ESTUDIO ESTRUCTURAL Y ESTUDIO PATOLOGÍCO DE UN EDIFICIO

EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" DEL MUNICIPIO DE LINARES (JAÉN)

JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE TURISMO, COMERCIO Y DEPORTE

EMPRESA PÚBLICA DEPORTE ANDALUZ

SEVILLA, 29 DE OCTUBRE DE 2.010

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO.

2.- TRABAJOS REALIZADOS.

3.- RECONOCIMIENTO DE LA ESTRUCTURA.

3.1.- Descripción general de la estructura.

3.2.- Tipología estructural y sistemas constructivos.

4.- ESTUDIO DE PATOLOGÍA.

4.1.- Descripción de la patología existente.

4.2.- Test de fenolftaleína en elementos de hormigón.

5.- ANÁLISIS DE MATERIALES.

5.1.- Determinación de las características resistentes del hormigón.

5.1.1.- Extracción y rotura de probetas-testigo.

5.1.2.- Estudio de ultrasonidos.

6.- CONCLUSIONES Y COMENTARIOS.

7.- ANEXOS.

7.1.- Ensayos de Probetas -Testigo de Hormigón

7.2.- Planos

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO

A petición de la JUNTA DE ANDALUCÍA. CONSEJERÍA DE TURISMO, COMERCIO Y DEPORTE. EMPRESA PÚBLICA DEPORTE ANDALUZ se realiza el presente estudio de estructura y de patología del edificio principal del Parque Deportivo La Garza en Linares (Jaén).

El edifico objeto de estudio se desarrolla en una única planta, la cual se compone de 18 pórticos de carga y 6 pórticos en dirección ortogonal de atado y arriostramiento.

El estudio viene motivado por la necesidad de conocer el estado de conservación actual y características geométricas de la estructura del edificio, así como el análisis de los materiales existentes, ya que se observan patologías en los elementos de hormigón armado.

Por ello se nos solicita explícitamente la extracción y rotura de 6 probetas testigos, apertura de 18 catas en pilares y 18 catas en vigas para medir las posibles pérdidas de sección de las armaduras y determinar si existe carbonatación del hormigón y su profundidad mediante fenolftaleína y la realización de 44 pruebas de ultrasonido en los pilares.

Se han seguido las pautas establecidas en el Plan de Actuación elaborado con fecha de 7 de octubre de 2010 con referencia 10055892/REV.00, ajustando dichos trabajos a las circunstancias surgidas durante la ejecución de los mismos.

2.- TRABAJOS REALIZADOS

Para el presente informe, se han realizado los trabajos que a continuación se relacionan:

- Inspección global visual de la zona objeto de estudio, para ubicar los trabajos específicos a realizar en cada elemento.
- Apertura de catas para determinar el estado de conservación de los elementos estructurales y las características geométricas.
- Ensayos de carbonatación del hormigón.
- Extracción y rotura de probeta-testigo de hormigón.
- Ensayos de ultrasonidos en pilares de hormigón.
- Reportaje fotográfico con especial atención a elementos de patología y detalles significativos.
- Recopilación e interpretación de los resultados de los diferentes ensayos de laboratorio realizados.
- Redacción de informe, conteniendo los resultados obtenidos.

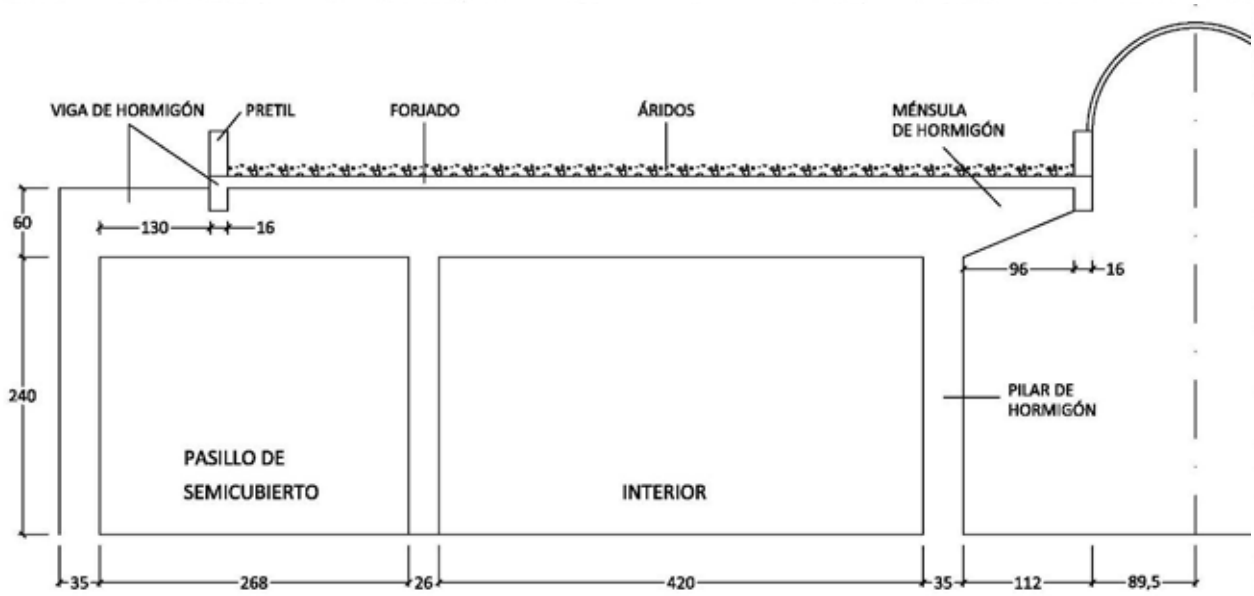
VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

3. RECONOCIMIENTO DE LA ESTRUCTURA

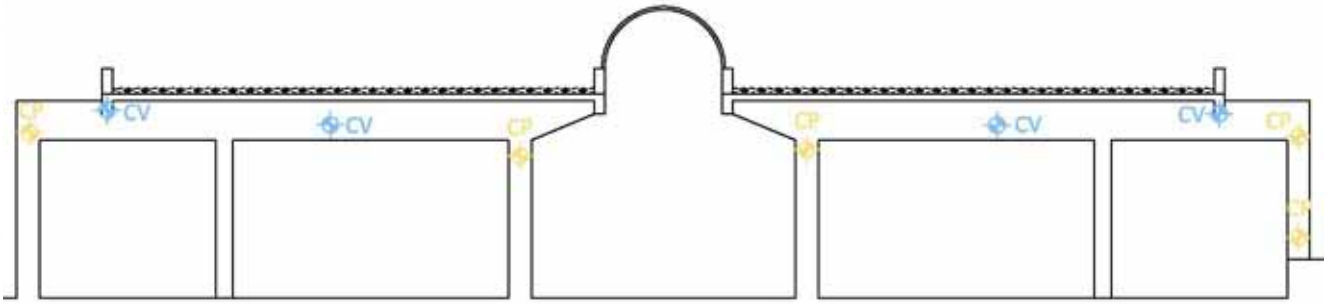
3.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EDIFICACIÓN

El edifico objeto de estudio se desarrolla en una planta sobre rasante, constituida por 18 pórticos de carga de hormigón organizados en tres vanos y 6 pórticos de hormigón en dirección ortogonal de atado y arriostramiento. A continuación se adjunta sección tipo con la ubicación de las catas en pilares y vigas que se ejecutarán en cada pórtico:

PÓRTICO TIPO



UBICACIÓN DE CATAS TIPO



CV → Cata en viga

CP → Cata en pilar

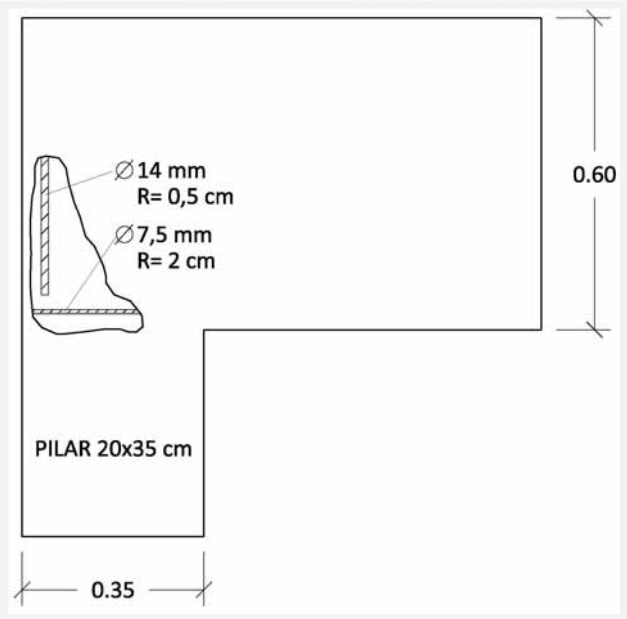
VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

3.2.- TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

Mediante las catas realizadas se inspeccionan los distintos elementos estructurales, indicando su tipología, características geométricas, materiales constituyentes y estado de conservación. La ubicación de las catas se refleja en los planos anexos de este informe. Los pilares de hormigón tienen una sección de 20x35 cm y las vigas 20x60 cm. A continuación se realiza una descripción de las catas realizadas en vigas y pilares, adjuntando reportaje fotográfico y croquis de las mismas.

CATAS EN PILARES

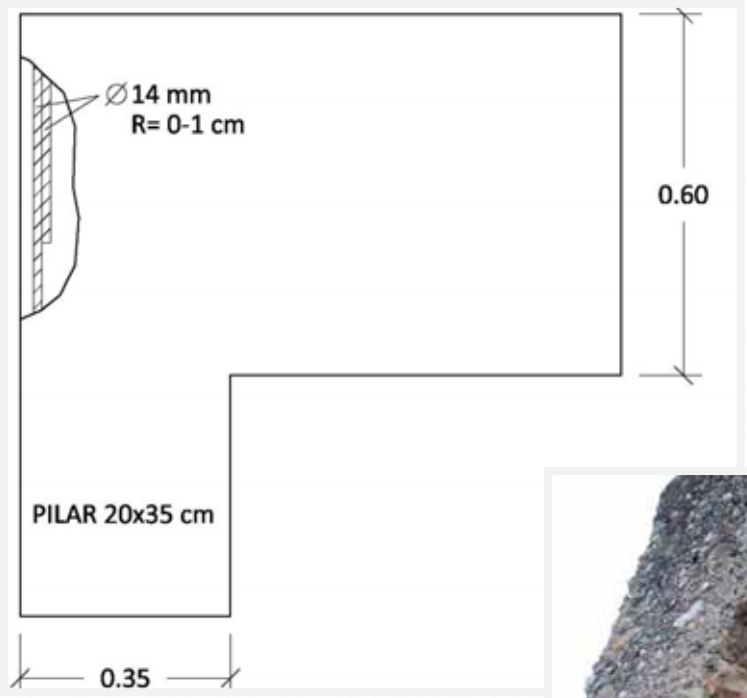
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		1			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35		7,5	2,0	--------
VIGA	20x60	14 (Patilla)		0,5	--------



Observación:	Armadura superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

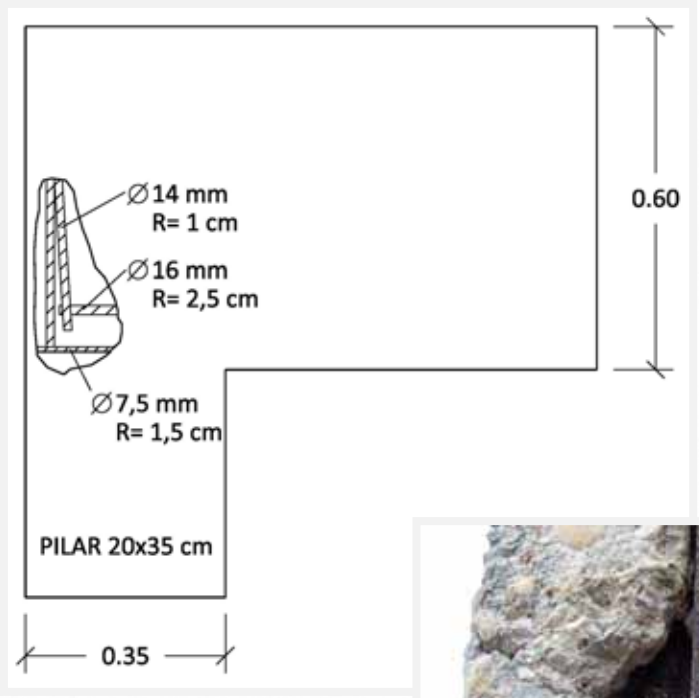
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		2			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35				
VIGA	20x60	14		0,1	4,0
		14 (Patilla)		0,1	



Observación:	Armadura superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

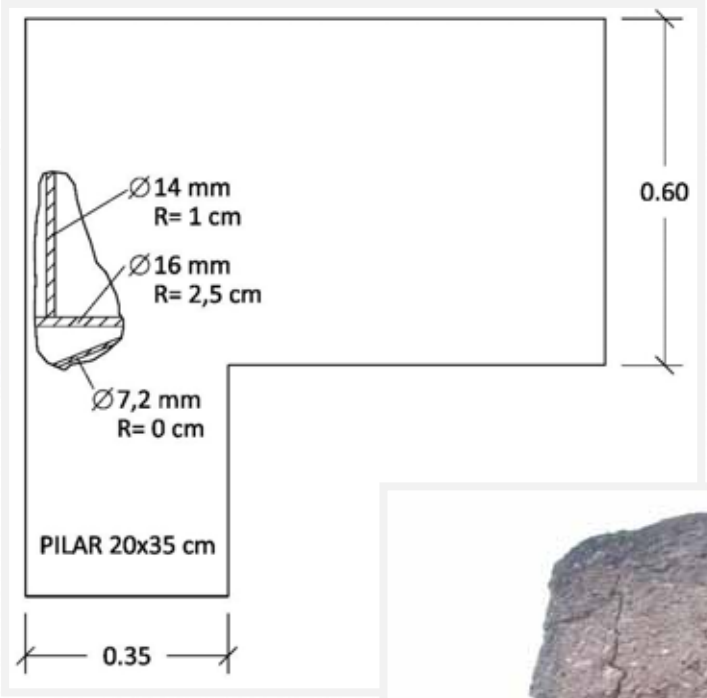
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		3			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35		7,5	1,5	4,5
VIGA	20x60	14 (Patilla)		1,0	
		16		2,5	



Observación:	Armadura superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

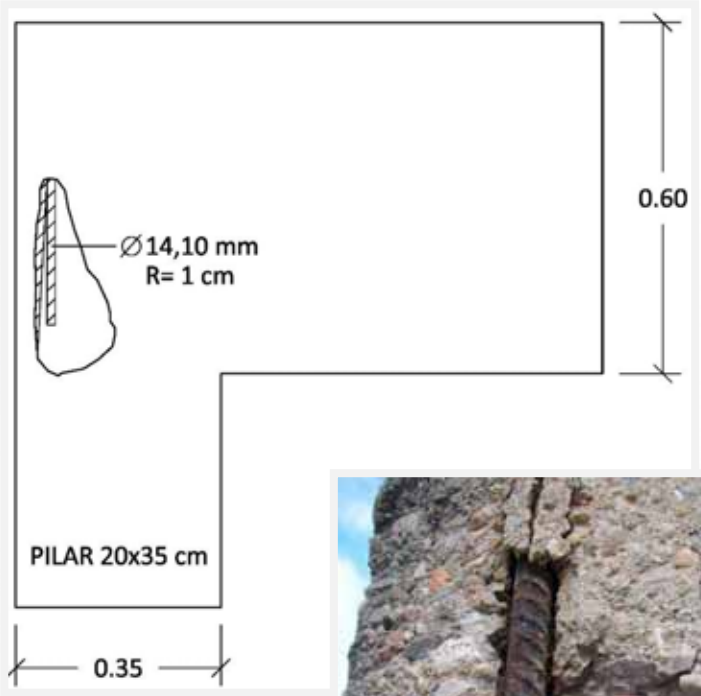
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		4			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35		7,2	0,0	5,0
VIGA	20x60	14 (Patilla)		1,0	
		16		2,5	



Observación:	Armadura superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

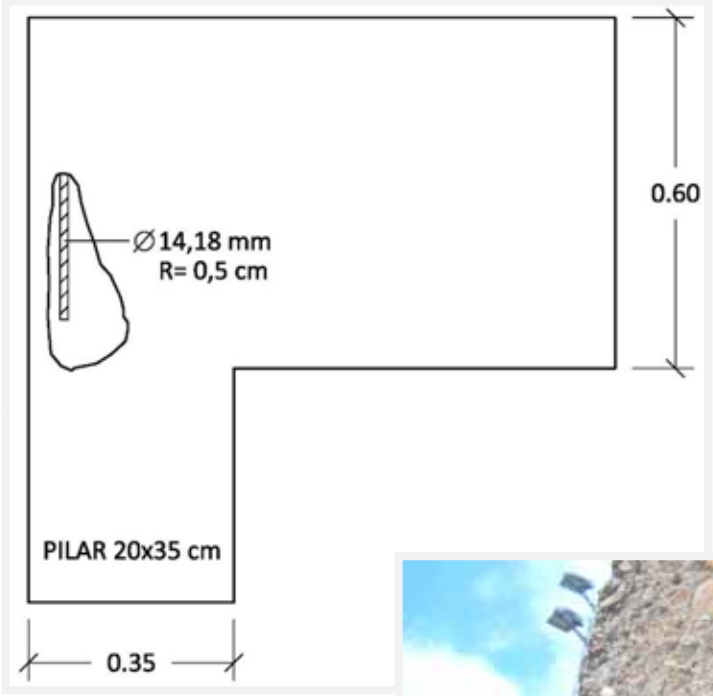
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		5			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35				5,0
VIGA	20x60	14,10 (Patilla)		1,0	



Observación:	Armadura superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

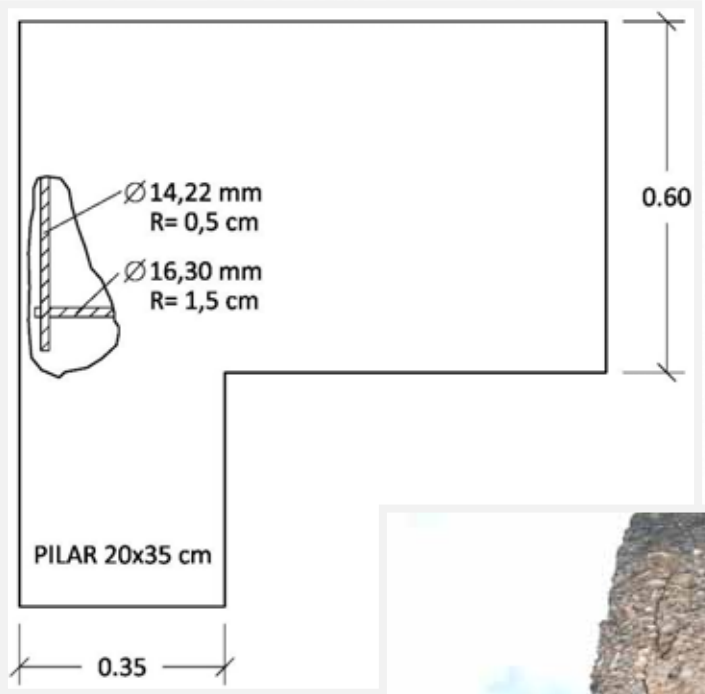
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		6			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35				5,0
VIGA	20x60	14,18 (Patilla)		0,5	



