

Fig. 7 shows one page from a Report on Manufactured Pipes.

Every pipe report includes, the reference of the same, the working pressure, and the dates of manufacture of the sleeve, of the concreting of the pipe and the date of delivery to site.

3.4. DAILY INSPECTION REPORTS

Specially prepared Daily Inspection Reports were made for this work. The object was to assist the Factory Inspector in his duties, and to provide a detailed control of all the construction and production procedures. Each inspector had to complete these reports every day and send them by fax first thing in the morning to the Coordinator of the works. The coordinator then made a list of the same and sent all the information regarding production to the Site Manager. These were then analysed and any possible incidents were dealt with or made known to the Site Management when these exceeded his power of decision.

The Daily Inspection Reports were made up of the following sections:

- Information regarding Production Control.
 - Manufacture and transport of pipes.
 - * Tubes manufactured in the day, indicating reference, working pressure and any note worthy of interest.
 - * Pipes sent to site with indication of reference and working pressure.
 - Manufacture of steel plate sleeves.
 - * Sleeves manufactured in the day, indicating reference, working pressure and plate thickness.
- Information regarding the inspection of construction procedures.
 - Manufacture of steel plate sleeves.
 - * Initially satisfactory result of the water pressure testing of each sleeve, or after having repaired the weld.
 - * Inspections made on the forming welding of the sleeve or on the connection between steel plate rolls.
 - Equipment and installations.
 - * Results of the daily inspection of:
 - Storage of aggregates.
 - Cement silos.
 - Moulds and formwork.
 - Concrete mixers and transport.
 - Pipe manufacture.
 - Setting.
 - Storage.
 - * Comparative sampling made both in the concreting of cores and of pipes.
 - Steel plate and reinforcement.
 - * Results of the inspection of storage of reinforcement and steel rolls.
 - * Sampling made of steel plate and reinforcement.
 - * Inspection and approval of reinforcement cages made in the day.

En la Figura 7 aparece parte de una página del Informe de Tubos Fabricados.

UTE - AMEVAS		CONTROL DE FACTORIA/FACORY CONTROL INFORME DE TUBOS FABRICADOS REPORT ON MANUFACTURED PIPES		CONDUCCION PICADAS - VALMAYOR PICADAS-VALMAYOR PIPELINE	
Fecha/date	02-11-1993	Fabricante:	FCC - PUENTE GENIL	Constructor:	FCC
Tramo/Section:	T2	Manufacturer:	FCC - PUENTE GENIL	Constructor:	FCC
					Página/Page 10 Año/Year 1993

Referencia Reference	P (atm) P (atm)	Fecha fabricación camisa Date of sleeve manufacture	Fecha fabricación tubo Date of pipe manufacture	Fecha envío a obra Date sent to
T2-408-05	5	12-05	26-05	03-06
T2-409-05	5	12-05	27-05	09-06
T2-410-05	5	12-05	28-05	09-06
T2-411-05	5	12-05	27-05	07-06
T2-412-05	5	12-05	27-05	07-06

FIGURA 7.
FIGURE 7.

Como puede verse, en él se indican para cada tubo, la referencia del mismo, la presión de trabajo, y las fechas de fabricación de la camisa, de hormigonado del tubo y de envío de éste a obra.

3.4. PARTE DIARIO DE INSPECCION

Los Partes Diarios de Inspección utilizados se desarrollaron específicamente para este trabajo. Su finalidad era la de ayudar al Inspector de Factoría a desarrollar su tarea, facilitando el control detallado de todos los procesos constructivos y de la producción. Cada Inspector debía rellenarlo diariamente y enviarlo por fax a primera hora al Coordinador de los trabajos. Este, a su vez, lo resumía y enviaba toda la información relativa a producción al Director de Obra. Asimismo analizaba y trataba de solucionar las eventuales incidencias que pudieran haber surgido o las ponía en conocimiento de la Dirección de Obra, en el caso de que rebasaran su nivel de decisión.

Los Partes Diarios de Inspección constan de los siguientes apartados:

- Información relativa al Control de Producción.
 - Fabricación y transporte de tubos.
 - * Tubos fabricados en el día, indicando referencia, presión de timbre y cualquier nota que pudiera resultar de interés.
 - * Tubos enviados a obra con indicación de su referencia y presión de timbre.
 - Fabricación de camisas de chapa.
 - * Camisas fabricadas en el día, indicando referencia, presión de timbre y espesor de chapa.
- Información relativa a la Inspección de los Procesos Constructivos.
 - Fabricación de camisas de chapa.
 - * Resultado inicialmente satisfactorio de la prueba de estanquidad de cada camisa, o tras haber reparado la soldadura.
 - * Inspecciones realizadas en la soldadura de conformación de la camisa o de empalme entre bobinas de chapa.

Fig. 8 shows three of the five pages of the Daily Inspection Report used during the work.

INTEMAC - AREA 3
INTEMAC - AREA 3

ABASTECIMIENTO DE EMERGENCIA A MADRID
CONDUCCION PICADAS - VALMAYOR
EMERGENCY WATER SUPPLY TO MADRID
PICADAS - VALMAYOR PIPELINE

Control de Tubos
Pipes Control

Referencia/Reference: CO/OC-93001/A3

Factoría/Factory: FCC - Puente Genil
Fecha/Date: _____
Nº de Parte/Report No.: _____

Parte Diario de Inspección. Hoja 1 de 5
Daily Inspection Report. Page 1 of 5

Tubos fabricados/Pipes Manufactured			Tubos enviados a obra/Pipes sent to site	
Presión de timbre Working pressure	Referencia Reference	Notas Notes	Presión de timbre Working pressure	Referencia Reference

Observaciones e Incidencias / Observations and incidents :

INTEMAC - AREA 3
INTEMAC - AREA 3

ABASTECIMIENTO DE EMERGENCIA A MADRID
CONDUCCION PICADAS - VALMAYOR
EMERGENCY WATER SUPPLY TO MADRID
PICADAS - VALMAYOR PIPELINE

Equipos e Instalaciones 1
Equipment and installations

Referencia/Reference: CO/OC-93001/A3

Factoría/Factory: FCC - Puente Genil
Fecha/Date: _____
Nº de Parte/Report No.: _____

Parte Diario de Inspección. Hoja 3 de 5
Daily Inspection Report. Page 3 of 5

A.- ARIDOS A.- AGGREGATES	Arena Sand	Gravilla Fines	Grava Gravel	B.- CEMENTO B.- CEMENT
Humedad Moisture	Cor.Inc. Cor. Incor.	Cor.Inc. Cor. Incor.	Cor.Inc. Cor.Incor.	Fabricante Manufacturer
Drenaje Drainage	Cor.Inc. Cor. Incor.	Cor.Inc. Cor.Incor.	Cor.Inc. Cor.Incor.	Designación Designation
Clasificación Classification	Cor.Inc. Cor.Incor.	Cor.Inc. Cor.Incor.	Cor.Inc. Cor.Incor.	Autorización D.O. para no realizar ensayos Authorization by C.E not make test
Silos o Montículos Silos and piles	Cor.Inc. Cor.Incor.	Cor.Inc. Cor.Incor.	Cor.Inc. Cor.Incor.	Muestras preventivas Preventive samples
Limpieza Cleanliness	Cor.Inc. Cor.Incor.	Cor.Inc. Cor.Incor.	Cor.Inc. Cor.Incor.	Certificado de garantía de las partidas Guarantee certificate of lots
Muestras Samples taken	SI NO YES NO	SI NO YES NO	SI NO YES NO	Existe Exists SI NO YES NO
				Lo archiva Filed
				Temperatura del silo Silo temperature
				Protección humedad Moisture protection
				Ventilación del almacén Storage ventilation
				Tiempo de almacén Storage time
				Muestras tomadas Samples taken

Observaciones e Incidencias / Observations and incidents :

FIGURA 8. a y b
FIGURE 8. a and b

- Equipos e instalaciones.
 - * Resultados de la inspección diaria de:
 - Acopios de áridos.
 - Silos de cemento.
 - Moldes y encofrados.
 - Instalaciones de amasado y transporte.
 - Fabricación de tubos.
 - Curado.
 - Acopios.
 - * Toma de muestras de contraste efectuadas, tanto en el hormigonado de núcleos, como en el de tubos.
- Aceros en chapas y armaduras.
 - * Resultados de la inspección de los acopios de armaduras y bobinas de chapa.
 - * Toma de muestras de acero en chapas y armaduras efectuadas.
 - * Inspección y aprobación de las jaulas de armaduras fabricadas en el día.

En la Figura 8 se recogen tres de las cinco hojas del Parte Diario de Inspección utilizado durante los trabajos.

