

Q

CURSO: Los ensayos para el reconocimiento de lesiones y patologías



Josep Gasia i Gabernet / Miquel Mateus i Gorgues
Arquitectos Técnicos
Graduados en Ingeniería de la Edificación
Profesores asociados en la UdL EPS Escuela Politécnica Superior GATE i GEM

1

Q

Objetivos del Curso

- Los ensayos y pruebas de laboratorio se hacen imprescindibles cuando nos interesa conocer el "verdadero estado" de un elemento de nuestro edificio ya sea de nueva construcción o por intervención en edificio existente.
 - Informes de diagnosis de lesiones o patologías
 - Estudios de obras de edificación en que se recupera la ejecución de las mismas por paralización de las estas ("crisis") sin ninguna o con poca documentación del control realizado.
 - Obras de reforma con incidencia en la construcción existente
- ¿En cuales?

2

Q

Los sujetos pasivos: Los edificios

- Caracterización de los edificios o obras en las que se interviene:
 - Estructura acabada o en curso.
 - Obras sin acabar o en rehabilitación.
 - Edificio con lesiones.



3

Q

Los sujetos pasivos: Los edificios



4

Q

Introducción

- Información previa
- Ensayos
- Pruebas
- Control documental
- Recopilación de documentos
- Interpretación de resultados



5

Q

Edificio ejemplo

- Edificio ejemplo. Promoción de edificios realizada en fases
 - 1ª Fase. Acabada y con problemas de cimentación
 - Obra acabada. En la actualidad, presenta problemas de asentamientos diferenciales con graves problemas en las viviendas
 - 2ª Fase. Paralizada en fase de acabados
 - Obra en fase de ejecución. No se dispone de ensayos de materiales ni otra documentación sobre los materiales empleados en fase de acabados.
 - 3ª Fase. Paralizada en fase de estructura
 - Estructura en fase de ejecución. Se localizan actas de laboratorio de una parte de la obra.

6

Q

Edificio ejemplo. Fase estructura



7

Q

El equipo de trabajo

- **Equipo mínimo**
 - Cámara fotográfica
 - Metro-Cinta métrica-Rueda de medir
 - Fisurómetro
 - Punzón
 - Linterna-Frontal
 - Maceta + cincel

8

Q

El equipo de trabajo imprescindible



9

Q

El equipo de trabajo

- **Equipo complementario**
 - Endoscopio
 - Cámara termográfica
 - Cuenta-hilos
 - Nivel laser
 - Termómetro laser
 - Higrómetro de puntas

10

Q

El equipo de trabajo complementario



11

Q

Investigación y Estudios previos

- **Recopilación de información previa.**
 - Proyecto
 - Libro de ordenes
 - Programa de control de calidad
 - Actas de resultados.
 - Documentación de materiales
 - Visita a obra
 - Etc..
- **Determinación del estado actual.**
 - Caracterización estado actual
- **Comparativa proyecto-ejecución.**
 - Reajuste planos-memoria.
- **Situación de lesiones-patologías.**
 - Croquis de situación

12



Intervención en Estructuras de Hormigón.



13



Edificio ejemplo. Fase estructura



14



Edificio ejemplo. Fase estructura



15



Intervención en Estructuras de Hormigón.

- Información previa.
 - Resistencia característica del proyecto
 - Diferencia entre resistencia característica y la resistencia a rotura del hormigón
 - Ambientes de exposición y recubrimientos mínimos
- El programa de control del hormigón y los ensayos efectuados
 - Control mínimo
 - Análisis de resultados

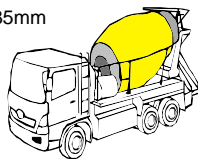
16



Información previa del hormigón

- $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ o 25 MPa
- Ambiente **IIb**.
- Acero corrugado B500SD
- Suministro de central sin distintivo de calidad
- Recubrimiento mínimo de armaduras
 - $R_{nom} = R_{min} + \Delta r = 25 + 10 = 35 \text{ mm}$

• ¿ES CORRECTA LA RESISTENCIA?