Observación:	Armadura superficial sin pérdida de sección

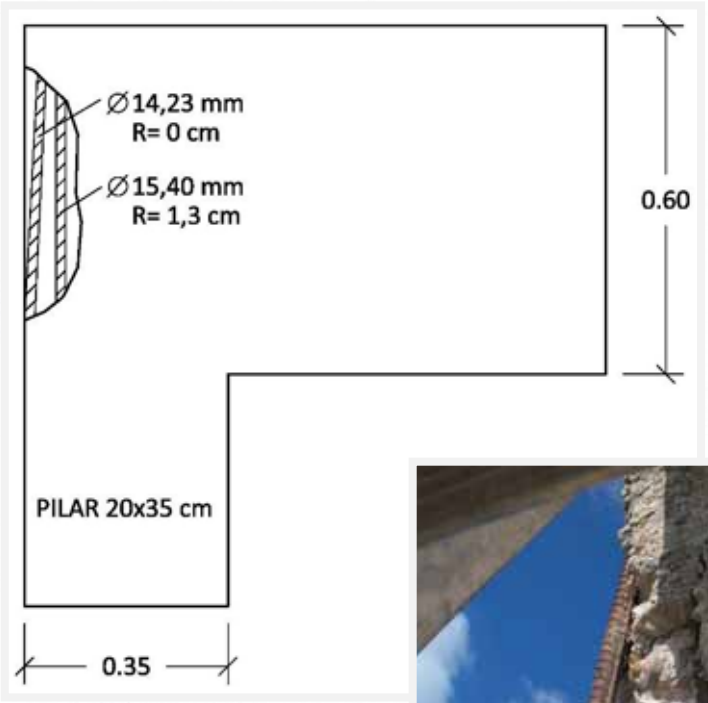
VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		7			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35				5,0
VIGA	20x60	14,22 (Patilla)		0,5	
		16,30		1,5	



Observación:	Armadura superficial sin pérdida de sección. VORSEVI, S.A. INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

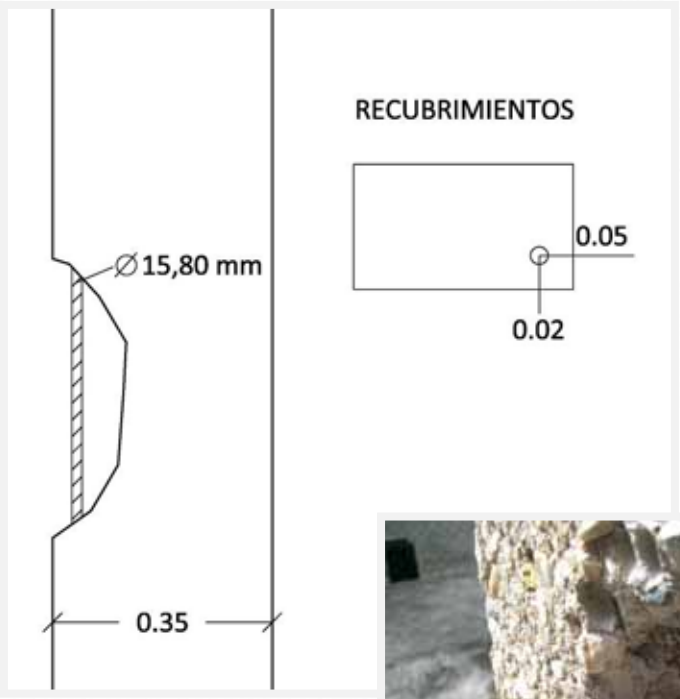
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		8			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35	15,40		1,3	5,0
VIGA	20x60	14,23 (Patilla)		0,0	



Observación:	Armadura con oxidación superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

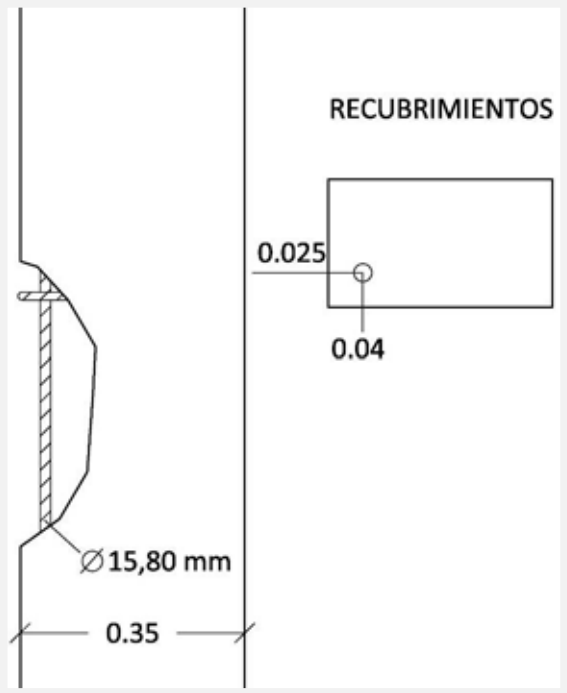
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		9			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35	15,80		5 2	4,5
VIGA	20x60				



Observación:	Armadura con oxidación superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

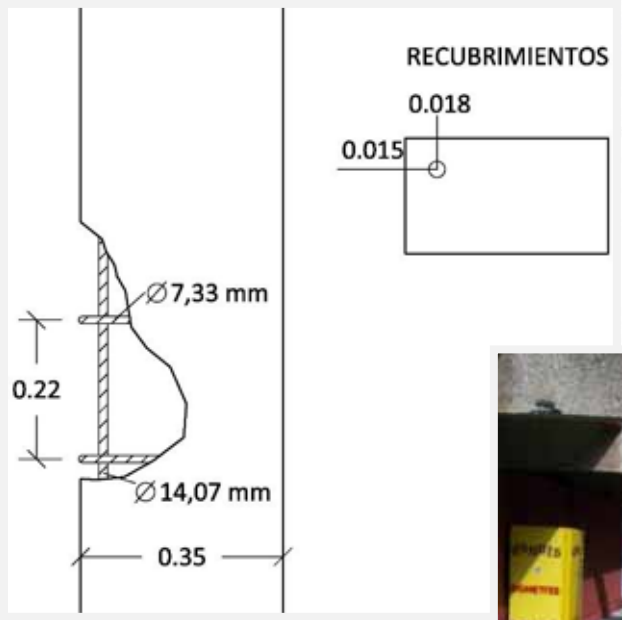
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		10			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35	15,80		2,5 4	4,5
VIGA	20x60				



Observación:	Armadura con oxidación superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

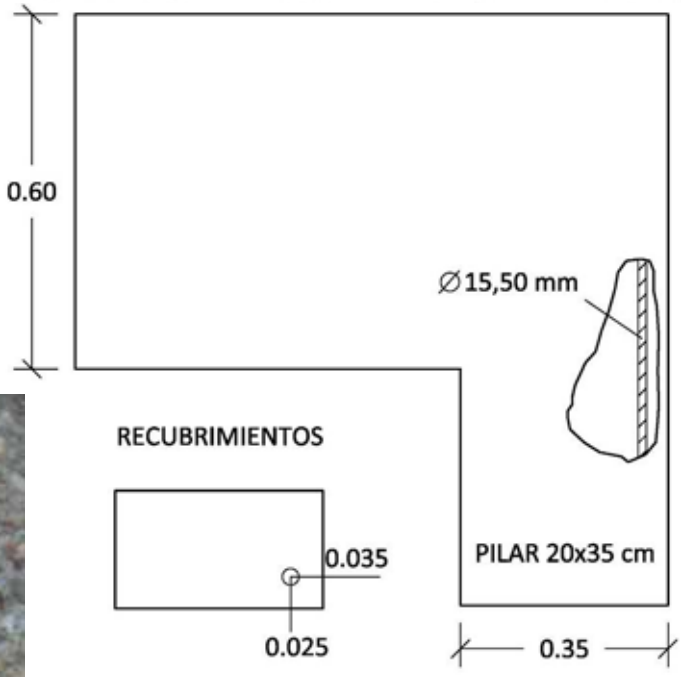
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		11			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35	14,07		1,5	5,0
				1,8	
			7,33	1,0	
VIGA	20x60				



Observación:	Armadura con oxidación superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

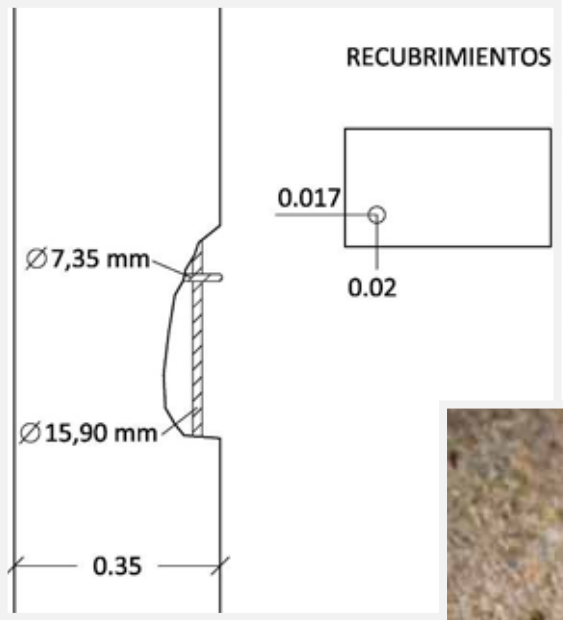
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		12			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35	15,50		3,5	5,0
				2,5	
VIGA	20x60				



Observación:	Armadura con oxidación superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

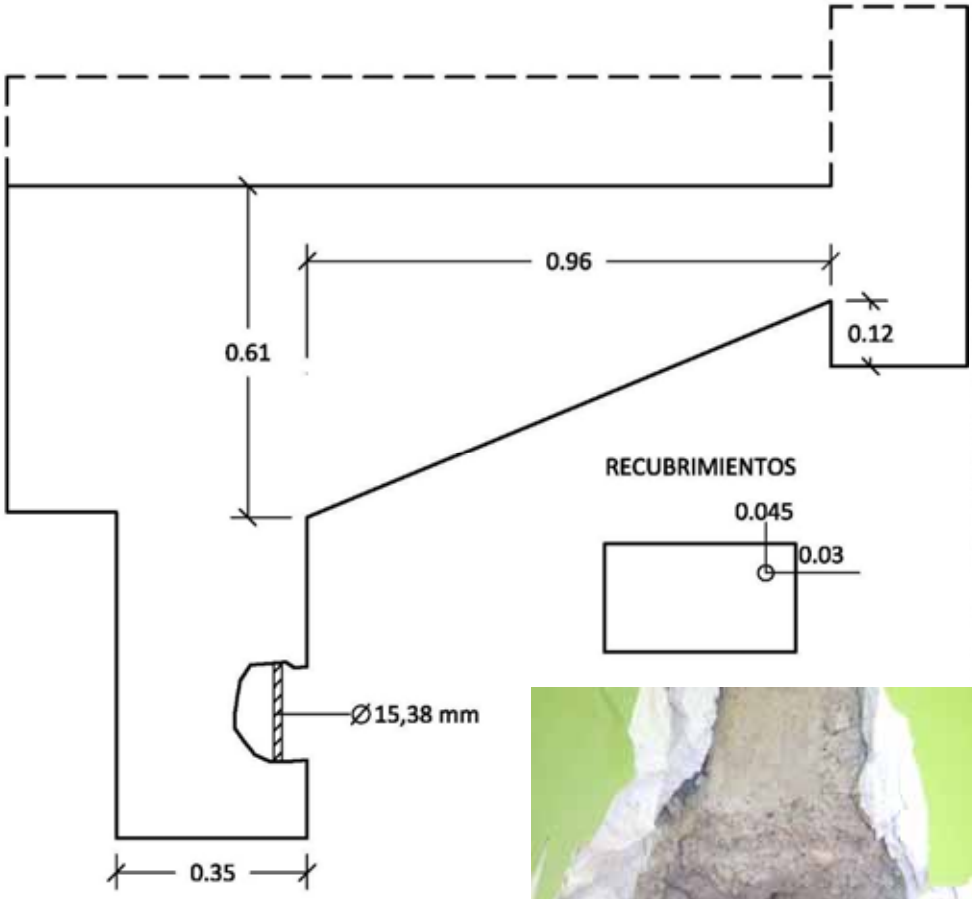
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		13			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35	15,90	7,35	1,7 2,0	2,0
VIGA	20x60				



Observación:	Armadura con oxidación superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		14			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35	15,38		4,5	6,0
				3,0	
VIGA	20x60				

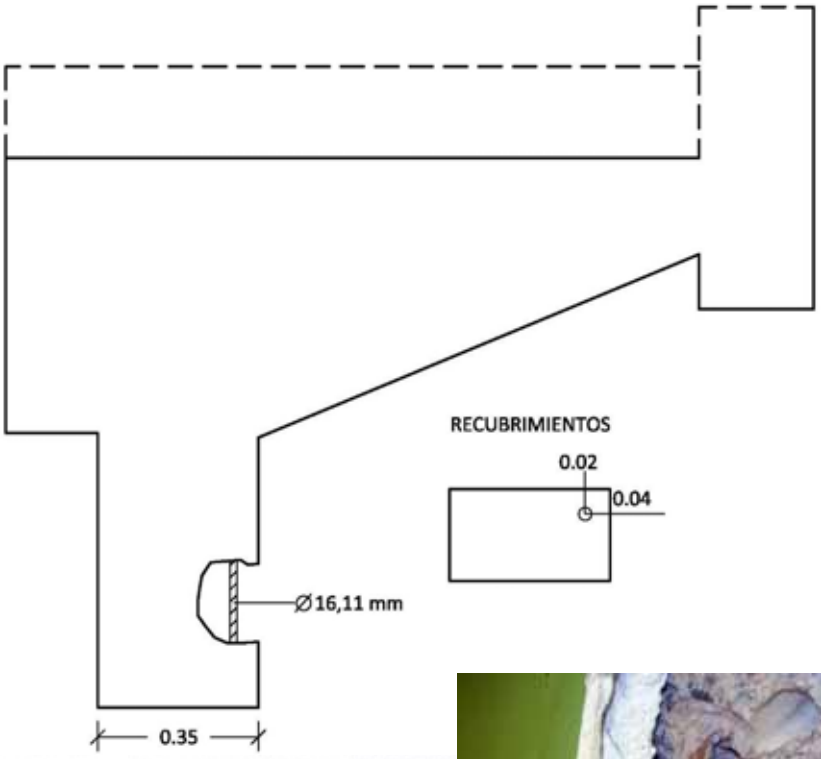


7

Observación:	Armadura con oxidación superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

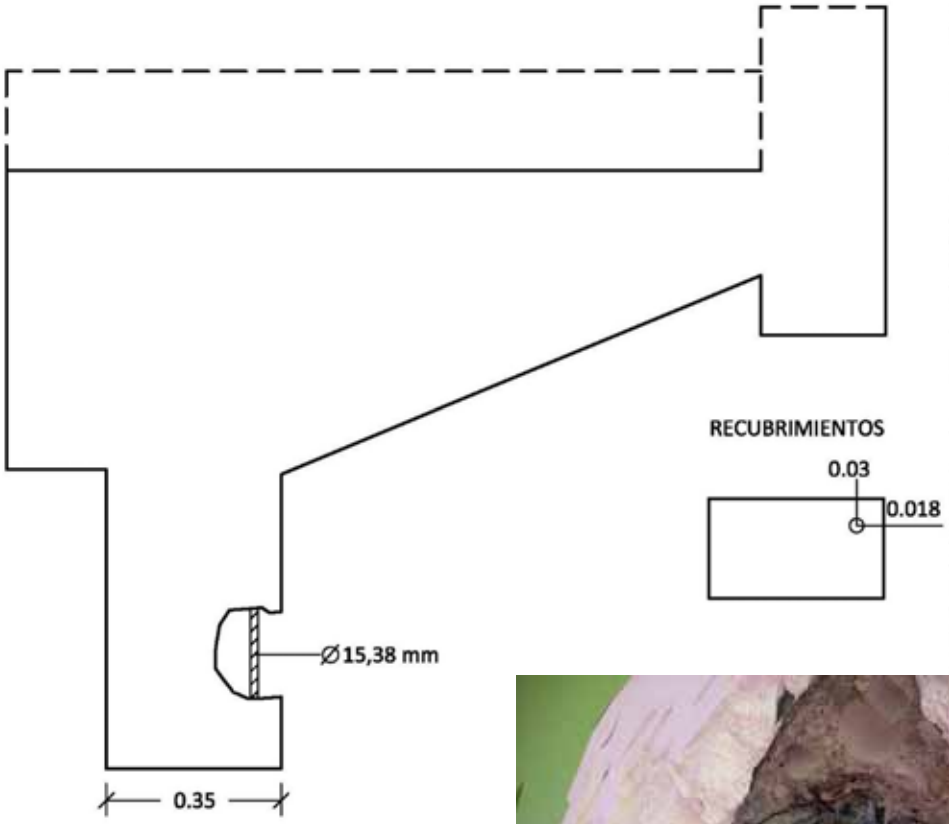
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		15			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35	16,11		4,0	6,0
				2,0	
VIGA	20x60				



Observación:	Armadura en buen estado de conservación.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