<p>INTEMAC - AREA 3 INTEMAC - AREA 3</p>	<p style="text-align: right;">ABASTECIMIENTO DE EMERGENCIA A MADRID CONDUCCION PICADAS - VALMAYOR EMERGENCY WATER SUPPLY TO MADRID PICADAS - VALMAYOR PIPELINE</p>																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; padding: 2px;">Equipos e Instalaciones 2 Equipment and installations</td> <td style="padding: 2px;">Referencia/Reference: CO/OC-93001/A3</td> </tr> </table>	Equipos e Instalaciones 2 Equipment and installations	Referencia/Reference: CO/OC-93001/A3	<p style="text-align: right;">Factoría/Factory: FCC - Puente Genil Fecha/Data: _____ Nº de Parte/Repor No.: _____</p>																																								
Equipos e Instalaciones 2 Equipment and installations	Referencia/Reference: CO/OC-93001/A3																																										
<p>Parte Diario de Inspección. Hoja 4 de 5 Daily Inspection Repot. Page 4 of 5</p>																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="padding: 2px;">C.- ENCOFRADOS C.- FORMWORK</td> </tr> <tr> <td style="width: 40%; padding: 2px;">Rigidez Rigidity</td> <td style="width: 20%; padding: 2px;">Correcta Correct</td> <td style="width: 40%; padding: 2px;">Incorrecta Incorrect</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Estanqueidad Watertightness</td> <td style="padding: 2px;">Correcta Correct</td> <td style="padding: 2px;">Incorrecta Incorrect</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Limpieza Cleanliness</td> <td style="padding: 2px;">Correcta Correct</td> <td style="padding: 2px;">Incorrecta Incorrect</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Tolerancias Tolerances</td> <td style="padding: 2px;">Correcta Correct</td> <td style="padding: 2px;">Incorrecta Incorrect</td> </tr> </table>	C.- ENCOFRADOS C.- FORMWORK			Rigidez Rigidity	Correcta Correct	Incorrecta Incorrect	Estanqueidad Watertightness	Correcta Correct	Incorrecta Incorrect	Limpieza Cleanliness	Correcta Correct	Incorrecta Incorrect	Tolerancias Tolerances	Correcta Correct	Incorrecta Incorrect	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="padding: 2px;">E.- FABRICACION DE TUBOS (hormigón) E.- PIPE MANUFACTURE (Concrete)</td> </tr> <tr> <td style="width: 30%; padding: 2px;">Curado Setting</td> <td style="width: 30%; padding: 2px;">Correcto Correct</td> <td style="width: 40%; padding: 2px;">Incorrecto Incorrect</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Desencofrado Striking</td> <td style="padding: 2px;">Correcto Correct</td> <td style="padding: 2px;">Incorrecto Incorrect</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Manipulación Handling</td> <td style="padding: 2px;">Correcto Correct</td> <td style="padding: 2px;">Incorrecto Incorrect</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Acopio Storage</td> <td style="padding: 2px;">Correcto Correct</td> <td style="padding: 2px;">Incorrecto Incorrect</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Transporte Transport</td> <td style="padding: 2px;">Correcto Correct</td> <td style="padding: 2px;">Incorrecto Incorrect</td> </tr> </table>	E.- FABRICACION DE TUBOS (hormigón) E.- PIPE MANUFACTURE (Concrete)			Curado Setting	Correcto Correct	Incorrecto Incorrect	Desencofrado Striking	Correcto Correct	Incorrecto Incorrect	Manipulación Handling	Correcto Correct	Incorrecto Incorrect	Acopio Storage	Correcto Correct	Incorrecto Incorrect	Transporte Transport	Correcto Correct	Incorrecto Incorrect									
C.- ENCOFRADOS C.- FORMWORK																																											
Rigidez Rigidity	Correcta Correct	Incorrecta Incorrect																																									
Estanqueidad Watertightness	Correcta Correct	Incorrecta Incorrect																																									
Limpieza Cleanliness	Correcta Correct	Incorrecta Incorrect																																									
Tolerancias Tolerances	Correcta Correct	Incorrecta Incorrect																																									
E.- FABRICACION DE TUBOS (hormigón) E.- PIPE MANUFACTURE (Concrete)																																											
Curado Setting	Correcto Correct	Incorrecto Incorrect																																									
Desencofrado Striking	Correcto Correct	Incorrecto Incorrect																																									
Manipulación Handling	Correcto Correct	Incorrecto Incorrect																																									
Acopio Storage	Correcto Correct	Incorrecto Incorrect																																									
Transporte Transport	Correcto Correct	Incorrecto Incorrect																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="padding: 2px;">D.- AMASADO Y TRANSPORTE D.- MIX AND TRANSPORT</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding: 2px;">Equipo Equipment</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding: 2px;">Duración del amasado (min.) Mixing time (min)</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="padding: 2px;">Duración de la descarga (min.) Unloading time (min)</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Uniformidad amasado Mix uniformity</td> <td style="padding: 2px;">Correcta Correct</td> <td style="padding: 2px;">Incorrecta Incorrect</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Sistema de transporte System of transport</td> <td style="padding: 2px;">Correcta Correct</td> <td style="padding: 2px;">Incorrecta Incorrect</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Produce segregación Produce segregation</td> <td style="padding: 2px;">SI YES</td> <td style="padding: 2px;">NO NO</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Hojas de suministro hormigón preparado Supply sheets prepared concrete</td> <td style="padding: 2px;">Existen Exist SI NO YES NO</td> <td style="padding: 2px;">Archivan Filed SI NO YES NO</td> </tr> </table>	D.- AMASADO Y TRANSPORTE D.- MIX AND TRANSPORT			Equipo Equipment			Duración del amasado (min.) Mixing time (min)			Duración de la descarga (min.) Unloading time (min)			Uniformidad amasado Mix uniformity	Correcta Correct	Incorrecta Incorrect	Sistema de transporte System of transport	Correcta Correct	Incorrecta Incorrect	Produce segregación Produce segregation	SI YES	NO NO	Hojas de suministro hormigón preparado Supply sheets prepared concrete	Existen Exist SI NO YES NO	Archivan Filed SI NO YES NO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="padding: 2px;">F.- MUESTRAS DE CONTRASTE DE HORMIGON F.- COMPARATIVE CONCRETE SAMPLES</td> </tr> <tr> <td style="width: 30%; padding: 2px;">Referencia Reference</td> <td style="width: 30%; padding: 2px;">H. Núcleo Core</td> <td style="width: 40%; padding: 2px;">Revestimiento shell</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SI NO YES NO</td> <td style="padding: 2px;">SI NO YES NO</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SI NO YES NO</td> <td style="padding: 2px;">SI NO YES NO</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SI NO YES NO</td> <td style="padding: 2px;">SI NO YES NO</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"></td> <td style="padding: 2px;">SI NO YES NO</td> <td style="padding: 2px;">SI NO YES NO</td> </tr> </table>	F.- MUESTRAS DE CONTRASTE DE HORMIGON F.- COMPARATIVE CONCRETE SAMPLES			Referencia Reference	H. Núcleo Core	Revestimiento shell		SI NO YES NO	SI NO YES NO		SI NO YES NO	SI NO YES NO		SI NO YES NO	SI NO YES NO		SI NO YES NO	SI NO YES NO
D.- AMASADO Y TRANSPORTE D.- MIX AND TRANSPORT																																											
Equipo Equipment																																											
Duración del amasado (min.) Mixing time (min)																																											
Duración de la descarga (min.) Unloading time (min)																																											
Uniformidad amasado Mix uniformity	Correcta Correct	Incorrecta Incorrect																																									
Sistema de transporte System of transport	Correcta Correct	Incorrecta Incorrect																																									
Produce segregación Produce segregation	SI YES	NO NO																																									
Hojas de suministro hormigón preparado Supply sheets prepared concrete	Existen Exist SI NO YES NO	Archivan Filed SI NO YES NO																																									
F.- MUESTRAS DE CONTRASTE DE HORMIGON F.- COMPARATIVE CONCRETE SAMPLES																																											
Referencia Reference	H. Núcleo Core	Revestimiento shell																																									
	SI NO YES NO	SI NO YES NO																																									
	SI NO YES NO	SI NO YES NO																																									
	SI NO YES NO	SI NO YES NO																																									
	SI NO YES NO	SI NO YES NO																																									
<p>Observaciones e Incidencias / Observations and Incidents:</p>																																											

FIGURA 8. c
FIGURE 8. c

4. CONSTRUCTION CONTROL OF THE CIVIL WORKS

4.1. CONSTRUCTION OF THE PIPELINE

The construction of the pipeline was made up of the following stages:

- Laying out and making of trenches.
The trench was marked and then excavated by mechanical means or by blasting. Once excavated the base was prepared for the placing of the regulating and base concrete.
- Placing of pipes.
The pipes were placed in the trench by a mobile crane. Then with the aid of jacks and winches it was centred and aligned with the pipes already installed. Once placed in position they were fixed prior to the welding of the joint between the two end pieces.
- Welding of joints.
The pipe openings were welded together by semiautomatic or electrode equipment.

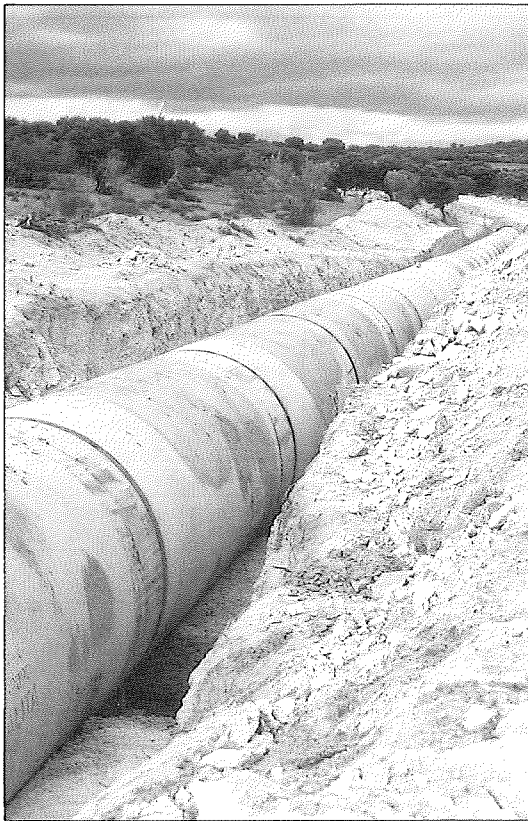


Foto 3. Tubo montado y hormigón en ríñones.

Photo 3. Assembled pipe and concrete on flanks.

- Concreting of flanks.
Once the pipes were welded together the flanks of the pipes were concreted up to a height of 50 cm. equivalent to 120°.
- Concreting of joints.
The joints were filled with resin mortar both inside and out in order to protect the steel plate.
- Backfill of trenches.
The trenches were backfilled with the excavated materials after all lumps had been removed and then covered with selected material.

4. CONTROL DE EJECUCION DE LA OBRA CIVIL

4.1. CONSTRUCCION DE LA CONDUCCION

El proceso de ejecución de la conducción constaba de las siguientes etapas:

- Replanteo y realización de zanjas.
Se marcaba la zanja y se procedía a su excavación por medios mecánicos o mediante voladura. Una vez excavada se preparaba el fondo para colocar el hormigón de regularización y solera.
- Colocación de tubos.
Los tubos se colocaban en la zanja con una grúa automóvil. Posteriormente mediante gatos y cabestrantes se centraban y alineaban con los ya montados. Una vez colocados en posición, se fijaban, quedando preparados para soldar la junta entre las boquillas de unión.
- Soldadura de juntas.
La soldadura de unión de las boquillas se realizaba con máquina semiautomática o electrodo.
- Hormigonado de riñones.
Después de haber realizado las soldaduras de unión se hormigonaban los riñones de los tubos hasta una altura de 50 cm., equivalente a 120°.
- Hormigonado de juntas.
Las juntas se rellenaban con mortero de resina, tanto exterior como interiormente para proteger la chapa metálica.
- Relleno de zanjas.
Se rellenaban con materiales de excavación retirados los gruesos, y se recubrían finalmente con material seleccionado.