17



Información previa del hormigón

Tabla 8.2.2
Clases generales de exposición relativas a la corrosión de las armaduras

Clase	CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN		Tipo de proceso de deterioro	Descripción	Límites
	Indicador	Indicador			
Normal	Humedad alta	I	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> – Interiores de edificios, no sometidos a condensaciones. – Elementos de hormigón en masa. 	<ul style="list-style-type: none"> – Elementos estructurales de edificios, incluido los forjados, que estén protegidos de la intemperie.
		IIa	Corrosión de origen difusivo de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> – Interiores sometidos a humedades relativas medias altas o 85% a condensaciones. – Exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. – Elementos enterrados o sumergidos. 	<ul style="list-style-type: none"> – Elementos estructurales en sótanos no ventilados. – Construcciones. – Estribos, pilas y tableros de puentes en zonas, sin impermeabilizar, con precipitación media anual superior a 600 mm. – Tableros de puentes impermeabilizados, en zonas con salta de drenaje y precipitación media anual superior a 600 mm. – Elementos de hormigón, que se encuentren a la intemperie o en las cubiertas de edificios en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. – Forjados en cámara sanitaria, o en interiores en cocinas y baños, no cubiertos en protección.
	Humedad media	IIb	Corrosión de origen difusivo de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> – Exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> – Elementos estructurales en construcciones exteriores protegidas de la lluvia. – Tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm.

18

Información previa del hormigón

Tabla 373.2.a
Máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento

Parámetro de identificación	Tipo de hormigón	Caso de exposición																			
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IV	Va	Vb	VI	VII	VIII									
Máxima relación a/c	Masa	0,65	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Pronteadado	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Mínimo contenido de cemento (kg/m³)	Masa	200	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Pronteadado	200	275	300	300	325	350	325	325	350	350	300	300	325	300	325	300	325	300	325	300

Tabla 373.2.b
Resistencias mínimas recomendadas en función de los requisitos de durabilidad (*)

Parámetro de identificación	Tipo de hormigón	Caso de exposición																			
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IV	Va	Vb	VI	VII	VIII									
Resistencia mínima (N/mm²)	Masa	20	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Pronteadado	25	25	30	30	30	35	30	30	35	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Resistencia mínima (N/mm²)	Masa	20	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Pronteadado	25	25	30	30	30	35	35	30	35	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

(*) Estos valores reflejan las resistencias que pueden esperarse con carácter general cuando se emplean áridos de buena calidad y se respetan las especificaciones técnicas de durabilidad incluidas en esta Instrucción. Se trata de una tabla meramente orientativa, y el objeto de llevarla a buen término es facilitar la especificación de durabilidad, no especificaciones de resistencia. En este sentido, se recuerda que en algunos casos propiamente en los que los áridos solo pueden cumplir con las especificaciones pedidas para ellos en esta Instrucción, puede ser necesario obtener otros valores.

19

Información previa del hormigón

- Los valores de tabla 37.3.2.b reflejan las resistencias que pueden esperarse con carácter general cuando se emplean áridos de buena calidad y se respetan las especificaciones estrictas de durabilidad incluidas en la EHE. Se trata no obstante de una **tabla meramente orientativa**, al objeto de fomentar la deseable coherencia entre las especificaciones de durabilidad y las especificaciones de resistencia
- Por tanto los valores, son correctos.

20

Información de los resultados obtenidos. Ejemplo

- Se ha obtenido la información del programa de control efectuado y de los ensayos de la primera parte de la obra, donde se había realizado el control del hormigón.
- No se habían verificado los resultados de la resistencia característica, al ser los resultados de rotura facilitados por el laboratorio, de entrada correctos.
- Procediendo a la verificación de los valores de la resistencia característica, se obtienen el siguiente resultado:

21

Ejemplo: (i)

- Información previa

Obligatorio		Orientativo			
Central de subministro Con distintivo / Sin distintivo	Volumen en m³ de las cubas que suministran	Precio Hormigón €/m³	Importe aproximado formigó €	Precio Série probetas €	Importe aproximado del control €
SD	8				
- Información obra

ELEMENTO	f _{ck} Hormigón	Tipo elemento según Tabla 86.5.4.1 F - Flexión C - Compresión M - Macizo	Volumen de hormigón en m³	Tiempo de Hormigonado en semanas	Superficie del elemento en m²	Número de plantas
Cimentación	25	C	125	3	500	1
Muros	25	F	150	3	500	1
Pilares Planta	25	C	50	2	650	1
Forjado	25	F	95	1	650	1