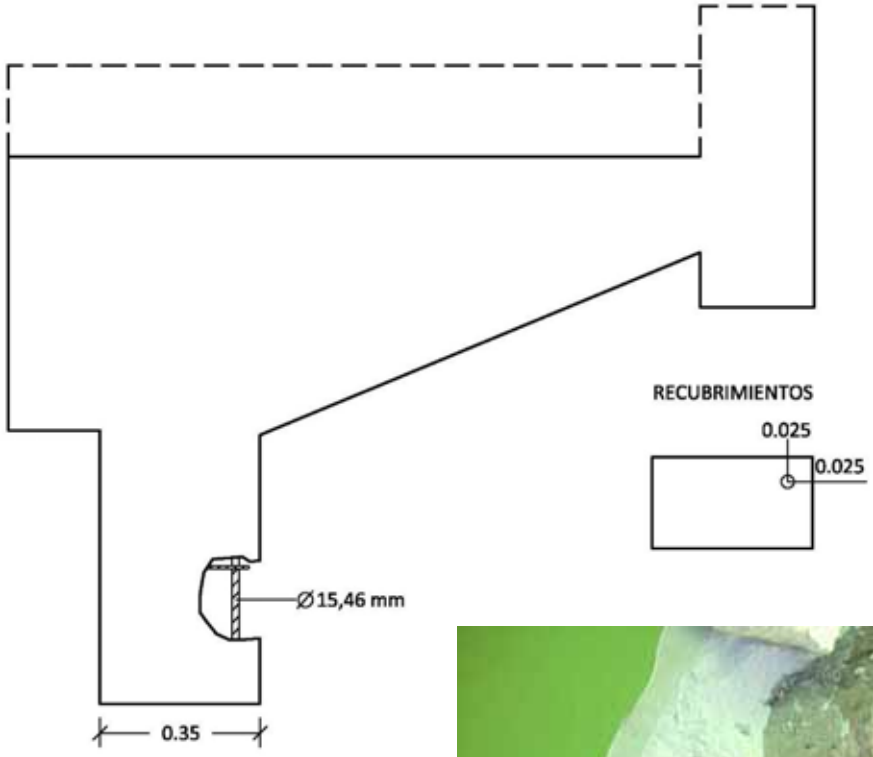
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		16			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35	15,38		1,8	5,5
				3,0	
VIGA	20x60				



Observación:	Armadura en buen estado de conservación.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

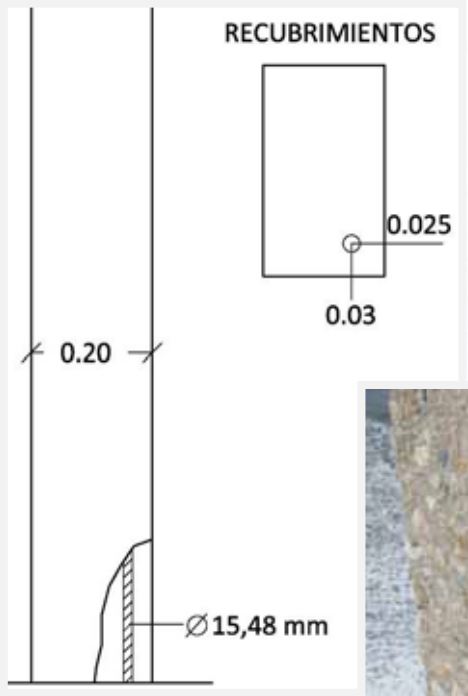
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		17			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35	15,38		1,8	7,0
				3,0	
VIGA	20x60				



Observación:	Armadura en buen estado de conservación.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		18			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
PILAR	20x35	15,38		1,8	6,0
				3,0	
VIGA	20x60				

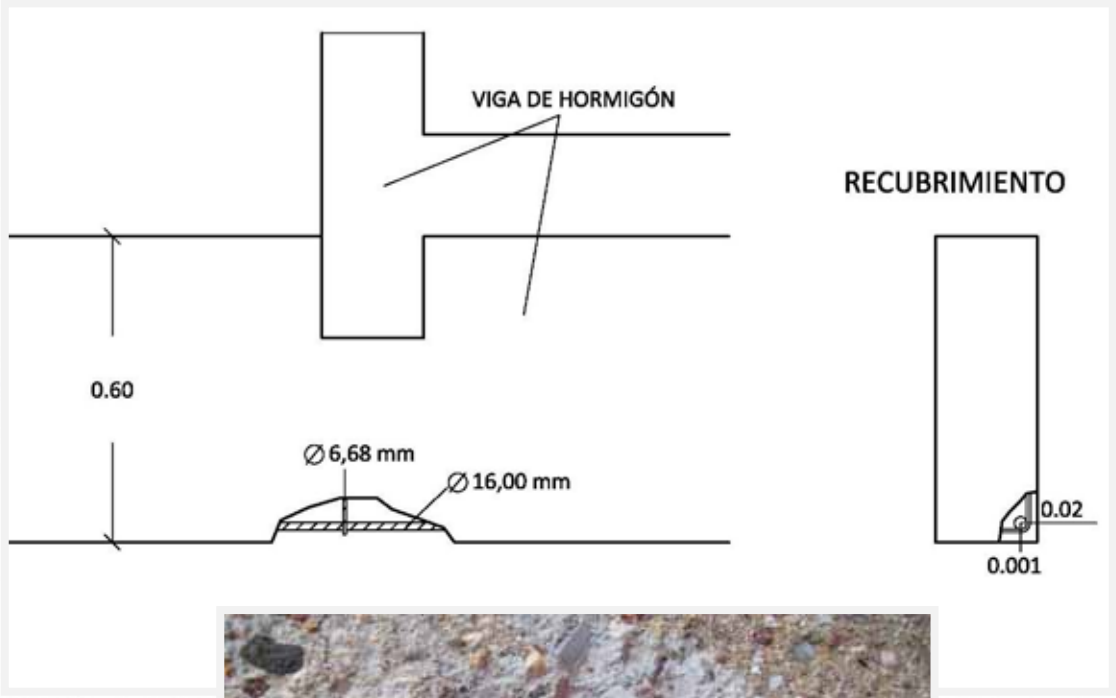


Observación:	Armadura con oxidación sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

CATAS EN VIGAS

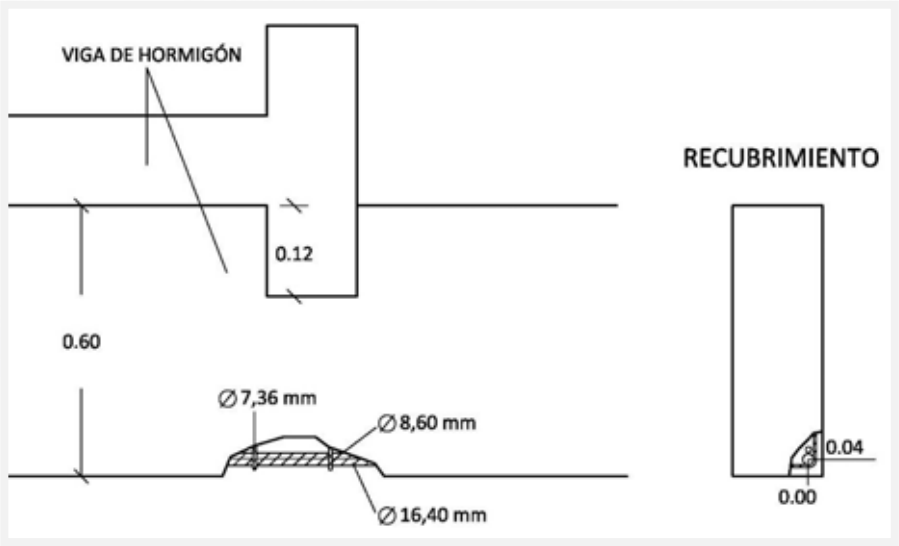
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		1			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	16,00	6,68	2,0	
				0,1	



Observación:	Armadura con oxidación sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

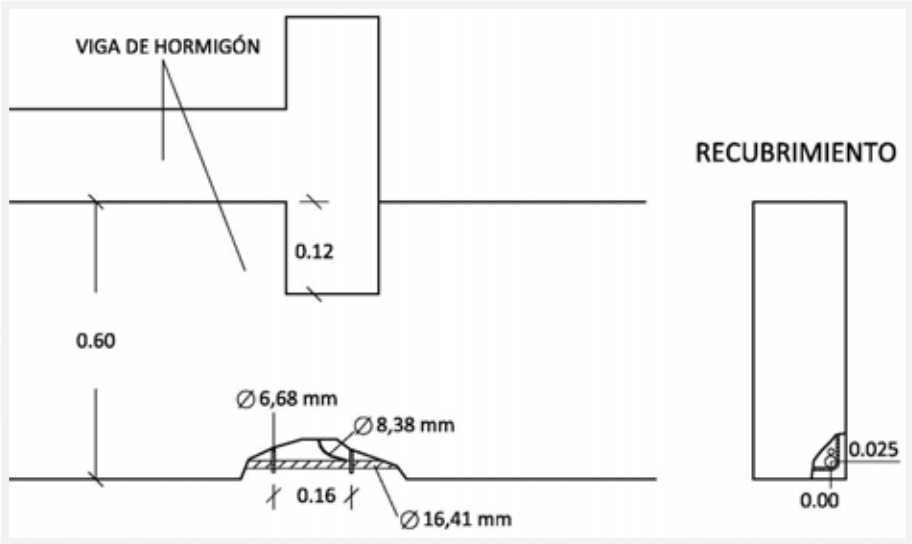
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		2			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	16,40	7,36	4,0	
		8,60		0,0	



Observación:	Armadura con oxidación con pérdida de la corruga.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

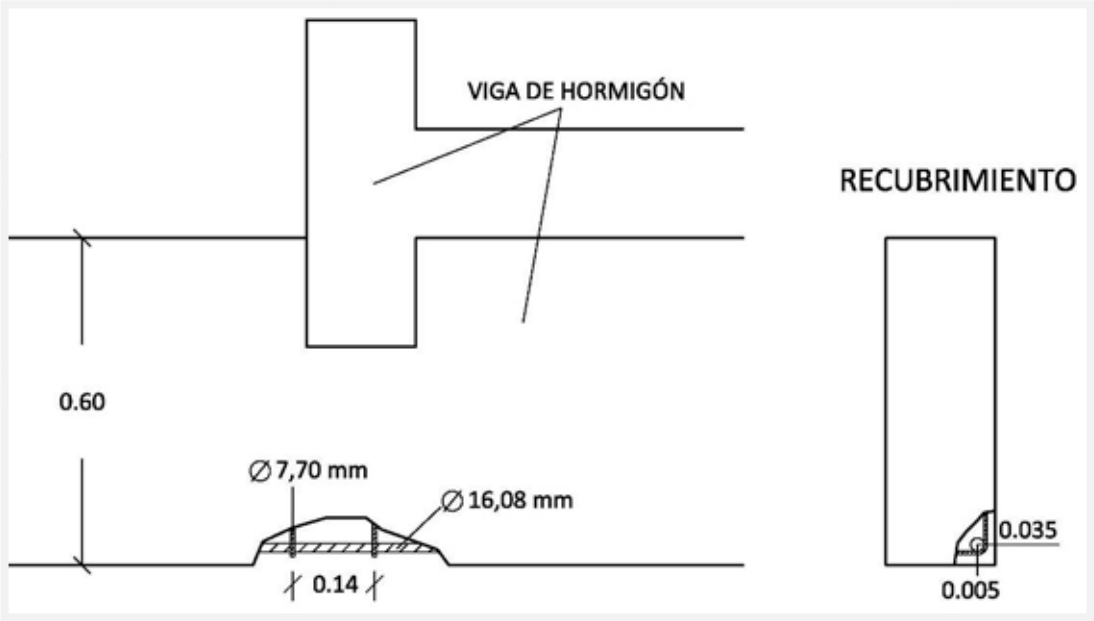
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		3			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	16,41	6,68	2,5	5,0
		8,38		0,0	



Observación:	Armadura con oxidación superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

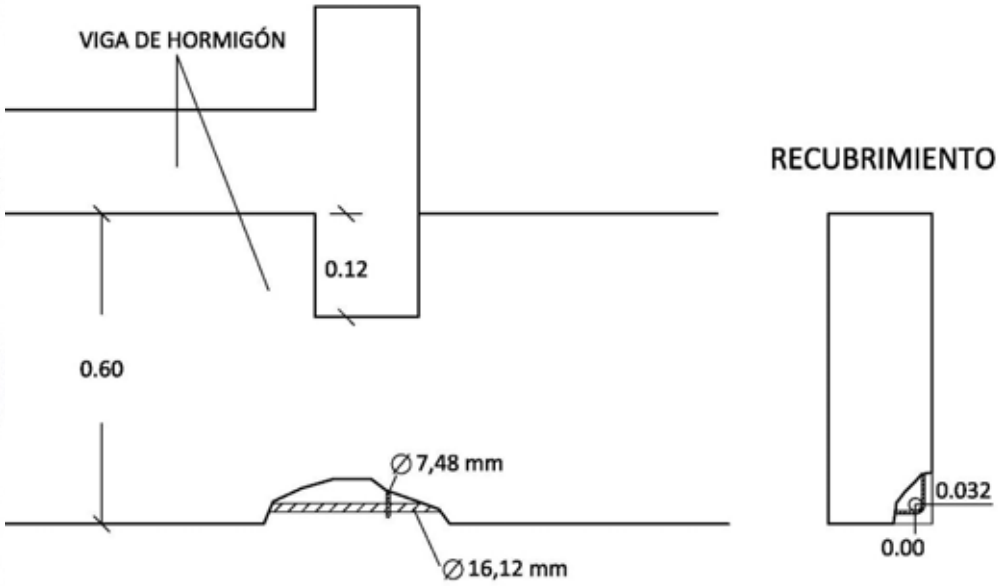
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		4			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	16,08	7,70	3,5	5,0
				0,5	



Observación:	Armadura con oxidación con pérdida de la corruga.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

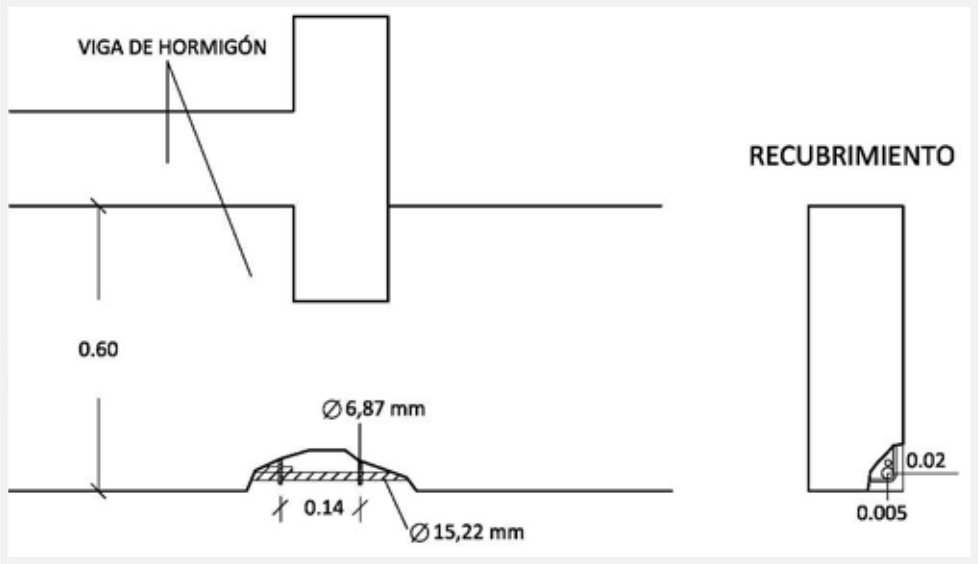
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		5			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	16,12	7,48	3,5	6,0
				0,5	



Observación:	Armadura con oxidación con pérdida de la corruga.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

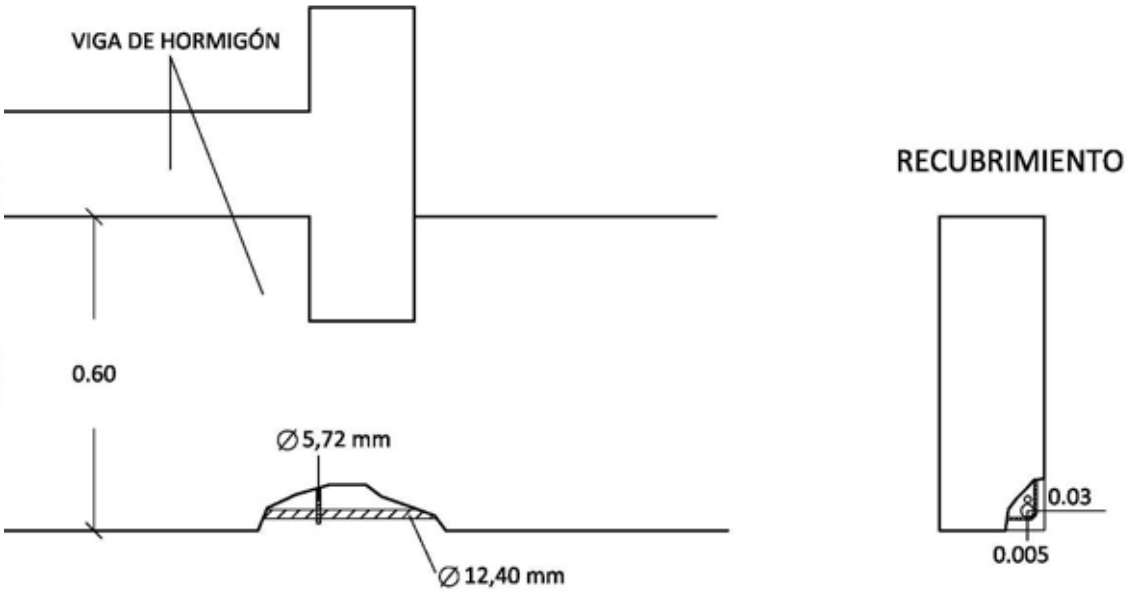
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		6			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	15,22	6,87	2,0	6,0
				0,5	



Observación:	Armadura con oxidación con pérdida de la corruga.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

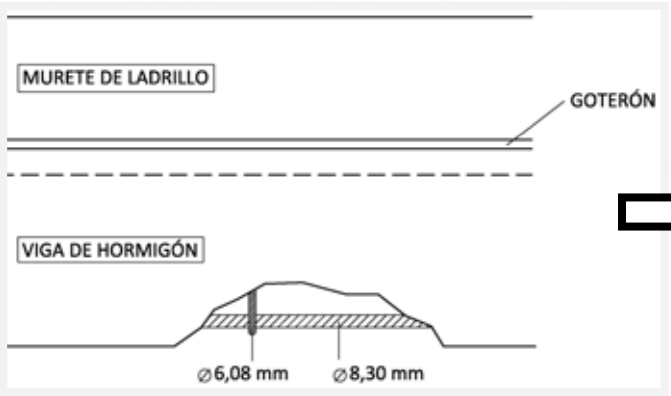
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		7			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	12,40	5,72	3,0	6,0
				0,5	



Observación:	Armadura con oxidación con pérdida de sección leve.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