En paralelo con la conducción se construyeron:

- Estaciones de bombeo. Su proceso de ejecución fue el propio de una edificación industrial destinada a albergar grandes equipos.
- Chimeneas de equilibrio y aislamiento. Se construyeron mediante encofrados deslizantes convencionales.
- Túneles. El de Navalagamella se ejecutó mediante voladura, y el de descarga en el embalse de Valmayor con topo (T.B.M.) de diámetro 3,60 m.

4.2. CONTROL DE CALIDAD

4.2.1. Organización.

Las actividades de Control de Calidad de las obras abarcaron todo el proceso constructivo:

- Materiales.
- Ejecución.
- Recepción, colocación y montaje de tubos.
- Geometría.
- Equipos y componentes.
- Impacto ambiental.

El equipo desarrolló sus tareas permanentemente a pie de obra, teniendo su base en las instalaciones, oficina y laboratorio que se montaron en la zona central de la traza, en Navas del Rey.

El laboratorio estaba preparado para realizar los ensayos más frecuentes de suelos: Límites de Atterberg, Proctor, CBR, Granulométricos, Densidad, Contenido de Materia Orgánica, así como de hormigones: Consistencia y Resistencia.

The following were also constructed at the same time as the pipeline:

- Pumping stations. The construction of which being that of an industrial building housing large machinery.
- Surge shafts and water shoots. These were constructed with conventional travelling formwork.
- Tunnels. The Navalagamella Tunnel was made by blasting, and the tunnel discharging into the Valmayor reservoir was made by a 3.60 m. diameter tunnel boring machine.

4.2. QUALITY CONTROL

4.2.1. Organization

The Quality Control of the works covered the entire construction process:

- Materials.
- Construction.
- Delivery, placement and assembly of tubes.
- Geometry.
- Equipment and components.
- Environmental impact.

These activities were carried out by the organization indicated in the chart in Fig. 9.

The team carried out all its activities on site, and had its headquarters at the installations, office and laboratory installed at Navas del Rey in the central area of the pipeline.

The laboratory was prepared to carry out the more common soil tests: Atterberg Limits, Proctor, CBR, Grading, Density, Organic Material Content, and concrete tests: Consistency and Strength.

Other necessary tests were carried out at INTEMAC's officially recognized laboratories.

4.2.2. Construction control

● TRENCHES HOUSING THE PIPES

- Ditching
It was foreseen that the trenches would be excavated in an uphill direction to enable the water to drain down to the lower point. Controls were made to ensure that the excavated material was stacked at a sufficient distance from the edge of the trench in order to prevent crumbling. The control made on the blasting considered the charge used, the type of explosive, the date and hour.
- Depth of trenches.
- Width of trenches.
- Preparation of the trench bottom.
The beds of the trenches were inspected to ensure that the base was compacted in those cases where there was no rock at the base.

● TRANSPORT AND HANDLING OF PIPES

- Pipe Delivery.
On reaching site, the pipes were received together with the authorized delivery note from the Factory Inspector, and this was checked for his signature of approval. The delivery note was also verified to see if it indicated any anomaly which needed to be repaired on site. This occurred on some occasions at the beginning of the works as a result of the time schedule and rhythm of work.
In the case of the steel pipes, their origin was verified with the delivery note.

Estas actividades fueron desarrolladas por la organización que aparece reflejada en el organigrama de la Figura 9.

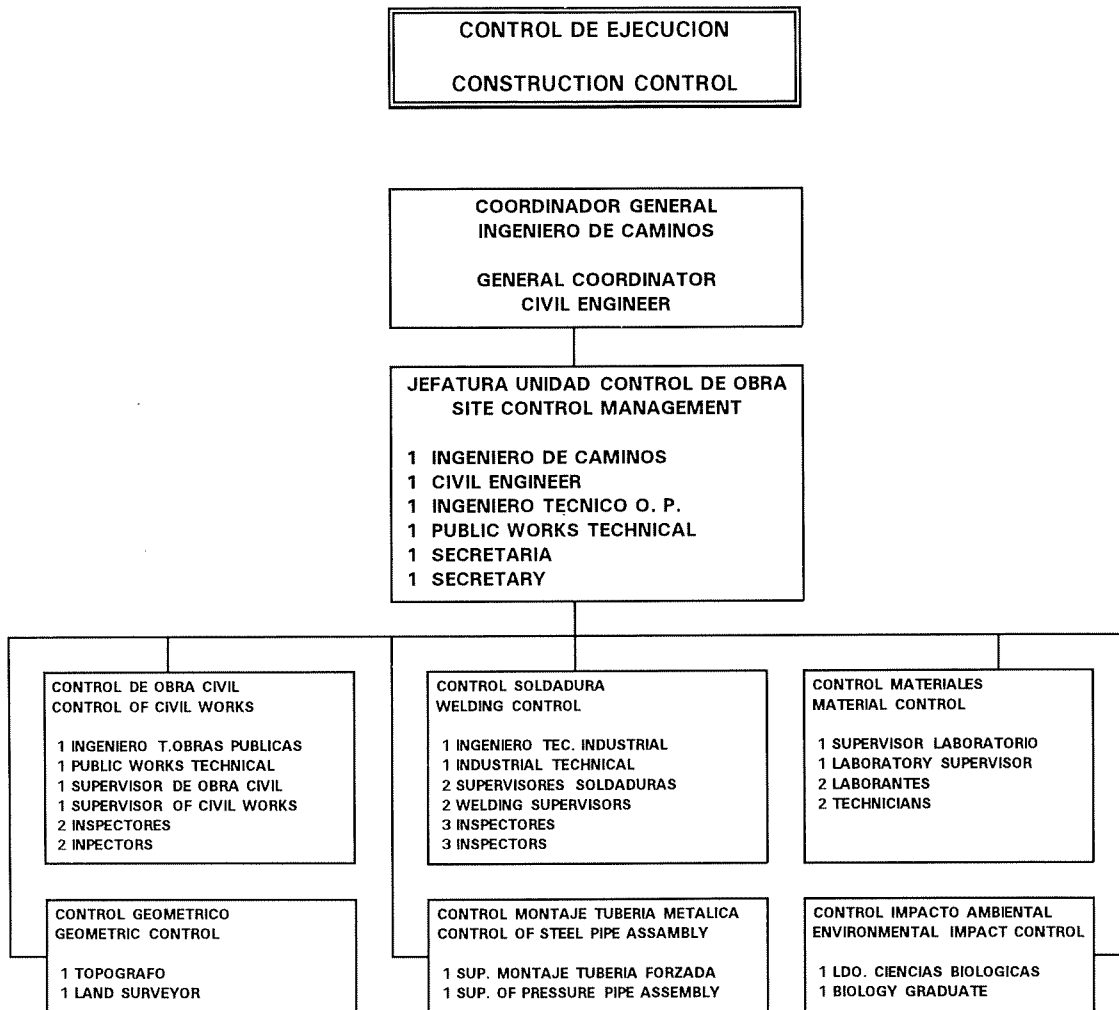


FIGURA 9.
FIGURE 9.

El resto de ensayos que fueron necesarios se hicieron en Laboratorios de INTEMAC, oficialmente acreditados.

4.2.2. Control de ejecución.

- ZANJAS PARA ALOJAMIENTO DE LOS TUBOS

- Apertura de zanjas.
Se procuró que se excavaran las zanjas en el sentido ascendente de la pendiente, para dar salida a las aguas en el punto bajo. Se controló además que el material procedente de la excavación se apilara suficientemente alejado del borde de la zanja para evitar desmoronamientos. En las voladuras se llevó un control de la carga empleada, tipo de explosivo, fecha y hora.
- Profundidad de las zanjas.
- Anchura de las zanjas.
- Preparación de la base de la zanja.
Se inspeccionaron los fondos de excavación, cuidando que la solera se compactase en el caso de que en el fondo no hubiera roca.

- Placement on lorry.
It was checked that the pipes reached the site with suitable arrangements to prevent transverse and longitudinal movement during transport, and that they had been laid on wooden wedges and were not touching each other.
- Unloading of the pipes.
It was ensured that no damage was caused to the pipes by the cables or slings used in the unloading.
- Placement beside the trench.
Control was made to ensure that the pipes were placed gently on flat ground, and supported on wooden wedges where necessary, and stored on the opposite side to the excavated materials.

● PIPE ASSEMBLY

- Visual inspection.
Prior to being laid in the trench, the pipes were inspected for any possible deterioration, cracks, scaling or splitting.
- Lowering and laying of the pipes.
It was ensured that the pipes were laid on a suitably prepared concrete base, and that adequate measures were taken to back and align them with the adjoining pipes prior to their subsequent connection.

● WELDING

- Homologation of welding procedures.
It was verified that all welding procedures were confirmed for the maximum thicknesses of plate used in each case, and for the positions necessary for their execution.
The main welding elements were:
 - * Joints between steel pipes
 - * Joints between R.C.S.S. pipes
 - * Diverse steel elements such as intake manifolds and discharge of pumps, sand sluices, tanks, etc.
- Welder's qualifications.
It was verified that all the welders on site were approved to carry out the tasks assigned to them.
- Characteristics of materials.
The electrodes and supply leads used in the welding were checked for their corresponding quality certificates.
The steel plate used in the manufacture of the steel pipes was checked with the quality certificates.
- Preparation of edges.
For each of the welded joints an inspection was made of the cleanliness of the joint, the preparation of the edges, the clearances and laps between the plates to be welded, to check their acceptability.
- Welding work.
In the case of rain or frost, it was ensured that the joints were protected prior to welding and dried with a drying torch. The electrodes also had to be protected inside ovens.

● JOINTS BETWEEN PIPES

- R.C.S.S. pipes.
It was verified that the resin mortar applied to the joints was made correctly and with materials approved by the Site Management. The joint had to be clean prior to the mortar application.
- Steel pipes.
Once the joints were welded, they were checked for protrusions and rusting prior to painting. No joint could be painted before all traces of rusting and protrusions had been removed.

● TRANSPORTE Y MANIPULACION DE LOS TUBOS

- Recepción de los tubos.
A su llegada a obra los tubos eran recepcionados, recogiéndose el albarán de autorización de envío a obra procedente del Inspector de Factoría, y controlando que tuviera su firma de visto bueno. Se comprobaba si el albarán indicaba alguna anomalía que fuese necesario reparar en obra. Esto se dio en algún caso al comienzo de los trabajos, por razones de plazo y ritmo de ejecución. En el caso de los tubos metálicos se comprobaba su procedencia a través del albarán de transporte.
- Colocación en camión.
Se comprobó que llegasen a la obra con dispositivos adecuados para garantizar su inmovilidad transversal y longitudinal durante el transporte, apoyando en cunas de madera y sin tener contacto entre sí.
- Descarga de los tubos.
Se inspeccionó que los cables o eslingas utilizadas en la descarga de los tubos no les produjesen ningún daño.
- Colocación junto a la zanja.
Se controló que los tubos se depositaran suavemente sobre suelo plano, apoyándolos en cunas de madera cuando fuese necesario, y acopiándolos en el lado opuesto a los productos de excavación.