22

Ejemplo (ii)

ELEMENTO	Cimentación
f _{ck} Hormigón	25
Tipo elemento según Tabla 86.5.4.1 F-Flexión C-Compresión M-Macizos	C
Volumen de Hormigón en m³	125
Lotes / Volum	1
Tiempo de Hormigón	3
Lotes por tiempo de Superficie del elemento	1
Lotes por superficie	1
Número de plantas	1
Lotes por número de Total lotes calculado	1
Séries per lote según	1
Núm de Series calcul	1
Número de cubas ne (Volumen hormigón/ Superficie construida)	2
Número de series a % de cubas controladas	30%

Tabla 86.5.4.1
Tamaño máximo de los lotes de control de la resistencia, para hormigones sin distintivo de calidad oficialmente reconocido

Límite superior	TIPO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES		
	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a compresión (pilares, pilas, muros portantes, pilotes, etc.)	Elementos que funcionan fundamentalmente a flexión (vigas, forjados de hormigón, tableros de conexión, etc.)	Macizos (zapatas, estribos de puente, bloques, etc.)
Volumen de hormigón	100 m³	100 m³	100 m³
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500 m²	1.000 m²	---
Número de plantas	2	2	---

23

Acta de resultados

ICEC CONTROL CALIDAD DE OBRAS S.L.
 P.O. "Ciudad de la Energía" C/O. Pinar, 25. Nave 1
 25100 Lleida, e-mail: info@iceccontrol.com
 Tel. 973 24 76 54 - Fax 973 24 76 90
 www.iceccontrol.com
 NIF B5213263

Expediente nº: 19
 N.O.: 174
 NIF: B25
PETICIONARIO:
 2002 CONS
 A la atención:
 C/ Vila
 25170 - TORRES
 LLEIDA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS

OBRA: Nave industrial hortofrutícola, Parcela
ENSAYOS SOLICITADOS: Torno de muestras de hormigón fresco, fabricación y confección de probetas cúbicas 150x150 mm, asentamiento, curado y rotura por compresión, s/UNE-EN 12350-1/2/2006, 12390-1/2001, 12390-2/2001 y 12390-3/2003. 4 probetas.

MUESTRA: Ensayo nº: 1 Fecha: 03/04/2016 Hora: 12:15 T(°C): 14
 Elementos hormigonados: Albarán lab.: 0104.F Muestra puntual: X Muestra compuesta: X
 Preparado en central: X Manual con barra: X Mesa vibradora: X
 Empresa suministradora: PLANTA Confeccionado en obra m³ hormigón: 8

HORMIGÓN:

Identificación	Hormigón	Resistencia	Consistencia	Acido	Ambiente
Albarán nº: 558-13	HA	25	BLANDA	20	Iba

Transporte-matric: 000FVHG Relación a/c: 0,38 Dosificación (kg/m³): 279
 H.salida planta: 11:44 H.Llegada obra: 12:05 H. límite: 13:14

24



Acta de resultados

ASENTAMIENTO (Método cono de Abrams)
 Asentamiento: Simétrico X Sesiado.
 Tr cono (mm) 100 Valor medio (mm) **100**
 RECORDA DE PROBATAS: Fecha: 4/04/16 Hora: 11:40 T(°C): 14

MODO DE CONSERVACIÓN:
 En obra: Resguardadas, en molde con tapa y bolsa, y a Tª ambiente.
 En laboratorio: Cámara húmeda, hr > 95% y Tª 20°C±2°C. Fecha entrada: 05-04-16 / hora: 19:00h.

ROTURA POR COMPRESIÓN (Precisión prensa utilizada: CLASE - 1)
 (*) Incertidumbre de medida de la prensa para K=2 (Nº) 1.0. Se dispone en laboratorio, la justificación de la incertidumbre del ensayo

Fecha rotura	3	7	20	62
Carga rotura (kN)	437,4	634,8	624,5	752,3
Tensión rotura (MPa)	19,4	28,2	27,8	33,4
Valor medio (MPa)	19,5	29,00		33,50
Valor medio (MPa)	17,6	25,0		30,0