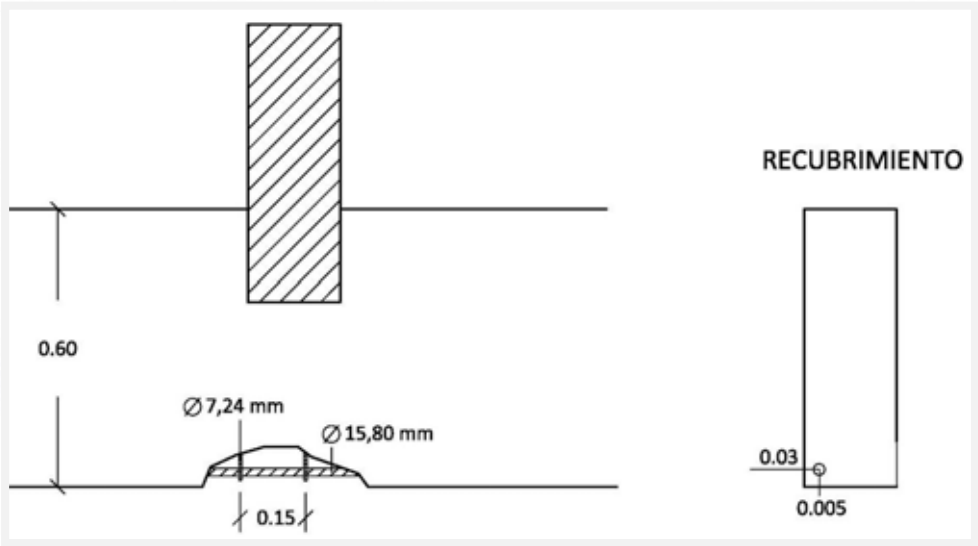
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		8			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	8,30	6,08	1,5	5,0
				0,5	



Observación:	Armadura con oxidación con pérdida de sección leve.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

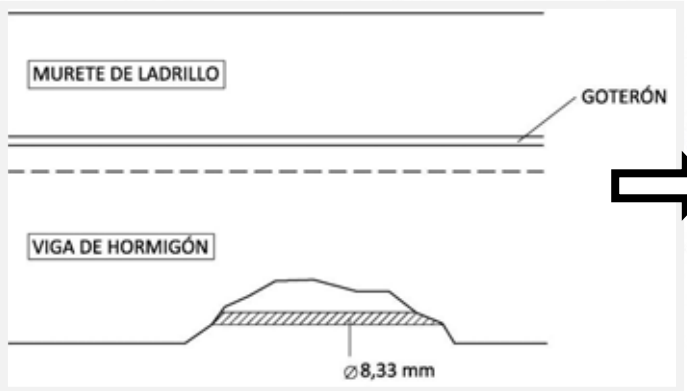
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		9			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	15,80	7,24	3,0	5,0
				0,5	



Observación:	Armadura con oxidación superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

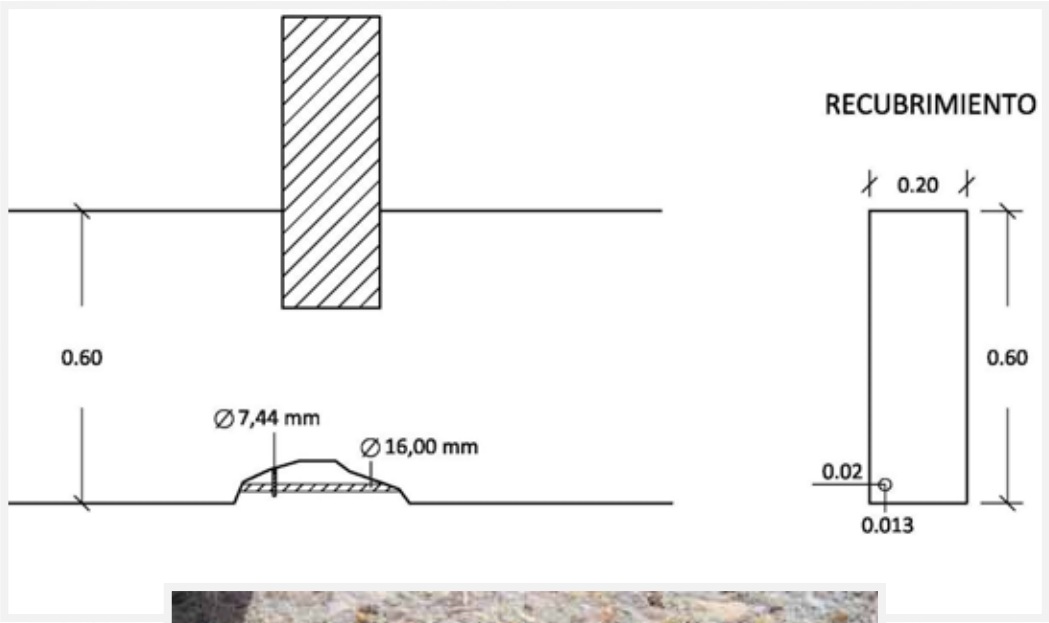
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		10			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	8,33		2,0	5,0
				1,0	



Observación:	Armadura con oxidación y pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		11			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	16,00	7,44	2,0	5,0
				1,3	

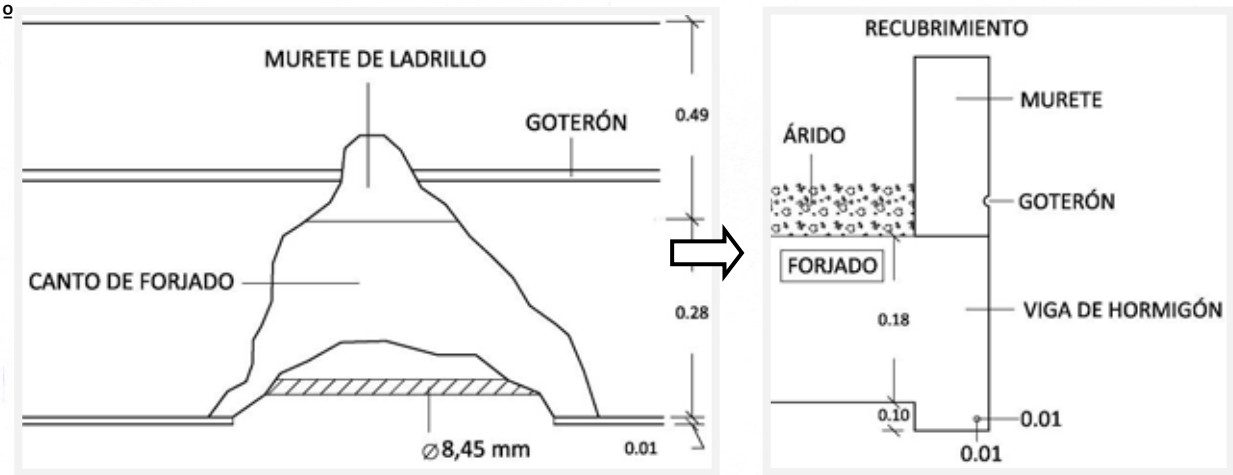


Observación:	Armadura con oxidación superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		12			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	8,45		1,0	4,0
				1,0	

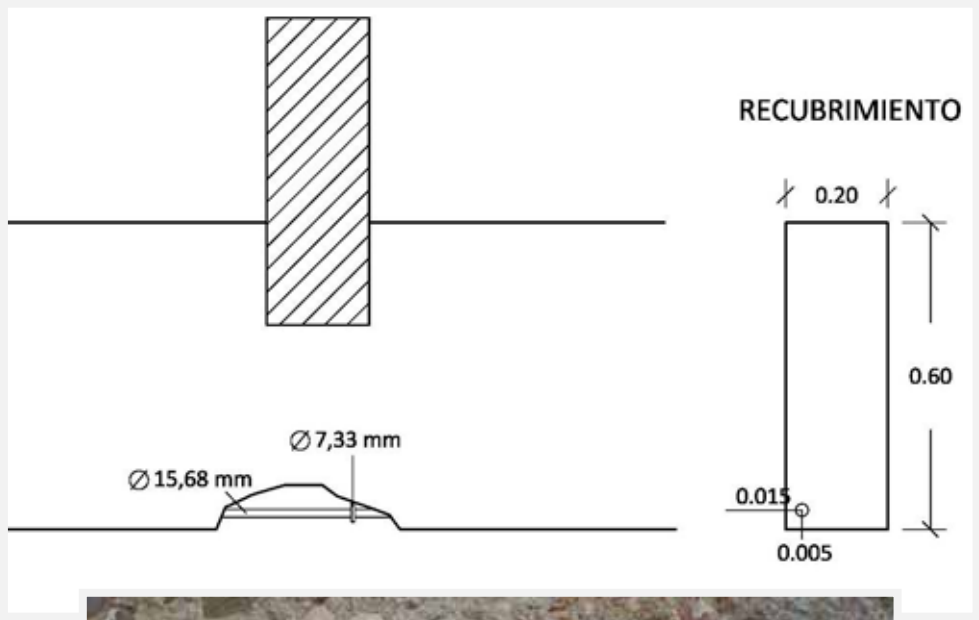
º



Observación:	Armadura con oxidación superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

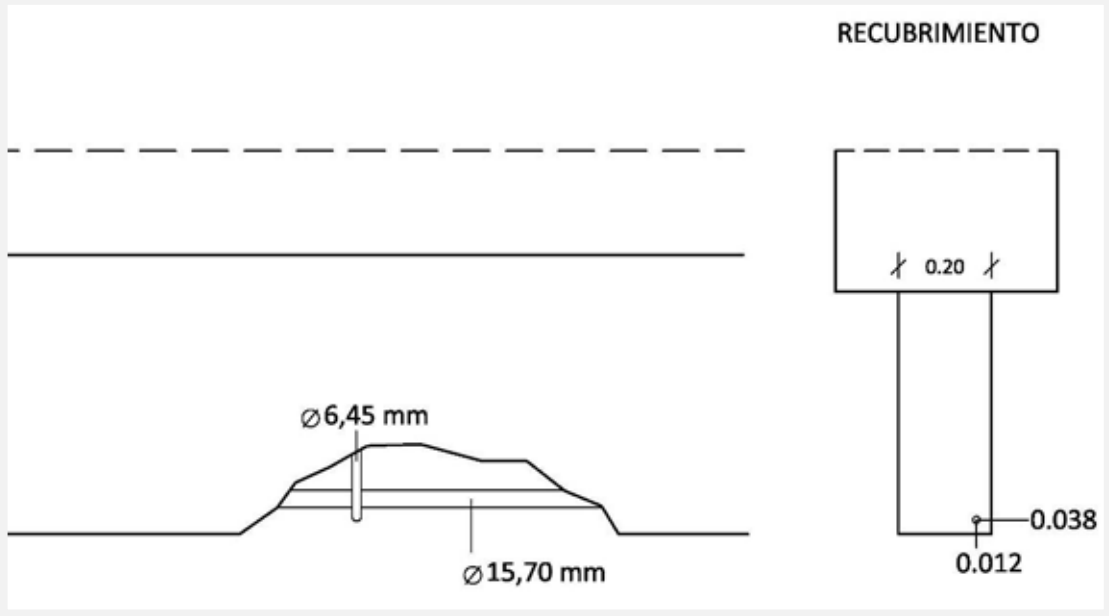
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		13			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	15,68	7,33	1,5	4,0
				0,5	

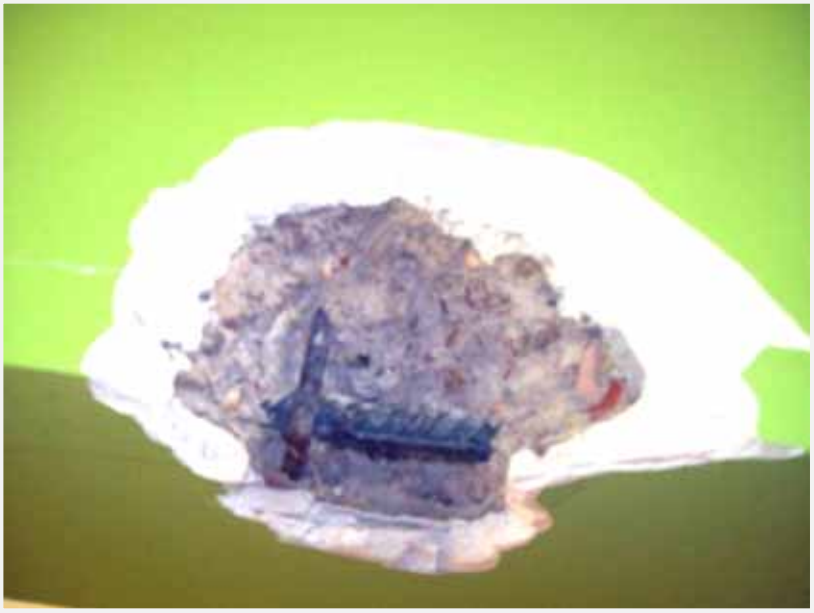


Observación:	Armadura con oxidación superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		14			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	15,70	6,45	3,8	6,0
				1,2	

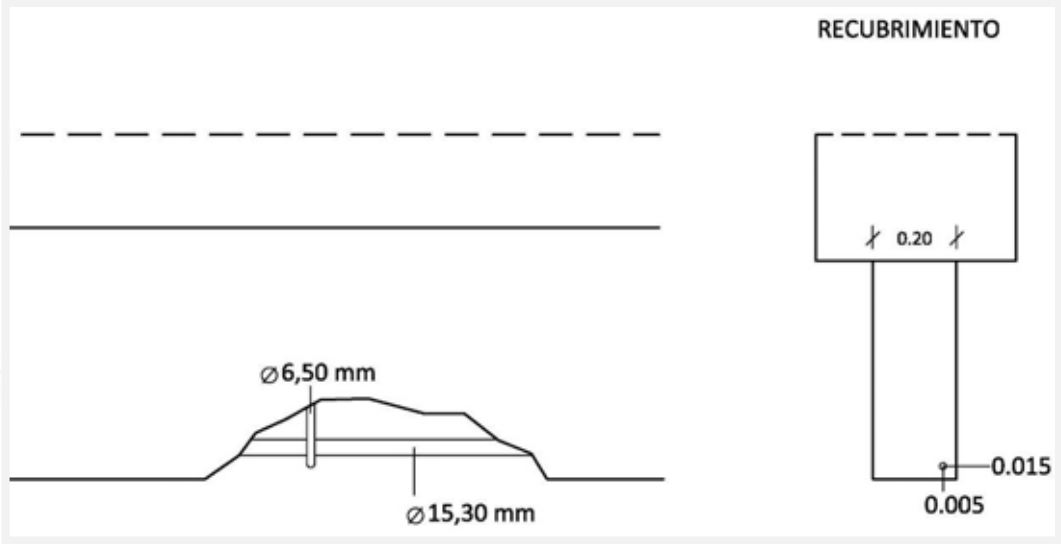




Observación:	Armadura en buen estado de conservación.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

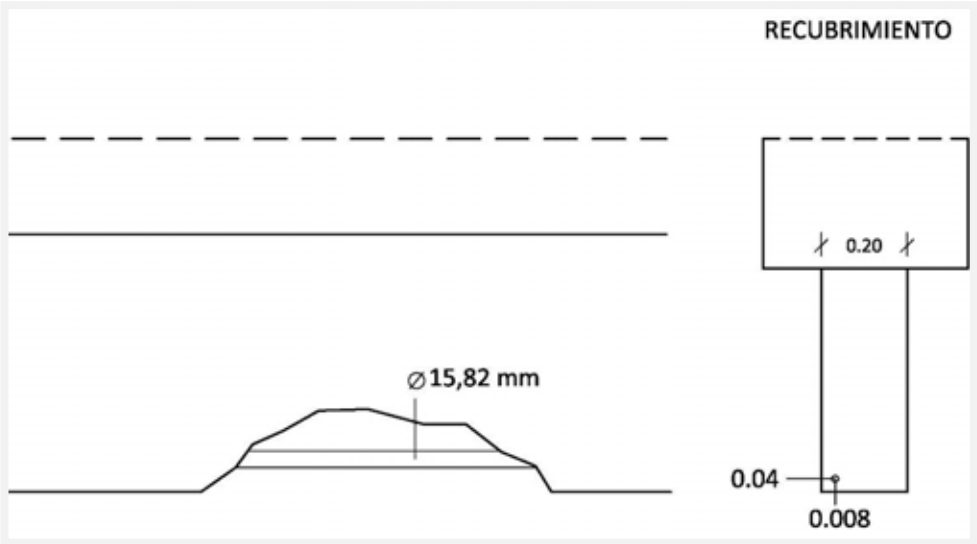
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		15			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	15,30	6,50	1,5	6,0
				0,5	



Observación:	Armadura en buen estado de conservación.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

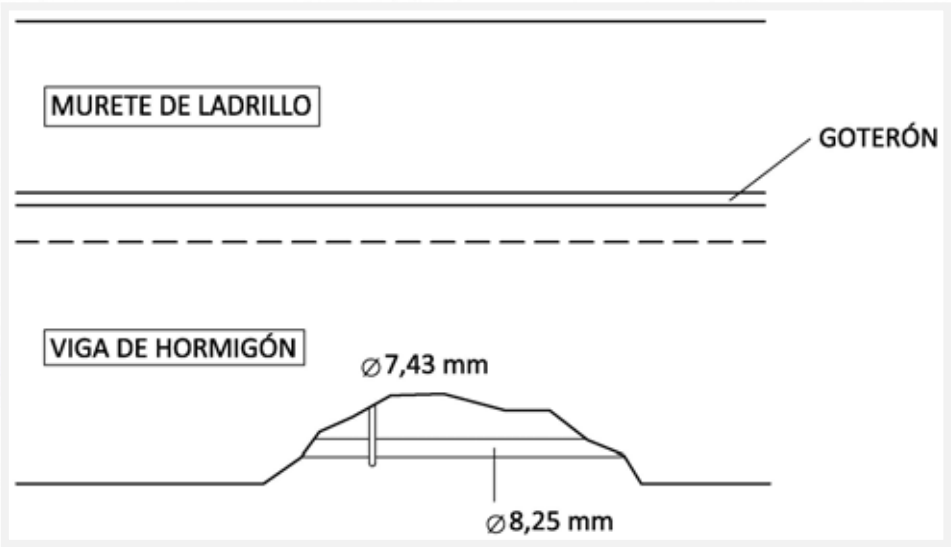
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		16			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	15,30	6,50	1,5	5,0
				0,5	



Observación:	Armadura en buen estado de conservación.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