● MONTAJE DE TUBOS

- Examen visual.
Antes de su colocación en la zanja se comprobaban los tubos para detectar posibles deterioros, fisuras, desconchones o resquebrajamientos.
- Descenso y colocación de los tubos.
Se controló que los tubos se situaran sobre la solera de hormigón convenientemente calzados, empleando procedimientos adecuados, a fin de adosarlos y alinearlos con los contiguos para su posterior unión.

● SOLDADURAS

- Homologación de procedimientos de soldadura
Se comprobó que todos los procedimientos empleados en las soldaduras estuviesen homologados para los espesores máximos de chapa empleados en cada caso, y en las posiciones necesarias para su ejecución.
Los principales elementos soldados eran:
 - * Juntas entre tubos metálicos.
 - * Juntas entre tubos H.A.C.CH.
 - * Elementos metálicos diversos tales como colectores de aspiración y descarga de las bombas, desarenadores, tanques, etc.
- Calificación de soldadores.
Se comprobó que todos los soldadores de la obra estuviesen homologados para el procedimiento que estaban encargados de ejecutar.
- Características de los materiales.
Se comprobó que los electrodos e hilos de aportación empleados en las soldaduras vinieran avalados por los correspondientes certificados de calidad.
En el caso de los tubos metálicos se comprobó, con los certificados de calidad, que la chapa utilizada en su fabricación era la requerida.
- Preparación de bordes.
En cada una de las juntas soldadas se inspeccionó la limpieza de la junta, la preparación de bordes, así como las holguras y solapes entre las chapas a soldar, para comprobar que eran aceptables.
- Ejecución de las soldaduras.
Se controló que en caso de lluvia o heladas, antes de proceder a soldar, se protegieran las juntas y se secaran con antorcha de secado. También se cuidó que los electrodos se mantuvieran protegidos dentro de estufas.

● BACKFILLING OF TRENCHES

- Backfilling and compaction of trenches.
Once the connecting joint between pipes had been welded, it was ensured that the flanks were then concreted at an angle of 120° and that the execution of the concreting was correct. The trench was then filled with previously excavated materials which were free from lumps.
The steel pipe was concreted by sections. The concreting had to be made in layers of little height and moderate length, to prevent the pipes from floating in the fresh concrete and deforming or even bending under the weight. U-shaped bars were placed around the pipes to anchor them during the pouring of the first layers and to prevent them from floating and a \varnothing 10 to 200 mm. mesh was placed as reinforcement to the upper face of the pipe. Once the concreting was completed, the trench was then backfilled and covered with excavation materials and selected soil.
- Lengths of sections without backfill.
In order to prevent excessive thermal stress, no more than 15 pipes, or approximately 100 m. lengths, could be exposed to the elements, without backfilling. A joint between pipes was left unwelded when necessary for site reasons, approximately each 100 m.



Foto 4. Tubería de impulsión N° 1.
Photo 4. Lead Line No. 1.

● CONCRETE STRUCTURES

The following aspects were controlled:

- Characteristics of the aggregates.
- Formwork and metalwork.
- Supply and transport of concrete.
- Pouring and placing.
- Compaction.
- Working joints.
- Concrete setting.
- Finish of surfaces.

The quality certificates and seals of concrete, steel and additives were all verified.

● SHAFTS

The activities necessary to control the quality of stand pipes, or water shoots in general, were similar to that of any other concrete work, though they did need some additional verifications, the most important of which are given below:

- Bearing capacity of the support bars.
- Concrete strength at early ages.
- Assembly of formwork and the first section of reinforcement.
- Sliding.
- Operation of jacks.
- Possible obstacles in the area of the formwork caused by broken runners or reinforcement.
- Plumbing.
- Setting.

● JUNTAS ENTRE TUBOS

- Tubos H.A.C.CH.
Se comprobó que la aplicación del mortero de resina en las juntas se hacía conforme al procedimiento y con el material aprobados por la Dirección de Obra. Antes de la aplicación del mortero la junta debía estar limpia.
- Tubería metálica
Una vez soldadas las juntas, se comprobaba la ausencia de proyecciones y de óxido antes de pintarlas. No se aceptaba pintar ninguna junta sin que se hubiese procedido a una limpieza en la que desaparecieran aquellos.

● RELLENO DE ZANJAS

- Relleno y compactación de la zanja.
Una vez soldada la junta de unión entre tubos, se efectuaba el hormigonado de los riñones, comprobando que se hiciera a 120º, y que la puesta en obra del hormigón fuese correcta. Después del hormigonado se rellenaba la zanja con materiales procedentes de la excavación, cuidando que no se utilizaran bolos.
La tubería metálica se hormigonaba a sección completa. Se controló que el hormigonado se hiciese por tongadas de poca altura y longitud moderada, para evitar que los tubos flotasen en el hormigón fresco o se deformasen e incluso se abollasen bajo su presión. Se colocaban redondos con forma de U abrazando a la tubería para anclarla en las primeras tongadas e impedir su flotación. Asimismo, se disponía como refuerzo un mallazo de Ø 10 a 200 mm. en la cara superior del tubo. Una vez finalizado el hormigonado, se procedía a rellenar y cubrir la zanja con productos de excavación y suelo seleccionado.
- Longitud de los tramos sin relleno.
Para evitar esfuerzos de origen térmico excesivos, no se permitió dejar más de 15 tubos, unos 100 m. de longitud, expuestos a la intemperie, sin rellenar la zanja. Cuando fue preciso por razones de obra, se dejaba sin soldar una junta entre tubos, cada 100 m. aproximadamente.

● ESTRUCTURAS DE HORMIGON

Se controlaron los siguientes aspectos:

- Características de los áridos.
- Encofrados y ferralla.
- Suministro y transporte del hormigón.
- Vertido y colocación.
- Compactación.
- Juntas de hormigonado.
- Curado del hormigón.
- Acabado de superficies.

Se comprobaron los certificados y sellos de calidad de cemento, aceros y aditivos.

● DESLIZADOS

Las actividades necesarias para el control de calidad de chimeneas, o en general de torres deslizadas, son semejantes a las de cualquier otra obra de hormigón, aunque requieren algunas comprobaciones adicionales. Entre ellas cabe destacar:

- Capacidad portante de las barras de apoyo.
- Resistencia del hormigón a edades cortas.
- Montaje del encofrado y primer tramo de armadura.
- Deslizado.
- Funcionamiento de los gatos.
- Posibles tropiezos de una zona del encofrado con latiguillos rotos, o armaduras.
- Plomadas.
- Curado.

Asimismo, se realizó un control más intenso y continuado, en los tres turnos, para prevenir la pérdida de aleatoriedad en la toma de muestras de materiales e inspecciones de ejecución.

De manera sistemática se llevó un registro diario de las variables con posible influencia en el resultado del deslizamiento de cada chimenea:

In this way a more intense and continuous control was carried out, over the three shifts, to prevent the loss of randomness in the sampling of materials and work inspections.

A daily inspection was systematically made of the variables which could influence the sliding result of each shaft:

- Height reached.
- Temperature.
- Concrete consistency.
- Speed of sliding.

In the surge shafts, the following was also controlled:

- Tare of jacks.
- Pretensioning stress of the active reinforcement.

● **GEOMETRIC CONTROL**

The following checks were made:

- Advance and verticality of the shafts.
- Height of the top of the shaft.
- Geometry of the pipeline.
- Geometry of the pumping stations.

● **ENVIRONMENTAL IMPACT**

From the very beginning of the works, the Works Management were deeply concerned about any negative affect the works may have on the environment. As a result of this a Biologist was included in the Quality Control organization of the works, who from the outset was dedicated to observing that the environmental impact was reduced to a minimum. During construction the following aspects were supervised:

- Prohibition of blasting during the nesting period of birds, from February to July.
- Damage to plant species limited to that strictly necessary.
- Cleaning the area of excavated and blasted products.
- Transport of surplus excavation materials to selected dumps.

The Environmental Restoration works made after the construction had been completed were also supervised by this Control.

4.2.3. Tests

The tests carried out were basically as follows:

- Concrete control

Determination of strength and consistency in accordance with that provided for in Instruction EH-91.

Concrete sampling:

	Footing	Shaft
Shafts	25	232
Pumping Stations	115	
Rest	66	

- Control of welded joints between pipes.
All were inspected by liquid penetrants.
The joints on the collecting tanks in the pumping stations were inspected by ultrasound.

Welded joints inspected:	R.C.S.S. Pipes	4,599
	Steel pipes	380

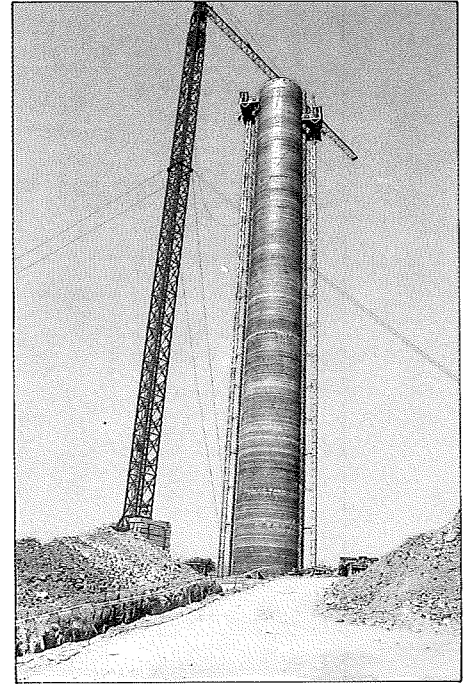
The Site Management were regularly informed of all the tests carried out, and given the results of the welding inspections and the concrete specimen breaking strength. Any anomalous results were communicated immediately.

- Cota alcanzada.
- Temperatura.
- Consistencia del hormigón.
- Velocidad de deslizamiento.

En el caso de las chimeneas de equilibrio se controló asimismo:

- Tarado de los gatos.
- Esfuerzos de pretensado de la armadura activa.

Foto 5. Chimenea de equilibrio N.º 1.
Photo 5. Surge shaft No. 1.