RESERVACIONES

Lleida, 29-05-16

ICEC CONTROL CALIDAD DE OBRAS S.L.
 Laboratorio de Ensayos con Declaración Responsable presentada en la Generalitat de Catalunya. El abono de abono incluido en la Declaración Responsable está inscrita en el Registro General del C.T.E. y se puede consultar en www.genera.cat y www.cotgencat.org.
 Los resultados recogidos en este Acta de Resultados de Ensayos en referencia a la muestra recogida y remitida al Laboratorio y a las normas de referencia de cada ensayo.
 Se garantiza la reproducción y publicación libre y gratuita de este Acta de Resultados de Ensayos en el consentimiento previo de ICEC Control Calidad de Obras S.L.
 Más información en www.iceccontrol.com

TÉCNICO DIRECTOR DEL ÁMBITO: ESTEVE GUAL / Técnico

25



Criterios de aceptación y rechazo

Tabla 86.5.4.3.a

Caso de control estadístico	Criterio de aceptación	Observaciones
Control de identificación		
1	$x_i \geq f_{ck}$	
Control de recepción		
2	$f(\bar{x}) = \bar{x} - K_2 \frac{s}{\sqrt{N}} \geq f_{ck}$	
3	$f(x_{(1)}) = x_{(1)} - K_3 \frac{s_{35}}{\sqrt{35}} \geq f_{ck}$	A partir de la amasada 37ª $3 \leq N \leq 6$ A las amasadas anteriores a la 37ª, se les aplicará el criterio nº 2

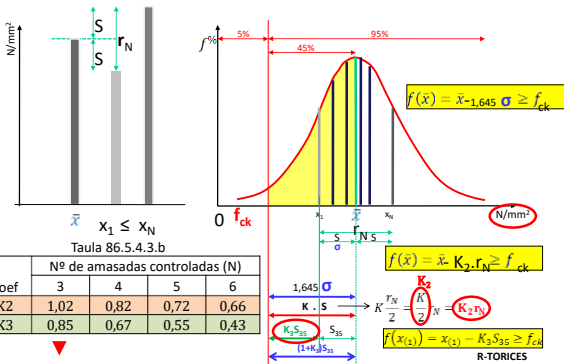
Tabla 86.5.4.3.b

Coeficiente	Número de amasadas controladas (M)			
	3	4	5	6
K_2	1,02	0,82	0,72	0,66
K_3	0,85	0,67	0,55	0,43

26

Resistencia Característica

$$\sigma = \sqrt{\frac{S^2 + S^2}{2}} = \sqrt{\frac{2S^2}{2}} = \sqrt{S^2} = S$$



27



Ejemplo (iii)

• Cálculo resultados

Zona	Lote	Serie	Consistencia	F _{rup}	X _{prom}	K ₂	r	f _{ck}
Cimentación	F1	1	60	Ok	38,5			
		2	30	Ok	31,0			
		3	40	Ok	29,5			

Tabla 86.5.4.3.a

Caso de control estadístico	Criterio de aceptación	Observaciones
Control de identificación		
2	$f(\bar{x}) = \bar{x} - K_2 \frac{s}{\sqrt{N}} \geq f_{ck}$	

Tabla 86.5.4.3.b

Coeficiente	Número de amasadas controladas (M)			
	3	4	5	6
K_2	1,02	0,82	0,72	0,66
K_3	0,85	0,67	0,55	0,43

¿Por que?

28



Toma de decisiones

- El control del hormigón, da como resultado un valor inferior al esperado y exigido por el proyecto. Art. 86.5.5.2 EHE donde

$$f_{c,real} \geq f_{ck}$$

$$23,1 \leq 25 \text{ Mpa}$$

- En el ejemplo da un valor muy próximo al mínimo, pero no obstante no supera la F_{ck} exigida.
- El resultado es por tanto, **no satisfactorio**.

29



Toma de decisiones

- En caso de central con distintivo de calidad, el resultado sería aceptable si:

$$\bar{x} - 1,645\sigma \geq 0,90f_{ck}$$

Donde:

\bar{x} = Valor medio del conjunto de valores que resulta al incorporar el resultado no conforme a los catorce resultados del control de producción que sean temporalmente más próximos al mismo, y

σ = Valor de la desviación típica correspondiente a la producción del tipo de hormigón suministrado, en N/mm², y certificado en su caso por el distintivo de calidad.

- Las decisiones derivadas del control de resistencia corresponden al **Director de la Obra**.