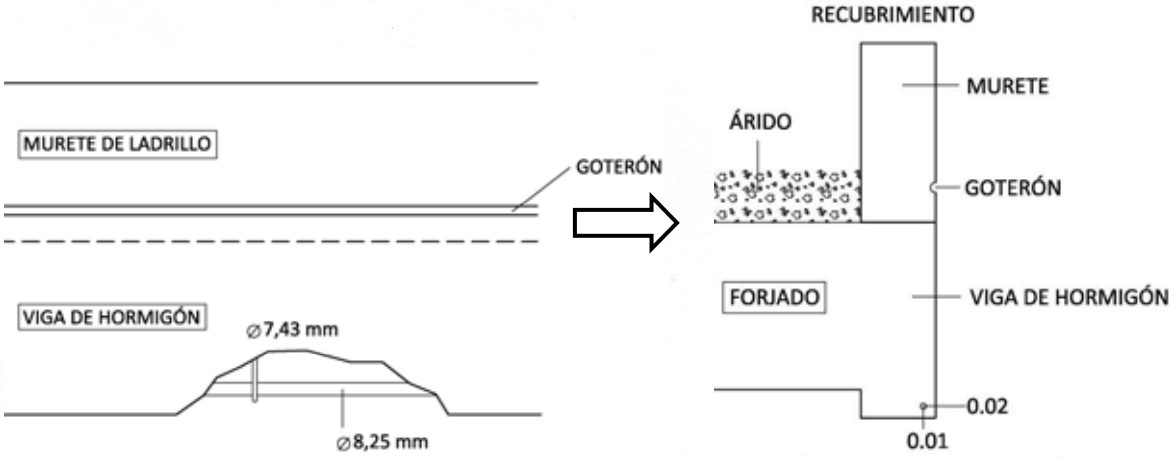
RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		17			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	15,30	6,50	1,5	5,0
				0,5	



Observación:	Armadura en buen estado de conservación.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURA EDIFICIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" EN LINARES (JAÉN)					
CATA Nº		18			
ELEMENTO ESTRUCTURAL		**Ø ARMADURA LONGITUDINAL(mm)**	**Ø ARMADURA TRANSVERSAL (mm)**	**RECUBRIMIENTO (cm)**	**CARBONATACIÓN (cm)**
VIGA	20x60	8,25	7,43	2,0	3,0
				1,0	



Observación:	Armadura con oxidación superficial sin pérdida de sección.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

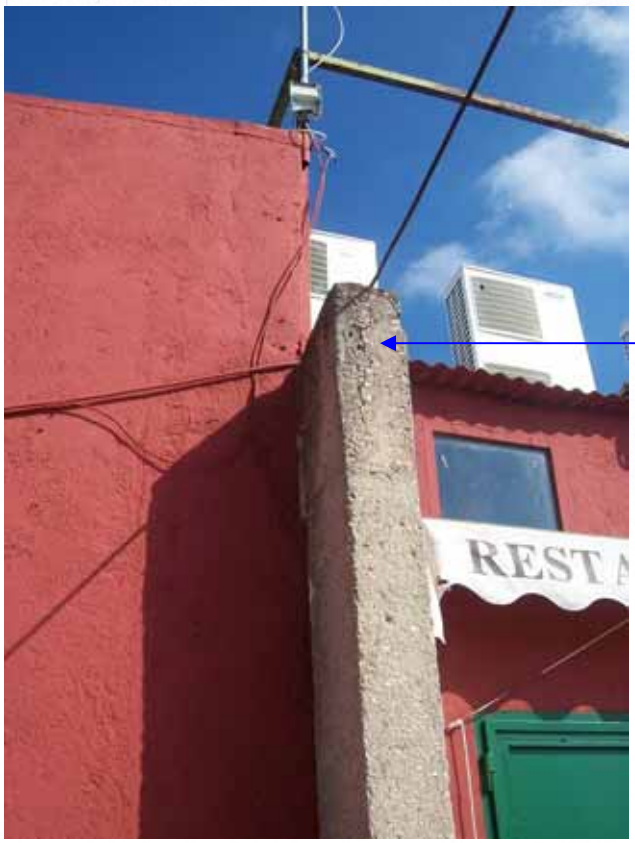
4.- ESTUDIO DE PATOLOGÍA.

En la inspección realizada en el edificio, se observa una serie de patologías, las cuales se relacionan a continuación con indicación de su grado de afección. La ubicación de la patología queda reflejada en los planos anexos de este informe.

4.1.- DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA EXISTENTE.

Como patología principal se detecta fisuración y desprendimiento de hormigón en elementos estructurales y oxidación de las armaduras. También se observan concentraciones de humedad en paramentos y suelo y fisuras de diferente tipología y espesores en paramentos. A continuación se describen de modo sistemático las patologías detectadas, adjuntando varias fotos según las afecciones existentes. Toda la patología queda reflejada en los planos anexos de este informe, adjuntando CD anexos con las fotografías de cada una de ellas.

4.1.2.- Patologías en elementos estructurales



F-7731: Fisura vertical en zona superior de pilar de hormigón.

F-7735: Desprendimiento del recubrimiento de hormigón de las armaduras de la viga.

F-7739: Fisura en viga y pilar de hormigón, marcando la ubicación de las armaduras.

F-7755: Fisura vertical en base de pilar.

F-7764: Falta de recubrimiento de las armaduras de viga de hormigón.

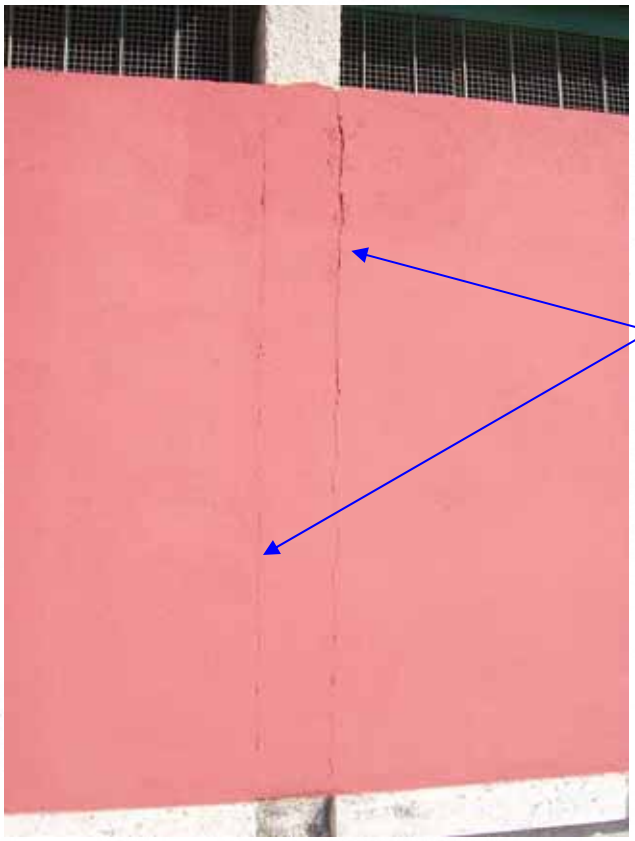
VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

F-7771: Fisuras longitudinales en cara inferior de viga, marcando la situación de las armaduras.

F-7781: Desprendimiento del recubrimiento de hormigón de las armaduras de la viga

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

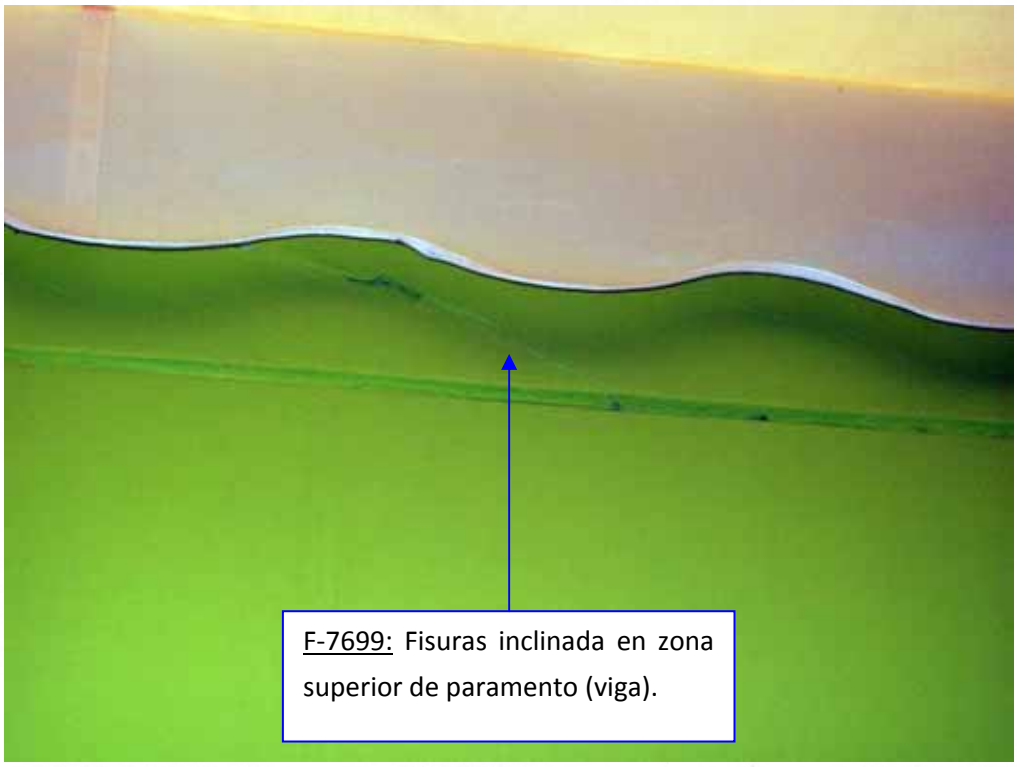
4.1.3.- Patologías en elementos NO estructurales

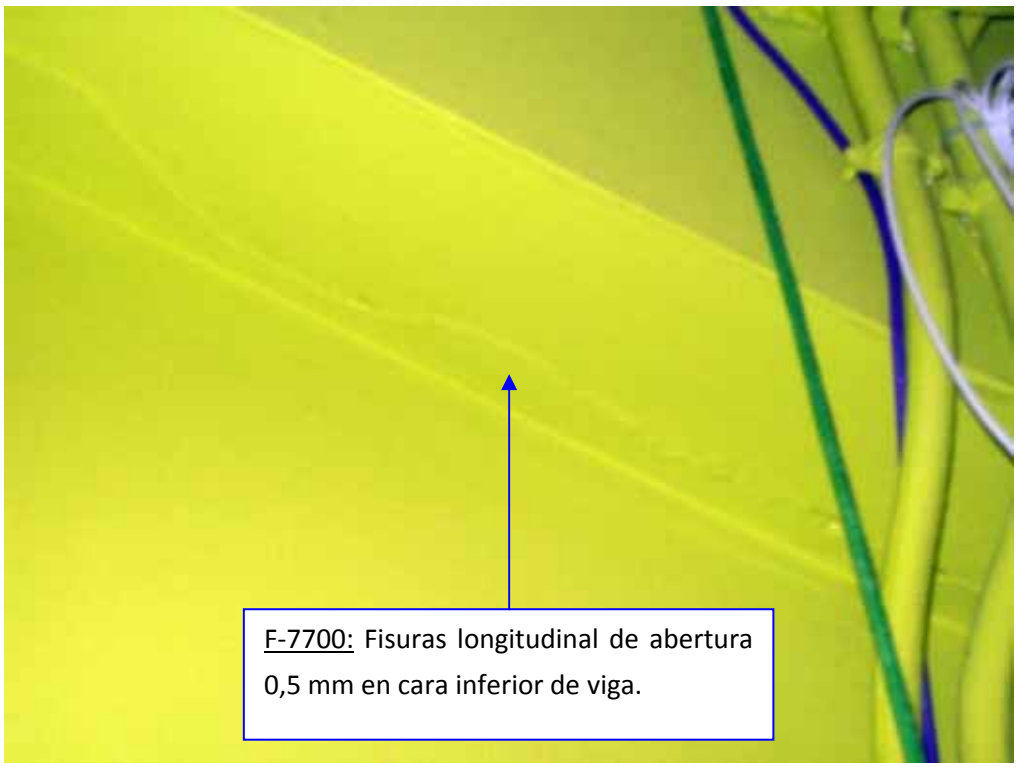


F-7734: Fisuras verticales de abertura 0,5 mm en paramento exterior, señalando la unión pilar-cerramiento.

F-7817: Concentración de humedad en zona inferior de paramento exterior, con afluencia de sales y embolsamiento de la pintura.

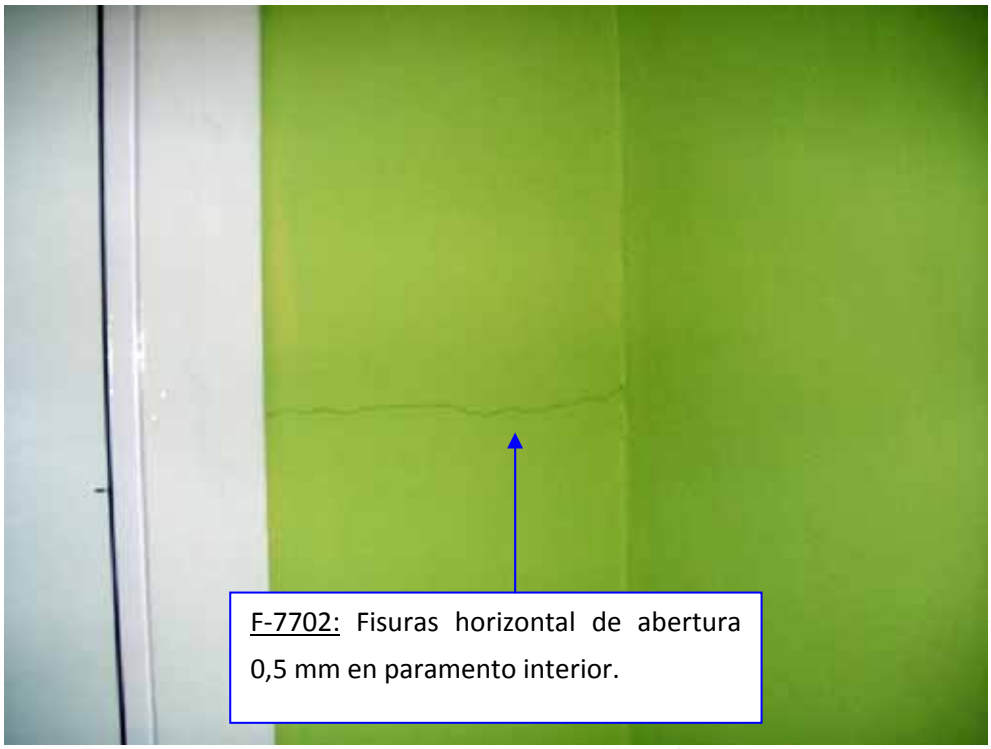
VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD





VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

F-7701: Concentración de humedad en suelo.

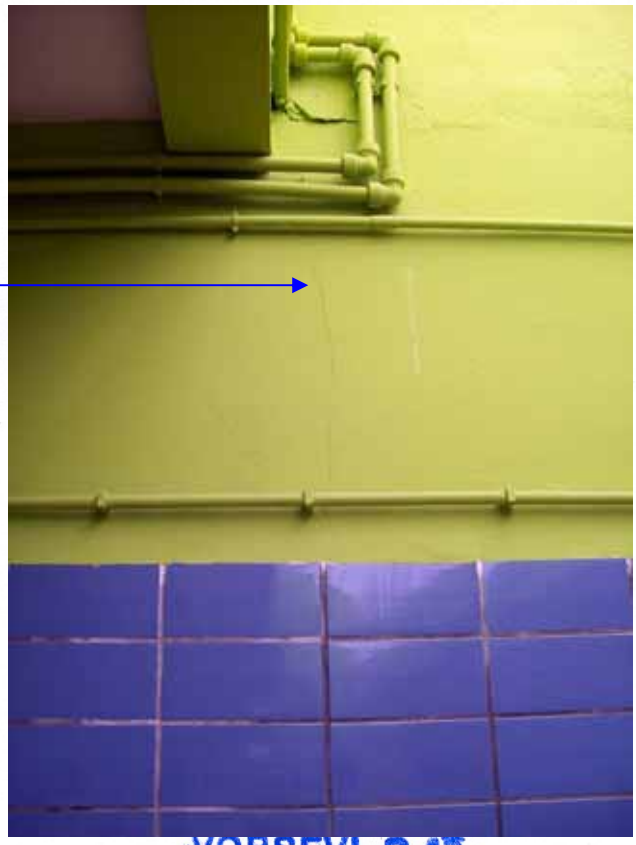


F-7702: Fisuras horizontal de abertura 0,5 mm en paramento interior.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

F-7703: Fisuras inclinada de abertura 0,5 mm en paramento interior, la cual discurre por el llagueado de la fábrica.

F-7734: Fisuras verticales de abertura 1,0 mm en paramento interior, la cual nace de la viga de hormigón.



VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

4.2.- TEST DE FENOLFTALEÍNA EN ELEMENTOS DE HORMIGÓN.

La carbonatación del hormigón es un fenómeno derivado de la combinación de dióxido de carbono presente en la atmósfera con la cal libre del hormigón, para formar carbonato cálcico.

Los hidróxidos de calcio, de sodio y de potasio, disueltos en la solución acuosa de la red de poros del hormigón así como posiblemente los álcalis solubles de los áridos, provocan un pH de la disolución presente en los poros entre 12,5 y 13,5. En estas condiciones, el acero envuelto en hormigón se encuentra protegido de la corrosión.

El hormigón es un material poroso que permite la penetración a su interior del dióxido de carbono del aire a través de los poros. Cuando esto sucede se produce la reacción del CO_2 con la fase líquida intersticial saturada de hidróxido cálcico del hormigón y de los compuestos hidratados del cemento en equilibrio con dicha fase líquida. La reacción para la fase acuosa es:

$$\mathbf{Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O}$$

Cuando todo el $Ca(OH)_2$, Na(OH) y K(OH) presentes en los poros ha sido carbonatado, el pH comienza a decrecer. Al mismo tiempo los silicatos de calcio también reaccionan con el CO_2 del aire. Tan pronto como todo el cemento endurecido ha sido completamente carbonatado, se mide un pH menor de 9.

El cambio de los constituyentes del hormigón supone modificaciones en su estructura y en sus características. En lo que a la corrosión se refiere, el cambio más importante es la diferenciación en el hormigón de dos zonas con valores de pH muy diferentes, una de Ph>12 y otra de pH<9. Como consecuencia inmediata, las armaduras que se encontraran envueltas en este medio, pasarían del estado pasivo a una zona de corrosión.

El desarrollo de la carbonatación depende en gran medida de diversos factores, entre los que se pueden enumerar los siguientes: contenido de CO_2 en la atmósfera, permeabilidad del hormigón, cantidad de sustancia carbonatable (contenido de cemento y tipo de cemento) y humedad relativa del ambiente.

El efecto de la carbonatación se traduce en aumentar la dureza superficial del hormigón. La norma UNE 83307:1986 señala que la carbonatación es un factor de gran importancia, porque su notable influencia en la dureza superficial conduce a sobreestimaciones en la resistencia de hormigones, en el caso de emplear métodos de ensayo superficiales, tales como esclerometría.

Se ha determinado la profundidad de carbonatación mediante tratamiento en hormigón, sobre fracturas realizadas en el momento de la inspección, con fenolftaleína, tras cuyo contacto queda sin colorear la zona carbonatada (ver documentación gráfica anexa).

El ensayo se realiza inmediatamente realizada la fractura al hormigón, ya que en caso contrario las superficies se carbonatan y no es posible determinar la profundidad de la carbonatación.