● CONTROL GEOMETRICO

Se realizaron las siguientes comprobaciones:

- Avance y verticalidad de las chimeneas.
- Cota de coronación de las chimeneas.
- Geometría de la conducción.
- Geometría de las estaciones de bombeo.

● IMPACTO AMBIENTAL

Desde el inicio de los trabajos hubo una gran preocupación por parte de la Dirección de Obra acerca de la incidencia negativa que pudieran tener sobre el medio ambiente. Fruto de ello fue la inclusión en la organización de Control de Calidad de las obras de un Biólogo, quién desde el primer momento se dedicó a vigilar que el impacto ambiental fuera el menor posible. Específicamente durante la construcción vigiló los siguientes aspectos:

- Prohibición de voladuras desde febrero a julio, época de nidificación de las aves.
- Daño a las especies vegetales limitado al estrictamente necesario.
- Limpieza de la zona, tanto de productos de excavación como de voladura.
- Transporte de los productos sobrantes de excavación a vertederos seleccionados.

Posteriormente y una vez finalizada la construcción continuó ocupándose del Control de los trabajos del Proyecto de Restauración Ambiental.

4.2.3. Ensayos.

Los ensayos realizados fueron fundamentalmente los siguientes:

- Control de hormigones.

Se hicieron determinaciones de resistencia y consistencia, de acuerdo con las especificaciones de la Instrucción EH-91.

Muestras de hormigón:

	Zapata	Fuste
Chimeneas	25	232
Estaciones de bombeo	115	
Resto	66	

- Control de soldaduras de juntas entre tuberías.
Se reconoció la totalidad mediante líquidos penetrantes.
Las juntas de colectores en las estaciones de bombeo se reconocieron mediante ultrasonidos.

4.2.4. Daily inspection reports.

Two specifically prepared daily inspection reports were employed; for Site Control, two of the four sheets being shown in Fig. 10, and for Steel Structure Inspection, as shown in Fig. 11. These had to be completed by the corresponding Inspectors every day.

INTEMAC - AREA 3 INTEMAC - AREA 3		ABASTECIMIENTO DE EMERGENCIA A MADRID CONDUCCION PICADAS - VALMAYOR EMERGENCY WATER SUPPLY PLAN TO MADRID PICADAS - VALMAYOR PIPELINE																																					
Control de obra. Zanja Site control. Trench		Referencia: CO/OC-93001/A3 Reference: CO/OC-93001/A3																																					
Parte Diario de Inspección. Hoja 1 de 4 Daily Inspection Report. Page 1 of 4		Tramo/Section: _____ Fecha/Date: _____ N° de Parte/Report No.: _____																																					
(1) Excavación (especificar voladura) Excavation (specify blasting) (2) Solera de mortero de hormigón H-125 H-125 Concrete mortar base (3) Cuna de hormigón H-175 H-175 Concrete bed (4) Gravilla Coarse aggregate (5) Relleno seleccionado Selected backfill (6) Relleno con sobrantes Surplus backfill (7) Otros (especificar) Others (specify)	Localización Location	Tipo de ensayos realizados Type of test carried out	Notas Notes																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">(1)</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">(2)</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">(3)</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">(4)</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">(5)</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">(6)</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">(7)</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">P.K. inicial</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">P.K. final</td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td> </tr> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td> </tr> </table>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	P.K. inicial	P.K. final																														
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	P.K. inicial	P.K. final																															
Observaciones e Incidencias/Observations and incidents:																																							
INTEMAC - AREA 3 INTEMAC - AREA 3		ABASTECIMIENTO DE EMERGENCIA A MADRID CONDUCCION PICADAS - VALMAYOR EMERGENCY WATER SUPPLY TO MADRID PICADAS - VALMAYOR PIPELINE																																					
Control de obra. Montaje de tubería Site control. Pipe assembly		Referencia: CO/OC-93001/A3 Reference: CO/OC-93001/A3																																					
Parte Diario de Inspección. Hoja 3 de 4 Daily Inspection Report. Page 3 of 4		Tramo/Section: _____ Fecha/Date: _____ N° de Parte/Report No.: _____																																					
Localización Location	Tubos colocados/Pipes laid				Notas Notes																																		
	Referencia Reference	Presión de timbre Working Pressure	Referencia Reference	Presión de timbre Working pressure																																			
Observaciones e Incidencias / Observations and incidents:																																							

FIGURA 10.
FIGURE 10.

Juntas soldadas inspeccionadas:

Tubos H.A.C.CH.
Tubos metálicos

4.599
380

Se informaba periódicamente a la Dirección de Obra de todos los ensayos realizados, notificándose los resultados de la inspección de soldaduras y roturas de probetas de hormigón. Los resultados anómalos se comunicaban de inmediato.

4.2.4. Partes diarios de inspección.

Se utilizaron dos partes diarios de inspección, específicamente preparados para este trabajo, el de Control de Obra, dos de cuyas cuatro páginas aparecen en la Figura 10, y el de Inspección de Estructura Metálica, Figura 11. Debían ser cumplimentados diariamente por los Inspectores correspondientes.

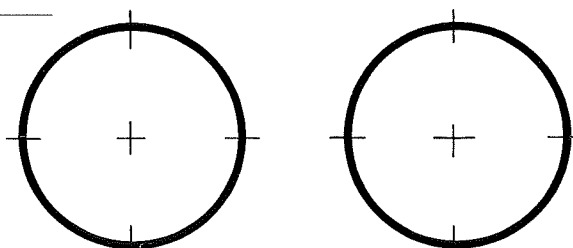
INTEMAC - AREA 3 INTEMAC - AREA 3	PLAN DE ABASTECIMIENTO A MADRID WATER SUPPLY PLAN TO MADRID CONDUCCION PICADAS - VALMAYOR PICADAS - VALMAYOR PIPELINE		
FECHA/DATE: _____	Ref.: CO/OC-93001/A3		
PARTE Nº/REPORT No.: _____			
PARTE RESUMEN DE INSPECCION DE ESTRUCTURA METALICA SUMMARY OF STEEL STRUCTURE INSPECTION	HOJA Nº DE PAGE No OF		
	INSPECCION EN OBRA SITE INSPECTION TALLER: WORKSHOP: INSPECTOR: INSPECTOR: VERIFICADO: VERIFIED:		
P.K. / P.K.: _____ JUNTA / JOINT: _____			
CONTROL DE EJECUCION DE SOLDADURAS / WELDING CONTROL			
	ACCEPTABLE ACCEPTABLE	NO ACCEPTABLE UNACCEPTABLE	OBSERVACIONES OBSERVATIONS
1. PREPARACION DE JUNTA PREPARATION OF JOINT	.....	.....	.....
2. EJECUCION DE SOLDADURAS WELDING	.....	.....	.....
3. INSPECCION VISUAL VISUAL INSPECTION	.....	.....	.....
4. CONTROL GEOMETRICO GEOMETRICAL CONTROL	.....	.....	.....
5. EXAMEN MEDIANTE LIQUIDOS PENETRANTES LIQUID PENETRANT EXAMINATION	.....	.....	.....
6. OTRAS INSPECCIONES OTHER INSPECTIONS	.....	.....	.....
<u>OBSERVACIONES / OBSERVATIONS</u> _____ _____			

FIGURA 11.
FIGURE 11.

The Site Control daily report was made up of the following sections:

- Trench.
 - * Results of the daily inspection of the trench construction.
 - Excavations
 - Concretes
 - Backfills
- Pipe assembly.
 - * Pipes laid each day, indicating the reference, working pressure, location and any note worthy of interest.
- Control of machinery.
 - * Name, make, model, activity and location.

The Steel Structure Inspection Sheets gave information on each welded joint regarding its situation, reference, conditions of welding and a list of results of inspections.

4.3. QUANTITATIVE CONTROL

The same Quality Control team carried out the daily quantitative control of the work: pipes received and laid, joints welded, painted and concreted and finally the finished sections of the pipeline.

The information gathered was then placed in three specially prepared computer data base applications.

- Laying of R.C.S.S. pipes
- Laying of steel pipes
- Execution of welded joints.

From the information contained in the data bases, three reports regarding the state of the work were sent fortnightly to the Site Management.

- Report on R.C.S.S. pipe laying

This gave information on each tube regarding its reference, dates of assembly, welding of the joint at the aft end, concreting of the said joint, and of the concreting and backfilling of the trench (Fig. 12).
- Report on steel pipe laying.

This was similar to the above with the exception that the date of concreting was substituted by that of painting. It also contained a column indicating the diameter, length, plate type and thickness of each pipe (Fig. 13).

UTE - AMEVAS		CONTROL DE EJECUCION CONSTRUCTION CONTROL INFORME DE PUESTA EN OBRA DE TUBOS METALICOS REPORT ON STEEL PIPE LAYING					CONDUCCION PICADAS - VALMAYOR PICADAS - VALMAYOR PIPELINE	
Fecha/Date: 23-05-1994		Constructor: DYCSA					Página/Page 1	
Tramo/Section: T1							Año/Year 1993	
Referencia Reference	Fecha Llegada date	Fecha Montaje Date of assembly	Fecha Soldadura Date of welding	Fecha Pintado Date of painting	Fecha Hormigonado Date of concreting	Fecha Relleno Date of backfill	Observaciones Observations	
01 "B"	03-08	17-08	23-08	05-10	22-09	12-11	φ2032mm/1.g6m/St.73.2/e.12.7mm	
01 "C"	01-10	06-10	14-10	21-10	25-10	10-11	φ2032mm/1.g6m/St.73.2/e.12.7mm	
02 "B"	03-08	12-08	20-10	21-10	21-10	11-11	φ2032mm/1.g6m/St.73.2/e.12.7mm	
02 "C"	30-09	07-10	14-10	21-10	18-10	10-11	φ2032mm/1.g6m/St.73.2/e.12.7mm	
03 "B"	02-08	17-08	18-08	05-10	21-09	11-11	φ2032mm/1.g6m/St.73.2/e.12.7mm	

FIGURA 13.
FIGURE 13.

Los partes diarios de Control de Obra constan de los siguientes apartados:

- Zanja.
 - * Resultados de la inspección diaria de la ejecución de las zanjas.
 - Excavaciones.
 - Hormigones.
 - Rellenos.
- Montaje de tubería.
 - * Tubos colocados en el día, indicando referencia, presión de timbre, localización y cualquier nota que pudiera resultar de interés.
- Control de maquinaria.
 - * Denominación, marca, modelo, actividad y localización.