30

Q

Toma de decisiones

- **Decisiones derivadas del control**
 - Pliego de condiciones
 - Dirección Facultativa decide:
 - Aceptación, refuerzo o demolición de los elementos construidos con el hormigón del LOTE a partir de la información obtenida por aplicación gradual de los siguientes procedimientos
 - **Ensayos de información complementaria realizados por laboratorio**
 - En caso de confirmarse los resultados
 - Estudio específico de la seguridad de los elementos afectados por el hormigón del lote
 - La DF podrá ordenar ensayo de comportamiento estructural del elemento realmente construido mediante la realización de **pruebas de carga** (Art 101.2 EHE)

31

Q

Toma de decisiones

- **Procedimiento de actuación.**
 - Localizar zona de hormigonado correspondiente al lote controlado
 - Importancia de la localización de los lotes e identificación correcta en las actas de resultados
 - Aplicar el Art. 86.8 de la EHE sobre los ensayos de información complementaria del Hormigón.
 - a) *La fabricación y rotura de probetas...*
 - b) La rotura de **probetas testigo extraídas del hormigón endurecido**, conforme a UNE-EN 12390-3.
 - c) El empleo de métodos no destructivos fiables, como complemento de los anteriormente descritos y debidamente correlacionados con los mismos
 - a) Índice de rebote. **Esclerómetro**
 - b) Velocidad de propagación de **Ultrasonidos**

32

Q

Ensayos de información

- **Testigos de hormigón**
 - Situación de los testigos
 - Incidencia de las tareas de extracción de los testigos en la reducción de resistencia
- **Ensayos no destructivos normalizados**
 - Determinación del índice de rebote según la UNE-EN 12504-2
 - Velocidad de propagación de ultrasonidos según la UNE-EN 12504-4
- **Otros...**

33

Q

Ensayos de información

- **Estos mismos ensayos se pueden utilizar así mismo:**
 - Cuando no se dispone del suficiente número de resultados de control
 - Cuando existan dudas razonables sobre las condiciones de ejecución de obra posteriores a la fabricación de las probetas (transporte interno de obra, vertido, compactación y curado de hormigón).
 - ...
 - En estructuras **con síntomas de deterioro** o que han estado sometidas a determinadas acciones que podrían haber afectado a su capacidad resistente (sobrecargas excesivas, fuego, heladas, etc.).

34

Q

Ensayos de información

- **Estos mismos ensayos se pueden utilizar así mismo:**
 - Falta de información
 - En estructuras **con síntomas de deterioro**



35

Q

Ensayos de información

- **¿Tipo de ensayos?**
 - Testigos
 - Métodos no destructivos
- **¿Cuántos ensayos?**



36

Q

Numero de testigos de hormigón

Tabla 86.5.4.1

Tamaño máximo de los lotes de control de la resistencia, para hormigones sin distintivo de calidad oficialmente reconocido

Límite superior	TIPO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES		
	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a compresión (pilares, pilas, muros portantes, pilotes, etc.)	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a flexión (vigas, forjados de hormigón, tableros de puente, marco de contención, etc.)	Mazcos (zapatas, estribos de puente, bloques, etc.)
Volumen de hormigón	100 m³	100 m³	100 m³
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500 m²	1.000 m²	—
Número de plantas	2	2	—

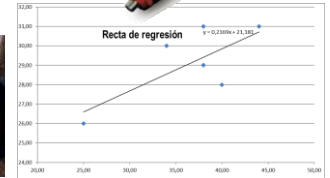
- Mínimo: 3 testigos (No reglamentario)
- Correlación con ensayos no destructivos

37

Q

Interpretación de resultados

- Resultados de los testigos de hormigón
 - Detección de armaduras
- Resultados de los ensayos no destructivos
- Correlación entre ambas



38

Q

Las pruebas de carga

- Art 101.2 EHE Pruebas de carga

Proyecto de prueba de carga.

- Pruebas de carga reglamentarias.
 - Pliego de condiciones
 - Exigencias reglamentarias
- Pruebas de carga como **información complementaria**.
- Pruebas de carga para evaluar la capacidad resistente.

39

Q

Las pruebas de carga

- Pruebas de carga como **información complementaria**.