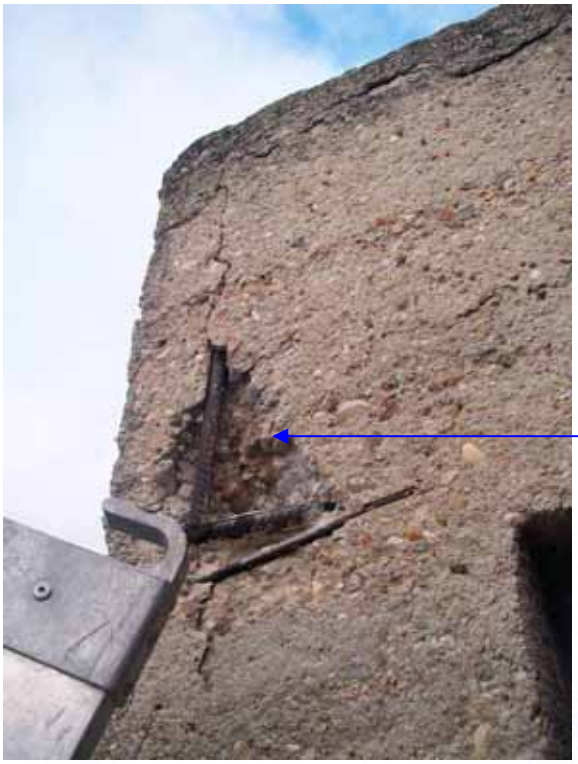
VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

Para ello, se ha rociado el hormigón con una disolución de fenolftaleína en etanol, para medir las profundidades de capa carbonatada. Cambia de incoloro a rojo púrpura o rosa por encima de un valor de pH de aproximadamente 9,5.

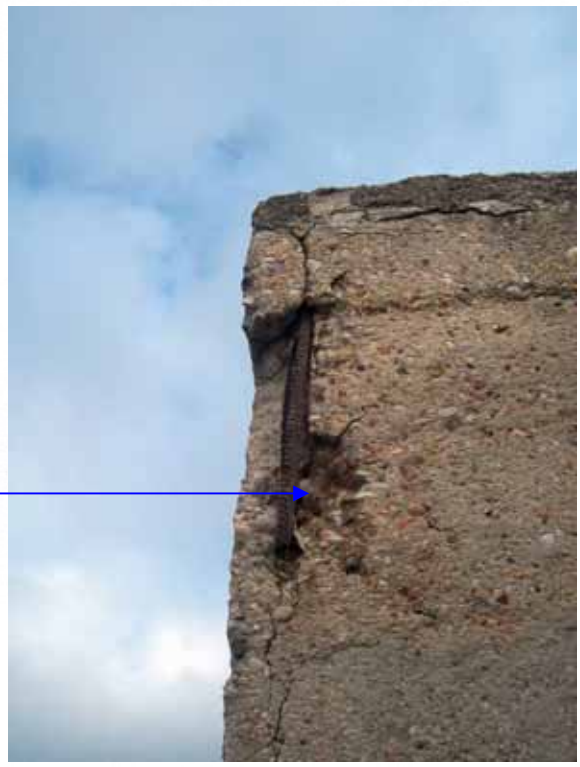
A continuación se relaciona una tabla resumen de las catas en las que se realiza el ensayo con fenolftaleína y reportaje fotográfico, indicando si el hormigón se encuentra carbonatado y su profundidad de carbonatación. Todos los ensayos realizados se reflejan en los planos anexos de este informe.

TEST DE FENOLFTALEÍNA EN ELEMENTOS DE HORMIGÓN		
FOTOGRAFÍA	**CATA**	**ESPESOR DE CARBONATACIÓN (cm)**
7655	C4 PILAR	5,00
7657	C3 PILAR	4,50
7658	C3 VIGA	5.00
7659	C2 PILAR	4.00
7660	C5 PILAR	5.00
7661	C4 VIGA	5.00
7662	C5 VIGA	6.00
7663	C6 PILAR	5.00
7664	C7 PILAR	5.00
7665	C6 VIGA	6.00
7666	C8 PILAR	5.00
7668	C7 VIGA	6.00
7670/7671	C9 PILAR	4.50
7672	C8 VIGA	5.00
7673	C9 VIGA	5.00
7674	C10 PILAR	4.50
7675	C10 VIGA	5.00
7676	C11 PILAR	5.00
7677	C11 VIGA	5.00
7678	C12 PILAR	5.00
7679	C12 VIGA	4.00
7680	C13 VIGA	4.00
7720	C16 PILAR	5.50
7721	C16 VIGA	5.00
7722	C17 PILAR	7.00
7723	C17 VIGA	5.00
7726	C14 PILAR	6.00
7727	C14 VIGA	6.00
7728	C15 PILAR	6.00
7729	C15 VIGA	6.00
7824	C18 VIGA	3.00
7822	C18 PILAR	6.00

INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD



F-7655: Hormigón carbonatado.
Profundidad mínima de 4 cm.



F-7657 Hormigón carbonatado.
Profundidad mínima de 4,5 cm.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

F-7658: Hormigón carbonatado. Profundidad mínima de 5 cm.

F-7659: Hormigón carbonatado. Profundidad mínima de 4 cm.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

F-7660: Hormigón carbonatado. Profundidad mínima de 5 cm.

F-7661: Hormigón carbonatado. Profundidad mínima de 5 cm.

SEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

F-7662: Hormigón carbonatado. Profundidad mínima de 6 cm.

F-7663: Hormigón carbonatado. Profundidad mínima de 5 cm.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

F-7664: Hormigón carbonatado. Profundidad mínima de 5 cm.

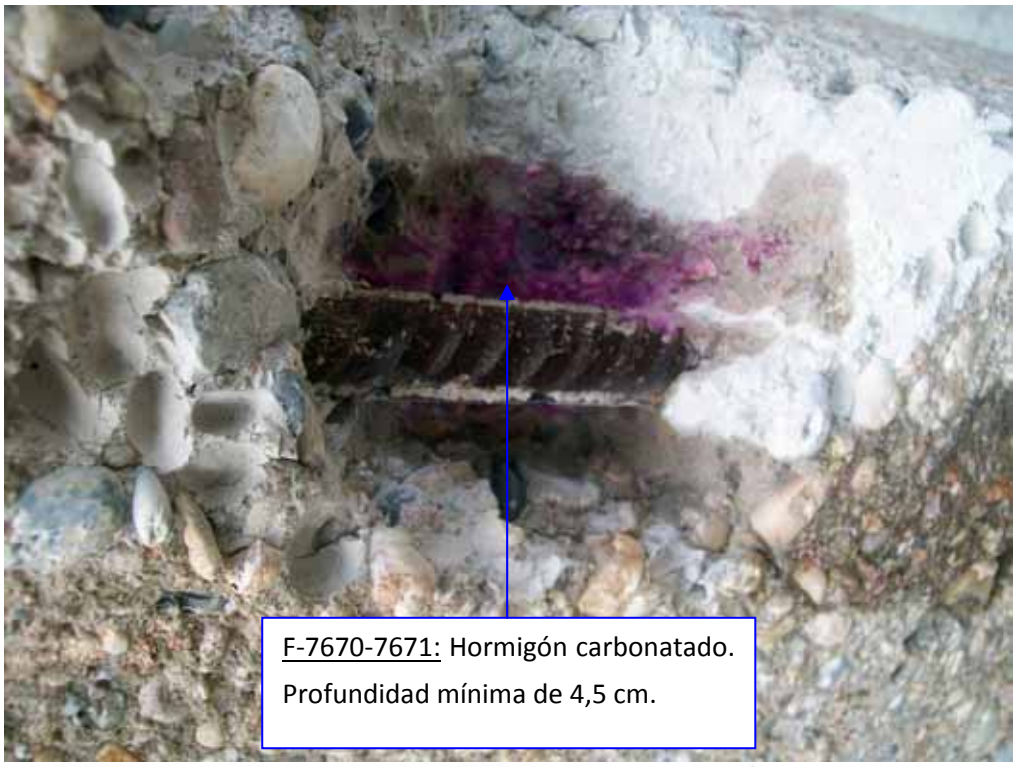
F-7665: Hormigón carbonatado. Profundidad mínima de 6 cm.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

F-7666: Hormigón carbonatado. Profundidad mínima de 5 cm.

F-7668: Hormigón carbonatado. Profundidad mínima de 6 cm.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD



VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

F-7673: Hormigón carbonatado. Profundidad mínima de 5 cm.

F-7664: Hormigón carbonatado. Profundidad mínima de 5 cm.

RSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

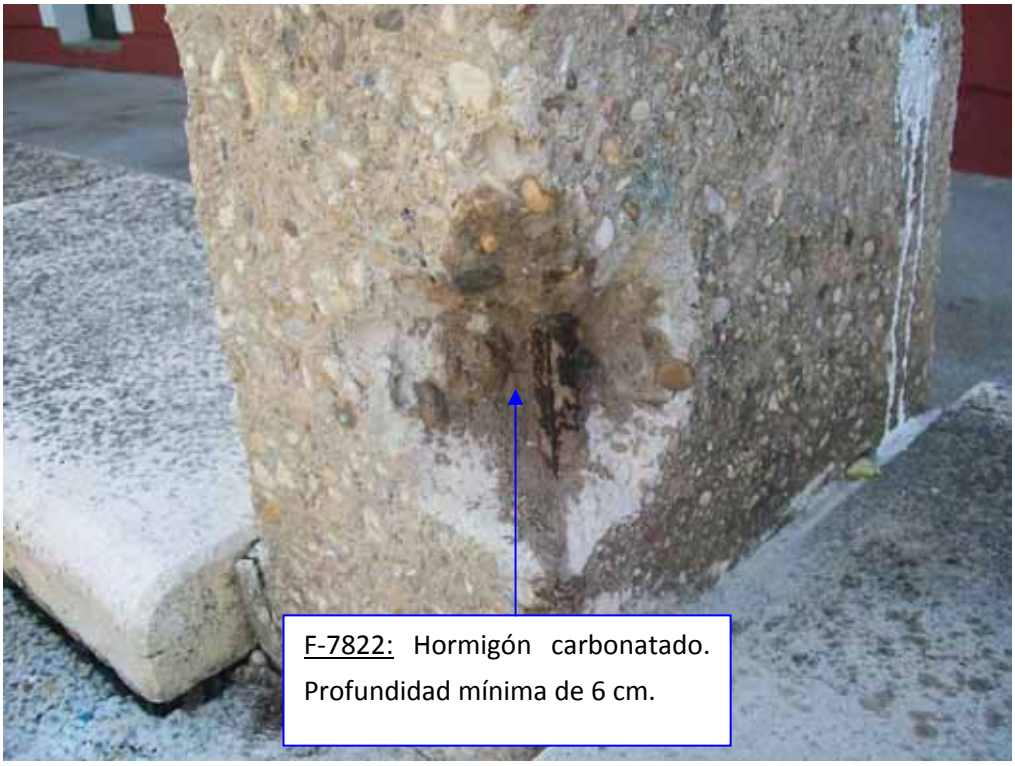
F-7677: Hormigón carbonatado. Profundidad mínima de 5 cm.

F-7678: Hormigón carbonatado. Profundidad mínima de 5 cm.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

F-7680: Hormigón carbonatado.
Profundidad mínima de 4 cm.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD



VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

5.- ANÁLISIS DE MATERIALES

5.1.- ANÁLISIS MUESTRAS DE HORMIGÓN

5.1.1.- CARACTERÍSTICAS RESISTENTES DEL HORMIGÓN

Se ha efectuado un análisis de las características resistentes del hormigón mediante la extracción y rotura de seis probetas-testigo y un estudio de ultrasonidos.

Con los resultados obtenidos en la rotura de las probetas de hormigón se ha efectuado una correlación de los índices de velocidad de propagación de ultrasonidos y resistencia a compresión de probetas-testigo, a fin de determinar la resistencia a compresión del hormigón de los diferentes elementos chequeados.

Pertenece este ensayo al grupo que se describe en el artículo 86.8 de la actual instrucción de hormigón estructural EHE-08 "Ensayos de información complementaria del hormigón", y más concretamente en su apartado b). La norma seguida para la realización de este ensayo es la norma UNE-EN 12390-3.

Para proceder a la extracción de las probetas se ha utilizado una máquina provista de motor eléctrico de 690 r.p.m. En el extremo del mismo lleva una corona de diamantes de inserción que es la que produce el corte del hormigón. Para evitar un calentamiento excesivo de la corona, va refrigerada con agua.

Las premisas más importantes que han de tenerse en cuenta para la mejor realización del ensayo, dentro de lo indicado en las referidas normas son las siguientes:

- Que el hormigón esté suficientemente endurecido como para no perturbar la adherencia entre el mortero y el árido grueso (la extracción debe realizarse con una edad del hormigón igual o superior a 28 días).
- Las probetas no deberán contener armaduras embebidas en el hormigón.
- La longitud de las probetas será aproximadamente el doble del diámetro, incluyendo en la misma el espesor del refrentado de las bases. En caso de no poder cumplirse esta condición, la altura mínima será igual al diámetro, aplicando a los resultados del ensayo los coeficientes de corrección siguientes:

Relación entre la altura y el diámetro	Coeficiente de corrección
2,00	1,00
1,75	0,98
1,50	0,96
1,25	0,94
1,10	0,90

- El diámetro de las mismas ha de ser igual o superior a tres veces el tamaño máximo del árido grueso utilizado.

Una vez extraídas las probetas se procederá a cortar las bases de las mismas mediante una mesa de corte con disco de diamantes, a fin de conseguir unas caras lisas, perpendiculares al eje longitudinal y sección transversal constante. Por otra parte debe evitarse que:

- Las bases no presenten desigualdades de 5 mm o más.
- Las diferencias de perpendicularidad en relación al eje de la probeta han de ser inferiores a 5°.
- Las dimensiones de su sección no deben variar a lo largo de su longitud con respecto al diámetro en ± 2,5 mm.
- Una vez realizadas estas operaciones, si el elemento origen de la extracción va ha estar saturado de agua han de mantenerse las probetas 48 horas sumergidas en agua 20 ± 2 ºC. En otros casos las probetas se dejarán al aire, durante el mismo periodo de tiempo, en el ambiente del Laboratorio.
- Previamente a la rotura de las probetas-testigos, han de refrentarse con mortero de azufre fundido por ambas caras para poder proceder a la rotura a compresión de las mismas, siguiendo lo indicado en UNE 83.303/84. Una vez preparadas se procede a obtener las dimensiones de la probeta una precisión mínima de 1,0 mm en su longitud y de 0,1 mm en su diámetro.

La rotura se ha realizado de acuerdo con UNE 83.304/84 en una prensa calidad I, norma DIN con una velocidad de carga de 5 ± 2 Kp/cm² por segundo.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

La tensión de rotura se obtendrá dividiendo la carga máxima soportada por la probeta, por la sección de la misma. Este valor se ve afectado por la corrección de esbeltez cuando la longitud es inferior al doble del diámetro, de acuerdo con lo especificado en la norma.

Los valores de resistencia a compresión o tensión de rotura llevarán la corrección debida a la esbeltez, en su caso.

En el anexo correspondiente se adjunta plano de planta donde se recoge la localización de los testigos extraídos. Se relaciona a continuación una tabla donde se indica la ubicación de los testigos:

TESTIGO Nº	LOCALIZACIÓN
1	PILAR 10. MARGEN DERECHO
2	PILAR 13. MARGEN DERECHO
3	PILAR 1. MARGEN DERECHO
4	PILAR 5. MARGEN DERECHO
5	PILAR 14. MARGEN DERECHO
6	PILAR 2. FRONTAL

- *Resultados:*

Fecha de rotura	28/10/2010	
Ø Probeta-testigo (cm)	7,4	
Conservación en Laboratorio 48 horas a 20 ºC		SUMERGIDAS EN AGUA
	X	AL AIRE
Edad del hormigón	> 28 días	
Precisión de la máquina de ensayos	CLASE 0,5 – 1	

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

Probeta-testigo nº	*Tensión de rotura (MPA)*	*Coeficiente de corrección por esbeltez*	*Tensión de rotura corregida la esbeltez (MPA)*	*Dirección de la carga respecto al hormigonado*	
1	13,10	1,00	13,10	**X**	PERPENDICULAR
					PARALELA
2	17,29	1,00	17,29	**X**	PERPENDICULAR
					PARALELA
3	15,86	1,00	15,86	**X**	PERPENDICULAR
					PARALELA
4	14,04	1,00	14,04	**X**	PERPENDICULAR
					PARALELA
5	11,73	1,00	11,73	**X**	PERPENDICULAR
					PARALELA
6	17,52	0,99	17,35	**X**	PERPENDICULAR
					PARALELA

La mayoría de los autores señalan a este respecto, que la resistencia de estas probetas suele ser entre un 10% y un 20% inferior a la real del elemento.

Aplicando un incremento del 10% (artículo 89 de la EHE) los valores de resistencia quedan como siguen:

Probeta-testigo nº	*MPA*
1	14,41
2	19,02
3	17,45
4	15,44
5	12,91
6	19,08

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

5.1.2.- ESTUDIO DE ULTRASONIDOS

Pertenece este ensayo al grupo del apartado C) del artículo 86.8 de la EHE-08 *"Ensayos de información complementaria del hormigón"*, que se refiere al empleo de métodos no destructivos fiables como complemento de la extracción de probetas-testigo para establecer una correlación entre los mismos.

Además, para la realización de este ensayo, se han seguido las pautas establecidas en la norma UNE 83.308/86.

El método de ultrasonidos consiste en determinar la velocidad de paso de las ondas acústicas de alta frecuencia a través del hormigón. Para ello se coloca un emisor en una de las caras del elemento a ensayar, y en la parte opuesta en el mismo punto se coloca un receptor. Estos dos elementos van unidos al aparato receptor mediante cables especiales. En la pantalla del mismo se indica el tiempo en microsegundos que tardan en atravesar las ondas la pieza a ensayar.

Previamente se mide con exactitud la distancia que hay entre el emisor y el receptor, esto es, el espesor del elemento, que dividido por el tiempo obtenido en el ensayo, da la velocidad de paso del tren de ondas a través del mismo.

Por medio de tablas o fórmulas puede conocerse la compacidad y resistencia del hormigón. Además pueden obtenerse otros datos de interés para el conocimiento de sus características más importantes, como:

- La uniformidad de elementos de hormigón.
- Comparación de la calidad de un hormigón con respecto a una especificación particular dada.
- Estimación orientativa de la resistencia de los hormigones en las diferentes zonas que conforman la estructura objeto del estudio.