Los Partes Resumen de Inspección de Estructura Metálica incluyen para cada junta soldada su situación, referencia, las condiciones de ejecución de la soldadura y resumen los resultados de las inspecciones.

4.3. CONTROL CUANTITATIVO

El mismo equipo de Control de Calidad llevó a cabo diariamente el control cuantitativo de la obra: tubos recibidos y montados, juntas soldadas, pintadas y hormigonadas, y finalmente tramos de conducción acabados.

La información recogida se incorporaba a tres aplicaciones de base de datos informatizadas desarrolladas específicamente para este fin.

- Puesta en obra de tubos de H.A.C.CH.
- Puesta en obra de tubos metálicos.
- Ejecución de uniones soldadas.

A partir de la información contenida en las bases de datos, se emitían quincenalmente tres informes de avance de ejecución a la Dirección de Obra.

- Informe de Puesta en Obra de tubos H.A.C.CH.

En él se indican para cada tubo, su referencia, y las fechas de montaje, de ejecución de la soldadura de la junta de su extremo aguas abajo, de hormigonado de dicha junta, de hormigonado y de relleno de la zanja (Figura 12)

UTE - AMEVAS		CONTROL DE EJECUCION CONSTRUCTION CONTROL INFORME DE PUESTA EN OBRA DE TUBOS REPORT OF PIPE LAYING			CONDUCCION PICADAS - VALMAYOR PICADAS - VALMAYOR PIPELINE	
Fecha/Date 20-05-1994 Tramo/Section: T1		Constructor/Constructor: DYCSA			Página/Page 3 Año/Year 1993	
Referencia Reference	Fecha de montaje Date of assembly	Fecha de soldadura Date of welding	Fecha de hormigonado de juntas Date of concreting of joints	Fecha de hormigonado de rifones Date of concreting of flanks	Fecha de relleno Date of backfill	
T1-069-09	02-06	03-06	30-09	07-06	25-06	
T1-070-09	02-06	01-06	30-09	07-06	25-06	
T1-071-09	02-06	04-06	30-09	07-06	25-06	
T1-072-09	02-06		30-09	16-09	25-06	
T1-073-09	02-06	03-06	30-09	07-06	25-06	

FIGURA 12.
FIGURE 12.

- Informe de Puesta en Obra de tubos metálicos.

Es similar al anterior, con la salvedad de que se sustituye la fecha de hormigonado de la junta por la de pintado. Adicionalmente contiene una columna donde se indican para cada tubo su diámetro, longitud, tipo de chapa y espesor (Figura 13).

- Report on Welded Joints.

This indicated for each joint, the reference number, the references of the two pipes joined by the same, and the dates of welding, of the first check, of rejection where it be the case, the reasons for the same and the areas affected, and the final approval of the same (Fig. 14).

5. CONTROL OF PUMPING STATION SYSTEMS AND EQUIPMENT

The following aspects were controlled by INTEMAC in relation to the various equipment and systems incorporated in the pipeline at the pumping stations:

5.1. MANUFACTURING CONTROL

Strictly speaking one cannot speak of manufacturing control, as these activities were limited, to ones of support and consultancy of the Tajo Water Board, as expressly indicated by the same, in terms of the monitoring of manufacture and the carrying out of acceptance tests on vital machinery during the construction period as well as the operation of the pipeline. In this regard, INTEMAC's activities were centred on the request for and monitoring of manufacturing programmes, the analysis of the programmes for inspection points and attending some of the tests carried out by the different manufacturers in their factories.

This work was largely coordinated and carried out by an Industrial Engineer specialized in this type of installations, with the assistance of an Industrial Technical and a Factory Inspector.

The monitoring and other activities described above was carried out on the following equipment:

- Main pumps for the San Juan Pumping Station.

These pumps were manufactured by Sulzer at their factory in Algete (Madrid). Various visits were made to the factory to check the storage of materials, the state of mechanization of carcasses, wheels and components and the hydrostatic test at 40 bars of the first completed carcass.

The first completed pump was transported to Mantes (France), prior to the machining of the wheels for the other 4 pumps, in order to carry out an operational test on the same. The said test gave the flow-pressure, flow-power, flow-efficiency and N.P.S.H. curves for three different flows, all in accordance with the Standard ISO 3555.

- The main pumps at the Colmenar de Arroyo Pumping Station

The pumps for this station were made by Worthington (Ingersoll-Dresser Pumps) at their factory in Hamburg (Germany). The activities carried out were the same as for other pumps, though in this case the hydrostatic test of the carcass was made at 28 bar.

- Motors for the main pumps

The 10 motors driving the main pumps at the two pumping stations were manufactured by ABB at their factory in Reinoso (Cantabria).

The monitoring of the manufacture of the equipment was extremely thorough due to the short time available to meet deadlines in this case.

With regards to the final tests, all the pilot tests of all the motors were observed, together with those carried out on a unit of each model, as detailed in the following list:

- Series tests

- * Measure of resistance
- * Phase balancing
- * Verification of hand of rotation
- * Off-circuit test

- Informe de Juntas Soldadas.

En él se indican para cada junta, su número de referencia, las referencias de los dos tubos unidos por ella, la presión de trabajo, y las fechas de ejecución de la soldadura, realización de la primera comprobación, rechazo de la soldadura si procede, sus causas y las zonas defectuosas, así como la aceptación final de la misma (Figura 14).

UTE - AMEVAS		CONTROL DE SOLDADURA EN OBRA SITE WELDING CONTROL INFORME DE JUNTAS SOLDADAS REPORT ON WELDED JOINTS					CONDUCCION PICADAS - VALMAYOR PICADAS - VALMAYOR PIPELINE				
Fecha/Date 16-06-1993 Tramo/Section: T2		Constructor/Constructor: FCC					Página/Page 6 Año/Year 1993				
Referencia Reference tubo 1 Pipe 1	P atm	Referencia Reference tubo 2 Pipe 2	Núm. junta No. Joint	Fecha Soldadura Date of welding	Fecha 1ª inspección Date of 1st inspection	Fecha accept. Date of approval	Fecha rechazo Date of reject.	Causa rechazo Reason reject.	Fecha a. definitiva Date approval	Zona defectuosa Defective area	
T2-298-05	5	T2-325-05	266	03-06	04-06	04-06					
T2-299-05	5	T2-368-05	218	28-05	31-05	31-05	31-05	4/4/	31-05	2-3/3-0/	
T2-300-05	5	T2-384-05	241	31-05	01-06	07-06	01-06	8/	07-06	2-3/	
T2-301-05	5	T2-355-05	222	28-05	31-05	31-05					
T2-304-05	5	T2-320-05	260	01-06	02-06	02-06					

FIGURA 14.
FIGURE 14.

5. CONTROL DE SISTEMAS Y EQUIPOS DE LAS ESTACIONES DE BOMBEO

En lo que respecta a la diversidad de equipos y sistemas incorporados a la conducción en las estaciones de bombeo se han controlado por parte de INTEMAC los siguientes aspectos:

5.1. CONTROL DE FABRICACION

No se puede hablar estrictamente de control de la fabricación, pues las actuaciones llevadas a cabo se han limitado a un apoyo y asesoramiento a la Confederación Hidrográfica del Tajo para el seguimiento de la fabricación y realización de ensayos de recepción de aquellos equipos con una mayor transcendencia en el plazo de ejecución así como en el funcionamiento de la conducción, por indicación expresa de dicha entidad. En este sentido, la actividad de INTEMAC se ha centrado en la petición y seguimiento de los programas de fabricación, en el análisis de los programas de puntos de inspección y en la asistencia a los ensayos llevados a cabo por los distintos fabricantes en sus factorías.

Estos trabajos han sido coordinados y realizados en su mayor parte por un Ingeniero Industrial especialista en este tipo de instalaciones, con el apoyo de un Ingeniero Técnico Industrial y un Inspector de Factoría.

Los equipos sobre los que se ha realizado este seguimiento y las actividades concretas llevadas a cabo se describen a continuación:

- Bombas principales de la E.B. de San Juan

Estas bombas han sido fabricadas por Sulzer en sus instalaciones de Algete (Madrid). Se han efectuado diversas visitas a la fábrica para comprobar los acopios de materiales, el estado de mecanización de las carcacas, rodetes y componentes y la prueba hidrostática a 40 bar de la primera carcaca terminada. Por otro lado, se llevó a cabo el traslado a Mantes (Francia) de la primera bomba finalizada, antes de la mecanización de los rodetes de las otras 4 bombas, con el propósito de realizar una prueba de funcionamiento de la misma. En dicha prueba se obtuvieron las curvas de caudal-presión, caudal-potencia, caudal-rendimiento y N.P.S.H. para tres caudales diferentes, todo ello de acuerdo con la norma ISO 3555.

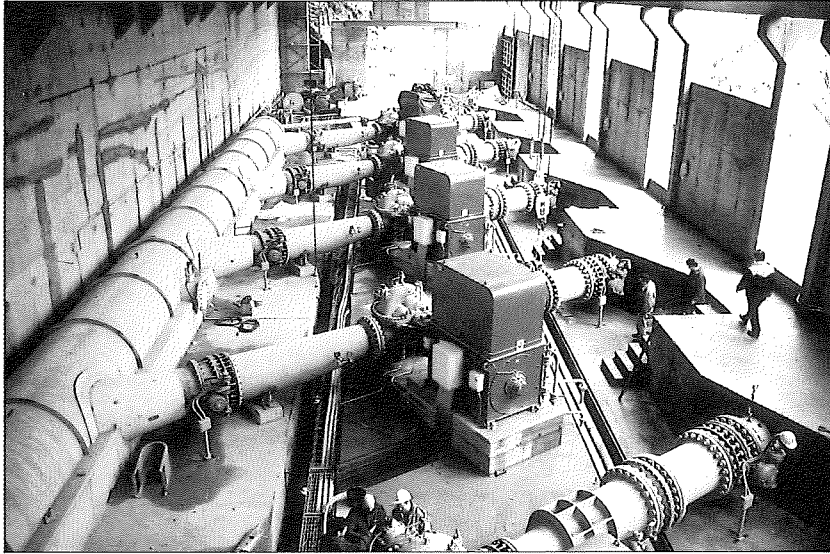


Foto 6. Estación de bombeo de San Juan (N.º 1).

Photo 6. San Juan Pumping Station (No. 1).

- * Short-circuit testing
- * Insulation rating
- * Dielectric strength test
- * Verification of auxiliary components
- * Overspeed testing

- Type test

- * Test of heating by bifrequency method
- * Determination of characteristics by the reduced voltage method
- * Noise measurement
- * Vibrational measurement

- Cut-off valves

The cut-off valves were of the throttle type in all cases and were manufactured by IMS at their factory in Polinyá (Barcelona). On this occasion, in addition to the monitoring of the manufacturing programme, operational tests were carried out on the hydrostatics of the bodies and on the cut-off seal of the majority of the valves. The test pressures varied according to type, depending on the nominal pressure of each unit.

- Non-return valves

The non-return valves, type "clasar", came from the Alstom factory in Armentières (France). Two visits were made to this factory. On the first visit the material storage was inspected at the beginning of manufacture. In the second visit hydrostatic tests were made on the bodies and on the seals of the first batch of valves to be completed and an inspection was made of the state of manufacture of the remainder.

- Power transformer for the Colmenar de Arroyo Pumping Station

With regards to this transformer (10 MVA; 66-46 kV/6kV) the acceptance tests were observed at the ABB Trafodis factory in Trápaga (Vizcaya). Series and type test were made on the transformer in accordance with the Standard CEI 76.

5.2. ASSEMBLY CONTROL

The installation of equipment and systems was monitored during the construction of the pumping stations, and the following activities carried out:

- Identification of equipment and components in accordance with the design specifications.

- Bombas principales de la E.B. de Colmenar del Arroyo

Las bombas de esta estación han sido fabricadas por Worthington (Ingersoll-Dresser Pumps) en su factoría de Hamburgo (Alemania). Las actividades realizadas coinciden con las descritas previamente para las otras bombas, si bien en este caso la prueba hidrostática de la carcasa se realizó a 28 bar.

- Motores para las bombas principales

Los 10 motores para el accionamiento de las bombas principales de las dos estaciones de bombeo han sido fabricados por ABB en sus instalaciones de Reinosa (Cantabria).

El seguimiento de la fabricación de estos equipos se ha realizado de forma más exhaustiva, pues las holguras de tiempo disponibles en este caso para cumplir los plazos previstos eran menores.

En lo que respecta a los ensayos finales, se han supervisado, con asistencia de inspectores de INTEMAC, los ensayos de serie de todos los motores y los de tipo efectuados sobre una unidad de cada modelo, según la siguiente relación:

- Ensayos de serie

- * Medida de resistencia
- * Equilibrado de fases
- * Comprobación del sentido de giro
- * Ensayo de vacío
- * Ensayo de cortocircuito
- * Medida de aislamiento
- * Ensayo de rigidez dieléctrica
- * Comprobación de elementos auxiliares
- * Ensayo de sobrevelocidad

- Ensayos de tipo

- * Ensayo de calentamiento por el método de bifrecuencia
- * Determinación de características por el método de la tensión reducida
- * Medida de ruidos
- * Medida de vibraciones

- Válvulas de corte

Las válvulas de corte, de tipo mariposa en todos los casos, han sido fabricadas por IMS en su factoría de Polinyà (Barcelona). En esta ocasión, además del seguimiento del programa de fabricación, se han realizado pruebas funcionales, hidrostáticas de los cuerpos y de estanquidad al cierre de gran parte de las válvulas. Las presiones de ensayo han variado según los casos, dependiendo de la presión nominal de cada unidad.

- Válvulas de retención

Las válvulas de retención, tipo "clasar", proceden de la fábrica de Alsthom en Armentières (Francia). Se han efectuado dos inspecciones a la factoría. En la primera de ellas, al comienzo de la fabricación, se inspeccionaron los acopios de materiales. En la segunda se realizaron pruebas hidrostáticas de los cuerpos y de estanquidad al cierre en el primer grupo de válvulas terminadas y se revisó el estado de la fabricación del resto.

- Transformador de potencia para la E.B. de Colmenar del Arroyo

En lo que respecta a este transformador (10 MVA; 66-46 kV/6 kV) se ha asistido a los ensayos de recepción en la fábrica de ABB Trafodis en Trápaga (Vizcaya). Sobre este equipo se han realizado ensayos de serie y ensayos de tipo según la norma CEI 76.

5.2. CONTROL DE MONTAJE

Durante la ejecución de las estaciones de bombeo se ha efectuado un seguimiento del montaje de los equipos y sistemas, desarrollando las siguientes actividades:

- Inspection of mounts and beds.
- Supervision of the handling of equipment.
- Dimensional verifications of conduits.

This work was carried out by a qualified Supervisor under the guidance of an Industrial Engineer. The Tajo Water Board were immediately informed of any incidents observed.

5.3. START UP

Finally, once all the assembly works had been completed, the control assisted in the final stage of the automatic starting of the pipeline. Different operational situations had been simulated for both normal and accidental operation, in order to observe the reaction of the system and to correct, where necessary, the programmed parameters of the automatats in both stations. The verifications observed during this stage were as follows:

- Establishment of points of balance of water flows when 1, 2, 3 or 4 pumps were operating in each station (in principle it was foreseen that 4 pumps would always be operating, having analyzed other situations where, as a result of accident, various pumps could be out of operation).
- Verification of pressure transients on the abrupt stoppage of pumps (water ramming).
- Analysis of the automatic manoeuvres for starting up and stopping the pumps at the Colmenar de Arroyo pumping Station after manual manoeuvres provoked at the San Juan Pumping Station, in order to verify the time passed before reaching a new balance of flows and the development of the water level at the intermediate tank.

ACKNOWLEDGEMENTS.

We would like to express our gratitude to all the Companies and Bodies participating in the construction work and to all the personnel who have intervined in the same.

- CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL TAJO
 - Mr. José Luis Nistal.
 - Mr. José Luis de la Peña.
 - Mr. José Luis Cantabrana.
 - Mr. Angel Crespo.
 - Mr. José Luis García.
 - Mr. Luis González.
- CANAL DE ISABEL II
 - Mr. José Piñero.
 - Mr. Julio Blanco.
 - Mr. José Alcaraz.
 - Mr. Francisco Jerez.
- DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES
- FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS
- AGROMAN
- FERROVIAL
- ENTRECANALES Y TAVORA
- CUBIERTAS Y MZOV
- ABENGOA
- ISOLUX-WAT
- EYSER
- SYNCONSULT

- Identificación de equipos y componentes de acuerdo con las especificaciones del proyecto.
- Inspección de soportes y bancadas.
- Supervisión de la manipulación de los equipos.
- Comprobaciones dimensionales de las canalizaciones.

Este trabajo se ha llevado a cabo por un Supervisor cualificado, bajo las directrices de un Ingeniero Industrial, habiéndose informado puntualmente a la Confederación Hidrográfica del Tajo de las incidencias observadas.

5.3. PUESTA EN MARCHA

Por último, una vez terminados los trabajos de montaje se ha asistido a la fase final de la puesta en marcha de la conducción en régimen automático, en la que se han simulado diferentes situaciones de funcionamiento, normales y accidentales, para observar las reacciones del sistema y corregir, en caso de ser necesario, los parámetros de la programación de los autómatas de ambas estaciones. Las comprobaciones presenciadas en este período han sido las siguientes:

- Establecimiento de los puntos de equilibrio de caudales de agua funcionando 1, 2, 3 ó 4 bombas de cada estación (en principio está previsto que funcionen siempre 4 bombas, habiendo analizado otras situaciones en las que, por causas accidentales, puedan quedar fuera de servicio varias bombas).
- Comprobación de los transitorios de presión ante paradas bruscas de las bombas (golpe de ariete).
- Análisis de las maniobras automáticas de arranque y parada de las bombas de la E.B. de Colmenar del Arroyo ante maniobras manuales provocadas en la E.B. de San Juan, con el propósito de comprobar los tiempos transcurridos hasta alcanzar un nuevo estado de equilibrio de caudales y la evolución del nivel de agua en el depósito intermedio.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer su colaboración a todos los Organismos y Empresas participantes en la ejecución de la obra, así como al personal que ha intervenido en los trabajos.

- CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL TAJO.
 - D. José Luis Nistal.
 - D. José Luis de la Peña.
 - D. José Luis Cantabrana.
 - D. Angel Crespo.
 - D. José Luis García.
 - D. Luis González.
- CANAL DE ISABEL II
 - D. José Piñero.
 - D. Julio Blanco.
 - D. José Alcaraz.
 - D. Francisco Jerez.
- DRAGADOS Y CONSTRUCCIONES
- FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS
- AGROMAN
- FERROVIAL
- ENTRECANALES Y TAVORA
- CUBIERTAS Y MZOV
- ABENGOA
- ISOLUX-WAT
- EYSER
- SYNCONSULT

Relación de Personal Titulado

Arquitectos

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

Ingeniero Aeronáutico

Cerdo Alonso-Misol, Gonzalo

Ingeniero Agrónomo

Valdés Tamames, Begoña

Ingenieros de Caminos

Acón Robleda, Miguel Angel
Aparicio Alonso, Angel
Arroyo Pérez, José Alberto
Calavera Ruiz, José
Cortés Bretón, Juan María
Corral Folgado, Claudio
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 Urries de la Riva, Jorge
Ley Urzáiz, Jorge
Penón Molins, Eduardo
Rodríguez Escribano, Raúl Rubén
Rodríguez Moragón, Julio
Sanz Pérez, Lorenzo
Sirvent Sirvent, Enrique
Tapia Menéndez, José
Torre Cobo, María Carmen
Villanueva Manzanares, Oscar

Ingeniero Civil

San Martín Aldaz, Fernando

Ingeniero I.C.A.I.

Marín Estévez, Gonzalo

Ingenieros Industriales

Alvarez Cabal, Ramón Amado
Aparicio Puig, José Antonio
Arroyo Arroyo, José Ramón
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

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

Alvarez Begega, José Manuel
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

Diplomada en Ciencias Empresariales

De la Mano Calvo, Isabel M.^a

Ingenieros Técnicos Industriales

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 de Obras Públicas

Alañón Juárez, Alejandro
Aranda Cabezas, Luis
Blanco García, Fernando
Carrero Creso, Rafael
Esteban García, Juan José
Fernández Corredera, Carlos
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 González, M.^a del Carmen
Sánchez Vicente, Andrés

Ingenieros Técnicos Topógrafos

Barragán Bermejo, M.^a Vicenta
Carreras Ruiz, Francisco
Fernández Aguado, M.^a Remedios
Gallardo Alvarez, José Luis
García Martín, M.^a Mercedes
Gutiérrez Tío, Jorge
López-Canti Casas, Elisa

Profesores Mercantiles

González Alvarez, Vicente
Sampedro Portas, Arturo

Técnico en Administración de Empresas

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

Técnico en Informática

García Rodríguez, Juan Tomás

Técnico en Publicidad

Blanco Armas, Cristina

Topógrafo

Alquézar Falcetto, Ricardo

CUADERNOS INTEMAC



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

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

ULTIMOS TITULOS PUBLICADOS

Cuaderno N° 14

“Juntas en Construcciones de Hormigón”.