Como todos los ensayos no destructivos, sus valores pueden ser fiables, si se cumplen una serie de condiciones tales como:

- Las piezas a ensayar deben de tener un espesor adecuado al rango de utilización del aparato.
- El aparato debe estar tarado y en perfecto uso.
- No conviene utilizarlo sobre superficies húmedas.
- Es conveniente realizar medidas sobre probetas realizadas durante los ensayos de control o probetas-testigo extraídas del elemento, de esta forma existe un contraste adecuado con ese tipo de hormigón.
- Cuidar que el emisor y el receptor están en la misma posición en caras opuestas, etc.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

A continuación se recogen los resultados de velocidad de paso de las ondas acústicas de alta frecuencia a través del hormigón, indicándose en el croquis siguiente la referencia de los elementos ensayos. La ubicación de los ensayos se recoge en el anexo de planos adjunto en el punto 7.- ANEXOS.

Los resultados obtenidos con los ultrasonidos de los distintos elementos solamente pueden indicarnos si nos encontramos frente a un material homogéneo o sí, por el contrario, se aprecian notables dispersiones, significándose más como indicadores cualitativos que como elementos cuantificadores de la capacidad resistente del material ensayado.

Sin embargo, el objetivo primordial que se pretende con los ensayos de información es el de poder llegar a asignar, con suficiente fiabilidad, valores de resistencia a cada uno de los elementos ensayados. Ello puede conseguirse si tenemos presente que existe una correspondencia entre los valores de resistencia del hormigón y los valores de velocidad obtenidos en los ultrasonidos.

Poseyendo parejas de valores (índice de velocidad de ultrasonidos y resistencia), obtenidos de un mismo elemento y la extracción y rotura de probetas-testigo, es factible establecer una correspondencia entre los valores de ensayos no destructivos (ultrasonidos) y los destructivos (probetas-testigo) por procedimientos matemáticos.

Conocidos los resultados de la rotura a compresión de las probetas-testigo y los valores correspondientes de los ensayos de información en cada elemento puede establecerse la dispersión entre ellos. Con estos datos obtenidos se realizan las conexiones pertenecientes para poder adjudicar a cada elemento su resistencia real.

A fin de extender adecuadamente los resultados de resistencia a compresión del hormigón obtenido mediante los ensayos destructivos al resto de elementos estructurales analizados mediante ensayos no destructivos, se efectúa una correlación estadística.

La relación entre velocidad de propagación de la onda de ultrasonidos y resistencia del hormigón se efectúa mediante ajuste a una función polinómica exponencial de tipo:

$$Y = A \cdot X^B$$

En donde:

Y = Resistencia a compresión del elemento

X = Velocidad de ultrasonidos del elemento

A,B = Constantes propias del material a ensayar

Aplicando ambas expresiones se obtiene la resistencia correlacionada para cada elemento. En la siguiente tabla se recogen los resultados obtenidos.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

PLANTA BAJA						
ENSAYO Nº	PILAR Nº	Espacio (cm)	Tiempo (microsegundos)	Velocidad (m/seg)	Rest. Compresión (N/mm²)	Rest. Comp. Media (N/mm²)
1	18-IZQ	20	63,5	3150	20,0	19,9
			64,8	3086	19,5	
			62,9	3180	20,2	
2	17	20	105,3	1899	11,6	13,3
			86,7	2307	14,3	
			89,6	2232	13,8	
3	13	20	68,7	2911	18,3	18,8
			67,3	2972	18,8	
			65,8	3040	19,2	
4	12	20	76,2	2625	16,4	18,2
			62,6	3195	20,3	
			70,1	2853	18,0	
5	11	20	64,8	3086	19,5	19,2
			68,6	2915	18,4	
			64,5	3101	19,6	
6	8	20	62,3	3210	20,4	19,7
			66,8	2994	18,9	
			63,5	3150	20,0	
7	7	20	64,8	3086	19,5	19,1
			66,2	3021	19,1	
			67,3	2972	18,8	
8	6	20	86,1	2323	14,4	15,1
			81,8	2445	15,2	
			79,3	2522	15,7	
9	5	20	71,4	2801	17,6	17,4
			85,6	2336	14,5	
			63,4	3155	20,0	
10	4	20	67,4	2967	18,7	19,1
			66,9	2990	18,9	
			64,3	3110	19,7	
11	3	20	61,4	3257	20,7	20,0
			65,2	3067	19,4	
			63,3	3160	20,0	

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO Nº	PILAR Nº	Espacio (cm)	Tiempo (microsegundos)	Velocidad (m/seg)	Rest. Compresión (N/mm²)	Rest. Comp. Media (N/mm²)
12	2	20	58,2	3436	21,9	21,5
			60,7	3295	20,9	
			58,7	3407	21,7	
13	1	20	58,4	3425	21,8	21,7
			59,3	3373	21,5	
			58,1	3442	21,9	
14	1-FRONTAL	20	84,6	2364	14,7	14,9
			83,7	2389	14,9	
			82,9	2413	15,0	
15	2	20	64,8	3086	19,5	19,2
			67,5	2963	18,7	
			65,2	3067	19,4	
16	3	20	83,2	2404	15,0	16,0
			76,3	2621	16,4	
			75,3	2656	16,6	
17	4-FRONTAL	20	74,2	2695	16,9	17,6
			68,6	2915	18,4	
			71,9	2782	17,5	
18	1-DCHA	20	70,3	2845	17,9	17,4
			71,8	2786	17,5	
			74,6	2681	16,8	
19	2	20	66,3	3017	19,1	18,8
			67,3	2972	18,8	
			68,2	2933	18,5	
20	3	20	58,7	3407	21,7	21,1
			60,3	3317	21,1	
			61,9	3231	20,5	
21	4	20	73,3	2729	17,1	18,2
			69,1	2894	18,2	
			66,0	3030	19,1	
22	5	20	79,6	2513	15,7	15,2
			81,8	2445	15,2	
			84,4	2370	14,7	
23	6	20	85,2	2347	14,6	16,1
			75,2	2660	16,7	
			73,8	2710	17,0	

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO Nº	PILAR Nº	Espacio (cm)	Tiempo (microsegundos)	Velocidad (m/seg)	Rest. Compresión (N/mm²)	Rest. Comp. Media (N/mm²)
24	7	20	72,3	2766	17,4	18,2
			74,6	2681	16,8	
			61,9	3231	20,5	
25	8	20	63,2	3165	20,1	21,1
			60,3	3317	21,1	
			57,9	3454	22,0	
26	9	20	64,1	3120	19,8	20,7
			60,3	3317	21,1	
			59,8	3344	21,3	
27	10	20	85,2	2347	14,6	14,4
			88,6	2257	14,0	
			85,6	2336	14,5	
28	11	20	85,8	2331	14,5	14,7
			82,1	2436	15,2	
			85,4	2342	14,5	
29	12	20	73,7	2714	17,0	17,3
			78,7	2541	15,9	
			66,3	3017	19,1	
30	13	20	66,6	3003	19,0	19,1
			67,2	2976	18,8	
			65,1	3072	19,4	
31	14	20	100,8	1984	12,2	13,1
			97,6	2049	12,6	
			86,1	2322	14,4	
32	16	20	94,8	2110	13,0	14,1
			88,7	2255	14,0	
			81,4	2457	15,3	
33	16-DCHA	20	116,3	1720	10,5	12,9
			97,4	2053	12,6	
			80,2	2494	15,6	
34	17	20	85,8	2331	14,5	16,0
			73,2	2732	17,1	
			76,3	2621	16,4	
35	18	20	113,7	1759	10,7	11,8
			102,6	1949	12,0	
			97,1	2060	12,7	

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

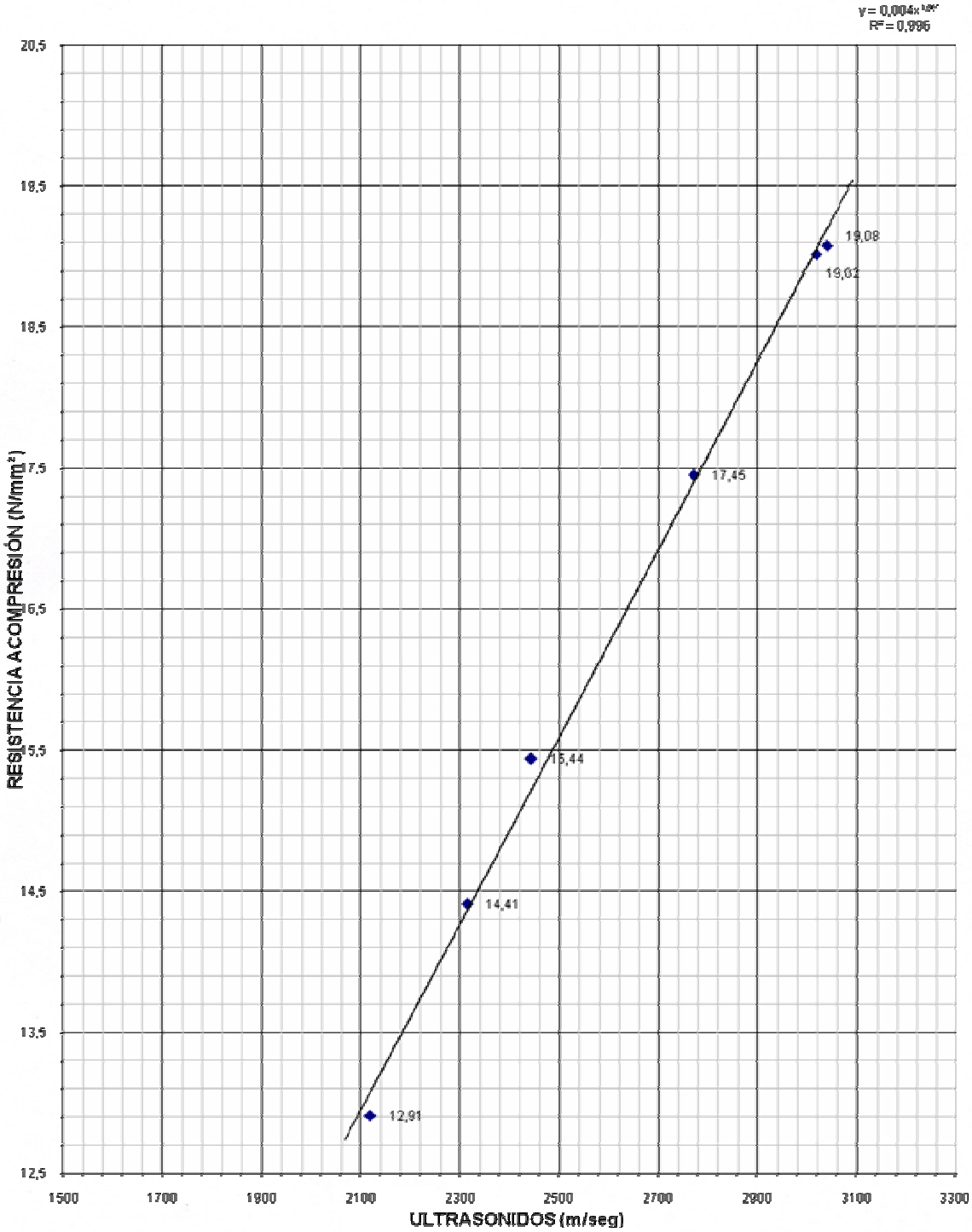
ENSAYO Nº	PILAR Nº	Espacio (cm)	Tiempo (microsegundos)	Velocidad (m/seg)	Rest. Compresión (N/mm²)	Rest. Comp. Media (N/mm²)
36	1-INTERIOR	20	75,4	2653	16,6	16,2
			80,4	2488	15,5	
			76,6	2611	16,3	
37	2	20	62,2	3215	20,4	19,2
			69,8	2865	18,0	
			65,7	3044	19,2	
38	3	20	72,1	2774	17,4	17,7
			70,3	2845	17,9	
			71,1	2813	17,7	
39	4	20	77,2	2591	16,2	16,2
			78,4	2551	15,9	
			76,6	2611	16,3	

Con estos resultados se puede confeccionar una gráfica en la que se correlacionan los valores de ultrasonidos con los de resistencia a compresión de los testigos.

A continuación se recoge la gráfica obtenida a partir de los valores resultantes en los ensayos efectuados a los elementos estudiados.

(Ver página siguiente)

TARADO ULTRASONIDOS - RESISTENCIA ACOMPRESIÓN DE TESTIGOS



VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

6.- CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Como último punto exponemos a continuación las principales conclusiones y comentarios que se extraen de los trabajos llevados a cabo en el edificio principal del Parque Deportivo La Garza en Linares (Jaén), a petición de la JUNTA DE ANDALUCÍA. CONSEJERÍA DE TURISMO, COMERCIO Y DEPORTE. EMPRESA PÚBLICA DEPORTE ANDALUZ.

Se trata de un edificio de planta rectangular y desarrollo en altura mediante planta baja. Estructuralmente presenta una tipología definida por dieciocho pórticos de hormigón armado con cuatro pilares por pórtico y sus respectivas vigas sobre las que descansa el forjado de cubierta.

El estudio se ha centrado en conocer el estado de conservación de la estructura del edificio, estado de oxidación de las armaduras y análisis de la calidad del hormigón mediante ensayos de resistencia a compresión y ensayos de ultrasonidos.

Tras los trabajos realizados se obtiene:

- Del reconocimiento patológico realizado se extrae que las anomalías con mayor presencia consiste en fisuras que afectan a los elementos estructurales de hormigón, con un patrón de fisuras que sigue la dirección longitudinal de las armaduras embebidas en el hormigón, esto es, en pilares se aprecian fisuras verticales junto a las aristas de estos y en vigas se aprecian fisuras que marcan las armaduras embebidas en éstas.

  Por otra parte, se han detectado fisuras en el interior principalmente de dirección vertical, aunque se observan puntualmente fisuras inclinadas indicando una posible flexión del elemento estructural.

  La tipología de fisura más abundante tiene su causa en la oxidación de las armaduras embebidas en el hormigón, dado que éstas, al desencadenarse el fenómeno de oxidación, experimentan una expansión o aumento de volumen que puede llegar a ser de hasta 3 veces el volumen. Debido a este aumento de volumen, se crean tensiones de tracción en el hormigón, material muy rígido, que acaba fisurando en el modo observado.

- De la realización de dieciocho catas en pilares, de escuadría 35 x 20 cm, se determina que las armaduras longitudinales cuentan con un recubrimiento que oscila entre los 0,00 cm hasta los 4,5 cm, con un número considerable de catas en las que se miden recubrimientos por debajo de 2 cm.

- En todas las catas realizadas en pilares se observa que la armadura está oxidada superficialmente, a excepción de las catas CP-15/ CP-16/CP-17 y CP-18, de las cuales las tres primeras son pilares interiores y todas cuentan con un recubrimiento de entre 1,8 y 4 cm.

- De dieciocho catas realizadas en vigas, en todas se ha detectado oxidación superficial de la armadura, con pérdida de la corruga en algunos casos. En las catas CV-14/CV-15/CV-16 y CV-17 las armaduras presentan buen estado de conservación y corresponden con catas realizadas en el interior.
- De un total de treinta y dos ensayos de fenolftaleína, se obtiene que en todas las catas donde se realiza el ensayo, el hormigón se encuentra carbonatado, como mínimo hasta la profundidad a la que se realiza la cata. Esta profundidad está comprendida en torno a 5 cm, profundidad que es superior a los recubrimientos de hormigón de las armaduras. Por tanto, las armaduras se encuentran embebidas en hormigón carbonatado, por lo que se encuentran desprotegidas frente a la corrosión.
- En cuanto al estado de conservación de las armaduras, prácticamente en todas las catas llevadas a cabo, a excepción de algunos casos, se observa que presentan oxidación superficial. En algunos casos las armaduras han experimentado una oxidación que ha provocado la pérdida de la corruga. Se pone de manifiesto que las armaduras que presentan un estado de conservación más favorable son aquellas que han presentado un recubrimiento mayor y pertenecen a vigas y pilares interiores.
- De los ensayos de resistencia a compresión mediante la extracción de seis probetas testigo de hormigón en pilares se obtienen valores comprendidos entre 12,91 N/mm^2 y 19,08 N/mm^2.
- A través de la realización de ensayos de ultrasonidos se obtiene que las resistencias medias obtenidas en los pilares están comprendidas entre 21,7 N/mm^2 y 11,8 N/mm^2Ante estas circunstancias entendemos que las patologías más relevantes son fisuras que afectan a los elementos estructurales marcando la disposición de las armaduras longitudinales. La principal causa de estas fisuras radica en el escaso recubrimiento con el que cuentan las armaduras. Por otra parte, se trata de una estructura que cuenta con muchos elementos de hormigón visto, expuestos directamente a las condiciones medioambientales, por lo que la principal protección de las armaduras se confía a los recubrimientos que como se ha mencionado son escasos o en algún punto, nulo. Esta falta de recubrimiento facilita la entrada de agentes agresivo hacia las armaduras desencadenando la oxidación de éstas, las cuales al oxidarse aumentan de volumen provocando las fisuras existentes, ocasionando aberturas a través de las cuales quedan más expuestas a los factores ambientales. Se ha podido comprobar que el hormigón está carbonatado en prácticamente todas las catas donde se ha realizado el ensayo, lo que conlleva a que el hormigón que recubre la armadura ya no actúa como un elemento protector al haber perdido su carácter básico (pH<11).

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

Para una reparación de los daños existentes, dada su naturaleza, entendemos que se deben seguir los procedimientos marcados por la norma UNE-EN-1504 (Productos y sistemas para la reparación y protección de estructuras de hormigón). Concretamente, entendemos que por el grado de afección de las armaduras y el tipo de hormigón y los daños presentes, se deben seguir los principios y métodos recogidos en la Parte 9 de la norma, concretamente, entendemos deben aplicarse:

- *Principio 7.2*: Reemplazo del hormigón contaminado. Debe procederse a sustituir todo el hormigón contaminado de tal manera que se actúe sobre la armadura y previa subsanación de las oxidaciones (ver principio 11.1) y daños que esta pueda haber experimentado, reconstruir el recubrimiento, quedando las armaduras protegidas por la alcalinidad de sus contornos. La reconstrucción de estos recubrimientos deberá ajustarse a la normativa vigente, dotándolos de la cantidad de recubrimiento necesario según el tipo de ambiente. En este caso, atendiendo a que el ambiente se puede tipificar de IIa, si nos acogemos a la instrucción EHE08, punto 37.2.4, tabla 1a, el caso de menor espesor sería de 25 mm y el de mayor espesor sería de 40 mm.
- *Principio 11.1*: Pintado de la armadura con revestimientos que contengan pigmentos activos. Una vez se haya procedido a retirar el hormigón carbonatado y previo a la reconstrucción de los recubrimientos, se deben tratar las armaduras retirando la oxidación actual y aplicando un pintado de revestimientos con pigmentos activos. En caso de que al retirar el oxido de la armaduras se detecten pérdidas de sección importantes, debe estudiarse la idoneidad de adicionar armaduras en función de los coeficientes de seguridad utilizados en proyecto y según las pérdidas de cuantías existentes.