Autores: Prof. J. CALAVERA RUIZ.

Prof. E. GONZALEZ VALLE.
Dres. Ingenieros de Caminos.

Cuaderno N° 15

“Plan de abastecimiento de emergencia a Madrid. Conducción de San Juan-Valmayor. Control de Calidad de una conducción forzada”.

Autores: C. CORRAL FOLGADO.
Ingeniero de Caminos.
Prof. F. VALENCIANO CARLES.
Ingeniero Industrial

CUADERNOS DE PROXIMA APARICION

Cuaderno N° 16

“La estimación in situ de la resistencia del hormigón endurecido.

Aplicación al caso de hormigones de estructuras de edificación”.

Autor: Prof. F. HOSTALET ALBA.

Dr. Ingeniero de Caminos.

Cuaderno N° 18.

“Influencia de las inclusiones de sillería en el comportamiento de muros de fachada de mampostería en la rehabilitación de edificios históricos”.

Autor: J. M^a. IZQUIERDO BERNALDO DE QUIROS.

Ingeniero de Caminos.

Cuaderno N° 17

“Tolerancias en Estructuras de Hormigón”.

Autores: Prof. J. CALAVERA RUIZ.

Prof. E. GONZALEZ VALLE.
Prof. J. FERNANDEZ GOMEZ.

Dres. Ingenieros de Caminos.
F. CARVALHO DE ARRUDA COELHO.

Ingeniero Civil.

VIDEOS TECNICOS



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

SERIE OBRAS DE HORMIGON EN MASA, ARMADO Y PRETENSADO.

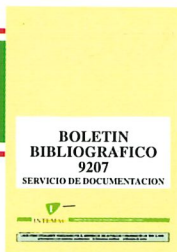
REFERENCIA	TITULO	CONTENIDO	DURACION	PRECIO
N° 8801 (1)	FABRICACION Y ENSAYO DE PROBETAS DE HORMIGON	Contempla, de forma completa y detallada, el proceso de toma de muestras de hormigón fresco en obra, medida de consistencia con el cono de Abrams, fabricación de probetas, curado en obra, transporte al laboratorio, curado en cámara, refrentado y ensayo a compresión.	27 min.	80.000 ptas* IVA INCLUIDO

EN PREPARACION

REFERENCIA	TITULO	REFERENCIA	TITULO
N° 8802 (2)	MUESTREO Y ENSAYO DE ARMADURAS DE HORMIGON ARMADO Y PRETENSADO	N° 9002 (6)	EJECUCION DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON (II)
N° 8901 (3)	PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A FLEXION SIMPLE...	N° 9101 (7)	PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A ESFUERZO CORTANTE
N° 8902 (4)	PIEZAS DE HORMIGON ARMADO SOMETIDAS A COMPRESION	N° 9102 (8)	PIEZAS DE HORMIGON PRETENSADO SOMETIDAS A FLEXION SIMPLE
N° 9001 (5)	EJECUCION DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON (I)		

* PRECIO para entregas dentro del territorio español

BOLETIN BIBLIOGRAFICO

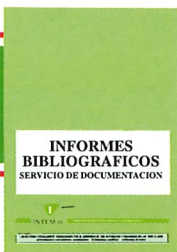


INTEMAC viene realizando desde su fundación un BOLETIN BIBLIOGRAFICO para uso interno, que ofrece, en una lectura rápida, un panorama general de todas las publicaciones técnicas disponibles. Desde 1991, esta publicación bimestral, ha sido puesta a disposición del público.

El BOLETIN BIBLIOGRAFICO incluye:

- Fotocopia del índice y de los resúmenes de los artículos contenidos en las 105 revistas técnicas que se reciben en el Instituto referentes a los campos de la Edificación, Instalaciones, Obras Públicas y Urbanismo.
- Una sección de Normativa reciente, nacional y extranjera.
- Secciones de Bibliografía y Cursos.
- Una sección de Congresos, Reuniones Técnicas y Ferias de próxima celebración en todo el mundo.
- **Tarifa de suscripción anual (6 números) 18.000 ptas.**

CONSULTAS E INFORMES BIBLIOGRAFICOS



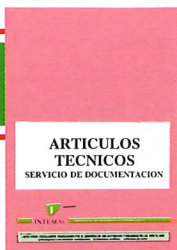
EL INSTITUTO tiene un SERVICIO DE DOCUMENTACION, que pone a su disposición y que le puede informar sobre cualquier tema relacionado con la Edificación, Instalaciones, Obra Civil y Urbanismo. Se efectúan CONSULTAS BIBLIOGRAFICAS sobre cualquiera de los temas indicados anteriormente, de acuerdo con las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

Apertura de expediente	2.000 ptas.
Cantidad a abonar por referencia	60 ptas.
Cantidad a abonar por hoja de fotocopia de documento	15 ptas.

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

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

ARTICULOS TECNICOS



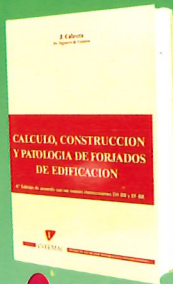
INTEMAC dispone de una amplia serie de trabajos publicados por nuestros técnicos en diferentes revistas.

A continuación incluimos la lista de los últimos.

Si está Vd. interesado, solicite relación completa de títulos.

- 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 PROYECTOS DE DOSIFICACION DE UN HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA. Calavera, J.; Fernández Gómez, J.; Jai, J.
- 59 EVOLUCION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UN HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA CON DIFERENTES TIPOS DE CURADO. Calavera, J.; Fernández Gómez, J.; Jai, 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 Sanchez, P.

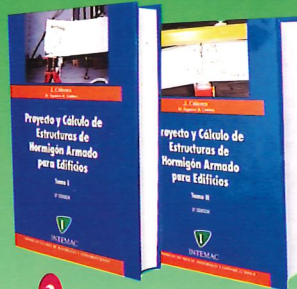
P.V.P. 300 ptas/ ejemplar.



1



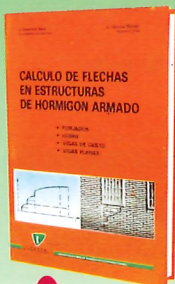
2



3



4



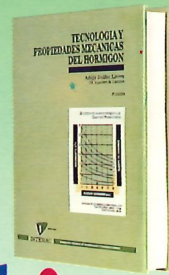
5



6



7



8

NUEVAS PUBLICACIONES

1 CALCULO, CONSTRUCCION Y PATOLOGIA DE FORJADOS DE EDIFICACION

- Autor: *J. Calavera*
- 4ª edición, 1988.
- 678 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- 344 figuras. 93 tablas y ábacos. 188 detalles constructivos. 16 ejemplos resueltos. 159 referencias bibliográficas.
- Precio: 7.500 ptas.

3 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 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- 73 figuras. 90 gráficos y tablas auxiliares.

TOMO II: DIMENSIONAMIENTO Y DETALLES CONSTRUCTIVOS

- 871 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- 61 figuras. 142 gráficos y tablas auxiliares.
- Precio de la obra completa: 16.500 ptas.

2 MUROS DE CONTENCIÓN Y MUROS DE SOTANO

- Autor: *J. Calavera*
- 2ª edición, 1989.
- 308 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- 26 gráficos y tablas auxiliares. 22 tablas para el dimensionamiento directo.
- Precio: 6.500 ptas.

4 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 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- 40 tablas para el dimensionamiento directo de zapatas corridas y aisladas.
- Precio: 7.700 ptas.

5 CALCULO DE FLECHAS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO

- Autores: *J. Calavera* • *L. García Dutari*
- Edición 1992.
- De acuerdo con las Instrucciones EH-91 y EF-88, el EUROCODIGO EC-2, el Model Code CEB-FIP/1990 y la Norma Norteamericana ACI 318-89.
- 336 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- 312 tablas de comprobación de forjados, losas, vigas de canto y vigas planas.
- Diskette conteniendo tres programas informáticos de Cálculo de Flechas, para secciones de forma cualquiera.
- Precio: 7.400 ptas.

6 HORMIGON DE ALTA RESISTENCIA

- Autor: *G. González - Isabel*
- Edición 1993.
- 316 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- 34 ejemplos de dosificaciones tipo. 111 figuras. 87 tablas auxiliares. 189 referencias bibliográficas.
- Contenido: características, dosificación, puesta en obra y posibilidades del Hormigón de Alta Resistencia.
- Precio: 6.500 ptas.

7 MANUAL DE DETALLES CONSTRUCTIVOS EN OBRAS DE HORMIGON ARMADO

- Autor: *J. Calavera*
- Edición 1993.
- 506 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- 210 detalles constructivos con comentarios y recomendaciones.
- Además del libro se ha editado un Paquete informático consistente en 6 diskettes de 3,5" con ficheros en AutoCAD versión 10 (compatible con las versiones AutoCAD 11 y 12) conteniendo los 210 Detalles Constructivos, para su salida por impresora o plotter después de adaptar, si se desea, cada Detalle a las condiciones de cada proyecto concreto y un Manual de Instrucciones. No contiene las páginas de Comentarios y Recomendaciones incluidas en el libro.
- Precio del libro: 16.000 ptas.
- Precio del paquete informático (manual de instrucciones y diskettes): 30.000 ptas.

8 TECNOLOGIA Y PROPIEDADES MECANICAS DEL HORMIGON

- Autor: *A. Delibes*
- 2ª edición, 1994.
- 416 páginas.
- Encuadernación en guaflex.
- Precio: 7.500 ptas.

BARCELONA

Antón Fortuny 14-16. Esc. C. 4.º 2.º
Tel. (93) 473 85 00 • Fax: (93) 473 79 32.
08950 Esplugues de Llobregat

MADRID

Monte Esquinza, 30, 4.º D.
Tel.: (91) 310 51 58 • Fax: (91) 308 58 65.
28010 MADRID.

SEVILLA

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

VALLADOLID

C/Pirita; Parcela 221, Nave A-6 Polígono de San Cristóbal.
Tel.: (983) 29 22 44 • Fax: (983) 29 23 78.
47012 VALLADOLID.



INTEMAC