En cuanto a las patologías no estructurales detectadas, consisten en humedades puntuales muy localizadas y en fisuras que marcan comportamientos diferenciales entre materiales de distinto comportamiento térmico (encuentro de cerramiento con elementos de hormigón). En estos casos, entendemos recomendable proceder a un picado de las capas superficiales, colocando una malla plástica que absorba las posibles tensiones derivadas de las retracciones térmicas.

Puntualmente se ha detectado una fisura inclinada que podría estar marcando una ligera flexión del elemento sobre el que apoya. A este respecto se podría llevar a cabo una instrumentación de fisura con objeto de controlar si existe una movilidad de la abertura-cierre de esta o si por el contrario está estabilizada.

Las conclusiones del presente estudio se corresponden con los datos y resultados obtenidos en las catas realizadas, a nivel estadístico.

Por otra parte las recomendaciones aquí descritas deben recogerse en un proyecto de reparaciones redactado por un técnico con competencias en la materia que las desarrolle adecuadamente, y ser llevadas a cabo por personal y medios especializados en trabajos de similares características.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

Para cualquier aclaración o análisis en fase de obra a este respecto estamos a disposición y criterio de la Dirección Facultativa de las obras, y del peticionario de los presentes trabajos.

Fdo.: José Manuel Martín Mayo
Técnico. Área de Patología y Rehabilitación

Fdo.: Mercedes Aguilar de la Torre
Gerente de equipo. Área de Patología y Rehabilitación

Fdo.: Victoriano González Fernández
Director Área de Patología y Rehabilitación

El presente informe consta de setenta y siete páginas numeradas y selladas y dos anexos.

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

7.- ANEXOS

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

7.1.- ENSAYOS DE PROBETAS TESTIGO DE HORMIGÓN

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

vorsevi

EXTRACCIÓN Y ROTURA DE PROBETAS TESTIGOS DE HORMIGÓN

OBRA:

PARQUE DEPORTIVO LA GARZA

Nº informe: I-JLB-3295/10

JUNTA ANDALUCÍA CONSEJERÍA TURISMO Y DEPORTE

Jaén a, 28 de Octubre de 2010

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

Polig. Ind.Los Olivares, C/ Escañuela, 20
23009 Jaén
953-294613 / fax 953-294614
jaen@vorsevi.es
C.I.F. A-41010521

ENSAYO ACREDITADO
JUNTA DE ANDALUCIA
Nº INSCRIPCIÓN: LE100-JA08
BOJA Nº: 50 (12-03-08)

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

EXTRACCIÓN Y ROTURA DE PROBETAS TESTIGO DE HORMIGON

PETICIONARIO: JUNTA ANDALUCÍA CONSEJERÍA TURISMO Y DEPORTE

Petición: I-JLB-3295/10

OBRA: PARQUE DEPORTIVO LA GARZA

EXTRACCION, CONSERVACION Y TALLADO: UNE 83302-84			
FECHA DE EXTRACCIÓN:	21/10/2010	**EDAD DEL HORMIGÓN:**	
CONSERVACION DE PROBETAS:	Sumergidas en agua 48 horas a 20 +/- 2 ºC Camara húmeda [ ]	[ ] Al aire	[X]

REFRENTADO: UNE 83303-84 ROTURA A COMPRESION: UNE 83304-84			
FECHA DE ROTURA:	28/10/2010	**PRECISIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYOS:**	Clase 0,5 - 1

IDENTIFICACION Y LOCALIZACION DE TESTIGO/S:

Nº	LOCALIZACION	EDAD DEL HORMIGON EN EL MOMENTO DE ROTURA	TIPO DE HORMIGON
1	PILAR 10 MARGEN DERECHO	> 28 DÍAS	-
2	PILAR 13 MARGEN DERECHO	> 28 DÍAS	-
3	PILAR 1 MARGEN DERECHO	> 28 DÍAS	-
4	PILAR 5 MARGEN DERECHO	> 28 DÍAS	-
5	PILAR 14 MARGEN DERECHO	> 28 DÍAS	-
6	PILAR 2 FRONTAL	> 28 DÍAS	-

RESULTADOS:

Nº	ALTURA (cm)	Ø (cm)	Carga de rotura (Toneladas)	Tensión de rotura (Mpa)	Tensión de rotura corregida la esbeltez (Mpa)	Coeficiente de corrección por esbeltez	Dirección de la carga respecto al hormigonado
1	14,5	7,4	5,75	13,10	**13,10**	1,00	Perpendicular
2	14,4	7,4	7,59	17,29	**17,29**	1,00	Perpendicular
3	14,6	7,4	6,96	15,86	**15,86**	1,00	Perpendicular
4	14,7	7,4	6,16	14,04	**14,04**	1,00	Perpendicular
5	14,6	7,4	5,15	11,73	**11,73**	1,00	Perpendicular
6	14,1	7,4	7,69	17,52	**17,35**	0,99	Perpendicular

Observaciones: Defectos apreciados en los testigos o en la rotura: No se observan

Responsable de Ensayos Físicos

Director del Laboratorio

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

Polig. Ind.Los Olivares, C/ Escañuela, 20
23009 Jaén
953-294613 / fax 953-294614
jaen@vorsevi.es
C.I.F. A-41010521

EXTRACCIÓN Y ROTURA DE PROBETAS TESTIGO DE HORMIGON

PETICIONARIO:	JUNTA ANDALUCÍA CONSEJERÍA TURISMO Y DEPORTE	**Petición:**	**I-JLB-3295/10**
OBRA:	PARQUE DEPORTIVO LA GARZA		

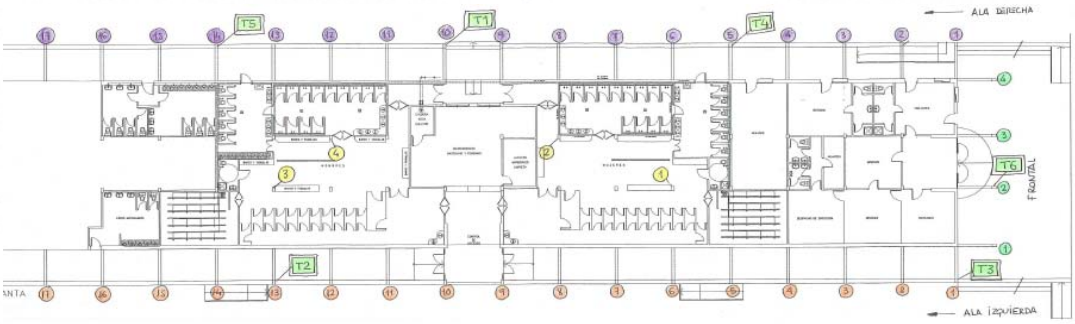
OBSERVACIONES:

Los resultados que dan los ensayos del tipo b (probetas testigo) suelen quedar del lado de la seguridad, ya que el pequeño tamaño de las probetas y por tanto, su menor inercia en todos los aspectos, actúa en sentido desfavorable, y el hormigón de dicha probetas suele resistir algo menos que el del elemento que ellas representan. La mayoría de los autores señalan a este respecto, que la resistencia de estas probetas suele ser de un 10% inferior a la real del elemento. Aplicando un incremento del 10% (artículo 89 de la EHE) los valores de resistencia quedan como siguen:

Nº	RESULTADO (N/mm2)
1	**14,41**
2	**19,02**
3	**17,45**
4	**15,44**
5	**12,91**
6	**19,08**

Por último indicar que la resistencia obtenida por este procedimiento es la real del elemento, no debiéndose afectar por tanto de ningún coeficiente estadístico.

PLANO DE SITUACIÓN TESTIGOS EXTRAIDOS:



Responsable de Ensayos Físicos

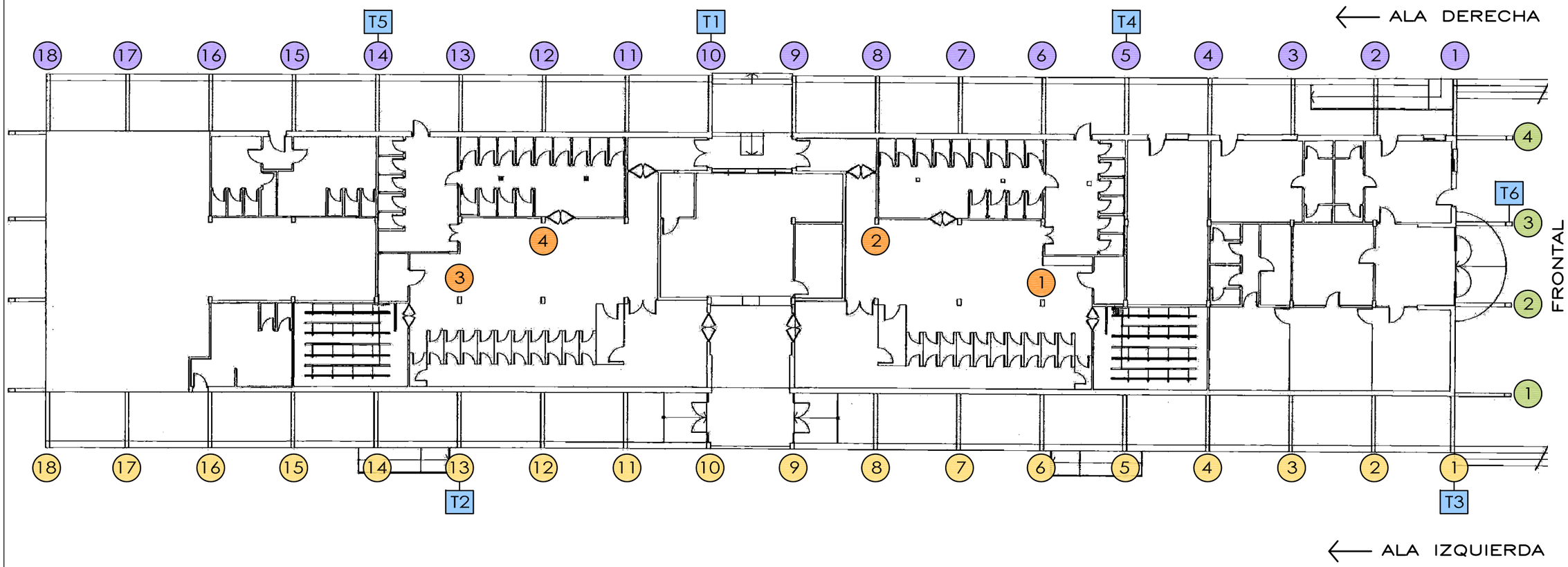
Director del Laboratorio

Jaén a, 28 de Octubre de 2010

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

7.2.- PLANOS

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD



L E Y E N D A

- 1 PILAR ALA DERECHA
- 1 PILAR ALA IZQUIERDA
- 1 PILAR FRONTAL
- 1 PILAR INTERIOR
- T1 TESTIGO Nº1

JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE TURISMO, COMERCIO Y DEPORTE.
EMPRESA PUBLICA DE DEPORTE ANDALUZ

ESTUDIO ESTRUCTURAL Y ESTUDIO PATOLÓGICO

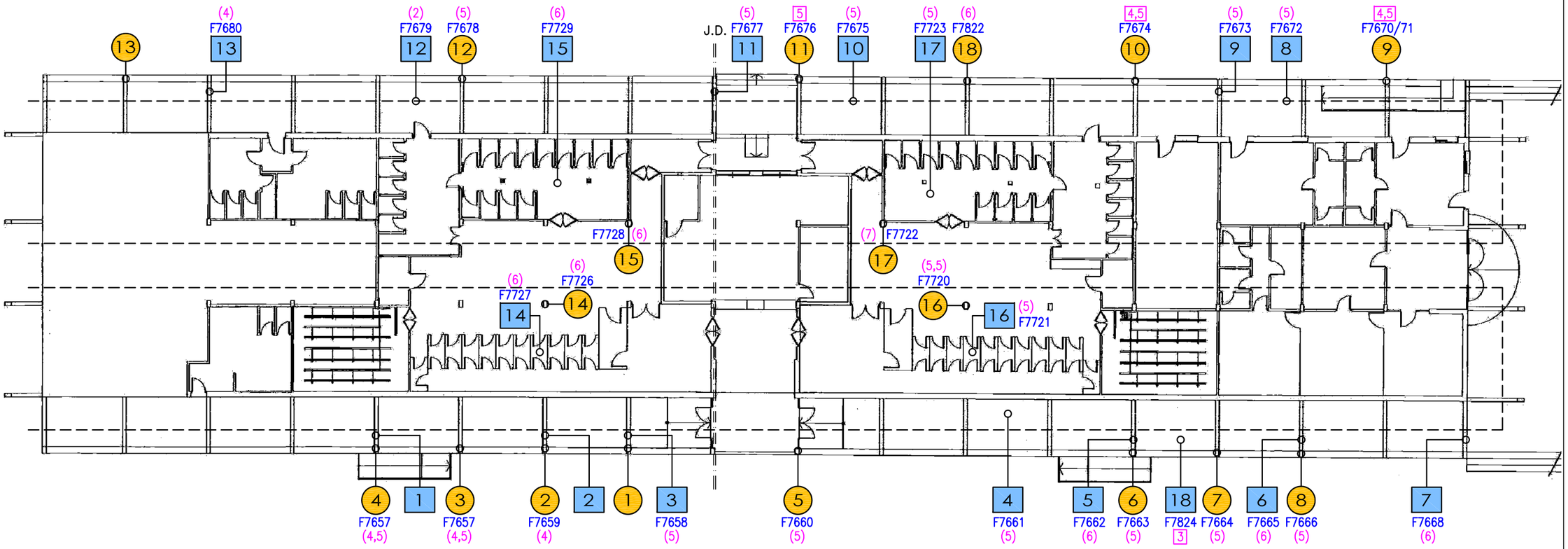
ESTUDIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" DEL MUNICIPIO DE LINARES. JAÉN

vorsevi

PLANO: Ubicación de Testigos y Pilares

INSPECCION OBRA:	DIBUJADO POR:	REVISADO POR:
V. López	L. Aguilar	J. M. García / J. M. Martín

IDENTIFICACION	FECHA	ESCALAS	PLANO Nº
40044947-01.0	Octubre 2010	Sin escala	1



L E Y E N D A

1	CATA Nº1 EN PILAR
1	CATA Nº1 EN VIGA
F7657	Nº FOTOGRAFIA ENSAYO FENOLFTALEINA
(4,5)	PROFUNDIDAD MÍNIMA CARBONATACIÓN
3	ESPESOR DE HORMIGÓN CARBONATADO

JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE TURISMO, COMERCIO Y DEPORTE.
EMPRESA PUBLICA DE DEPORTE ANDALUZ

ESTUDIO ESTRUCTURAL Y ESTUDIO PATOLÓGICO

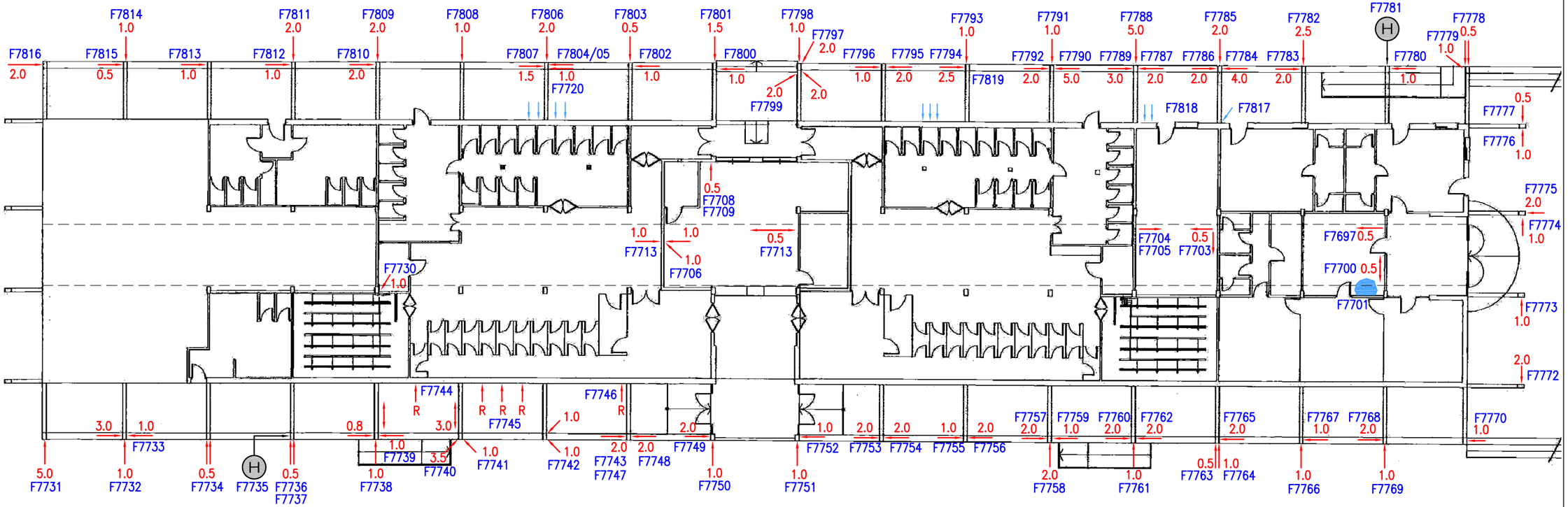
ESTUDIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" DEL MUNICIPIO DE LINARES. JAÉN

vorsevi

PLANO: Ubicación de Catas

INSPECCION OBRA:	DIBUJADO POR:	REVISADO POR:
V. López	L. Aguilar	J. M. García / J. M. Martín

IDENTIFICACION	FECHA	ESCALAS	PLANO Nº
40044947-01.0	Octubre 2010	Sin escala	2



L E Y E N D A

F7731	N° FOTOGRAFÍA	0.5	FISURA VERTICAL (ABERTURA EN mm)
H	DESPRENDIMIENTO HORMIGÓN	0.5	FISURA HORIZONTAL (ABERTURA EN mm)
	HUMEDAD EN PARAMENTO	0.5	FISURA INCLINADA (ABERTURA EN mm)
	HUMEDAD EN SUELO		

JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE TURISMO, COMERCIO Y DEPORTE.
EMPRESA PUBLICA DE DEPORTE ANDALUZ

ESTUDIO ESTRUCTURAL Y ESTUDIO PATOLÓGICO

ESTUDIO PRINCIPAL DEL PARQUE DEPORTIVO "LA GARZA" DEL MUNICIPIO DE LINARES. JAÉN

vorsevi

PLANO: Patología

INSPECCION OBRA:	DIBUJADO POR:	REVISADO POR:
V. López	L. Aguilar	J. M. García / J. M. Martín

IDENTIFICACION	FECHA	ESCALAS	PLANO Nº
40044947-01.0	Octubre 2010	Sin escala	3