40

Q

Incidencia de los resultados

- Incidencia en Pilares
 - Refuerzo con perfilería metálica
 - Refuerzo don fibras
 - Otros.
- Incidencia en Forjados
 - Etapa previa
 - Pruebas de servicio o de carga
 - Refuerzo



41

Q

Forjados de viguetas

42

Q

Ensayos en Forjados

- **Tipologías**
 - Tipos de forjado con hormigón
 - Forjados de viguetas.
 - In situ.
 - Cerámicos.
 - Forjados con vigas metálicas
 - Perfilera utilizada
 - Forjados de madera
 - Secciones resistentes
 - Estado actual

43

Q

Inspección de forjados

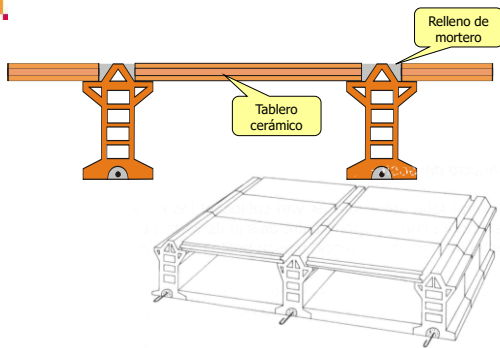
- Inspección de forjados mediante endoscopia para minimizar la afectación de pavimentos



44

Q

Forjados cerámicos



45

Q

Forjados cerámicos

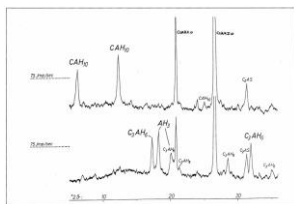


46

Q

Ensayos en forjados cerámicos

- **Determinación de presencia de cemento aluminoso**
 - Sulfatos
 - Fenoltaleína-Oxina
 - Carbonatación
 - Difracción de rayos X
- **Pruebas de carga**
 - UNE 7457:86

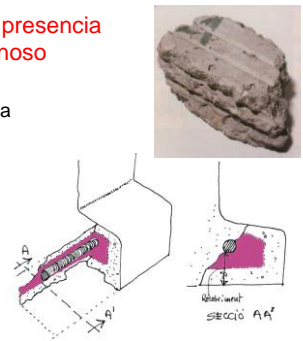


47

Q

Ensayos en forjados de viguetas de hormigón

- **Determinación de presencia de cemento aluminoso**
 - Sulfatos
 - Fenoltaleína-Oxina
 - Carbonatación
 - Difracción de rayos X



48

Q

Viguetas con cemento aluminoso



49

Q

Viguetas con cemento aluminoso



50

Q

Estructura metálica

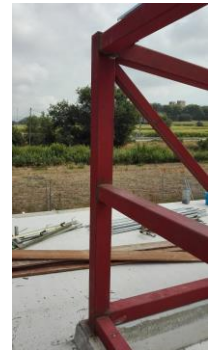
51

Q

Estructura metálica

- **Control de la estructura metálica**
 - Marcado CE de las estructuras y los perfiles empleados
 - Estructura: EN 1090-1
 - Perfiles EN 10025-1 y otras
 - Proyecto/planos de fabricación y montaje

CE



52

Q

Estructura metálica

- **Control de la estructura metálica**
 - Verificación del par de apriete de uniones roscadas
 - Soldadura
 - Radiografías
 - Líquidos penetrantes
 - Partículas magnéticas



53

Q

Forjado estructura metálica

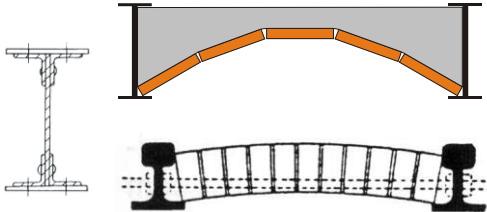
- **Estructura metálica existente en rehabilitación**
 - Caracterización de acero empleado
 - Soldadura
 - Estado de oxidación y corrosión
 - Deformaciones

54

Q

Forjado estructura metálica

- Tipos de elemento metálico
 - Caracterización de acero empleado
 - Composición química
 - Tensión-deformación
 - Deformaciones. Nivel laser



55

Q

Caracterización acero empleado



 BUREAU DE ORGANIZACIÓN, SOLDADURA Y ENSAYOS, S. L.
 Val Las Piedras, Bloque 5, Nave C-1, Polígono Industrial LES PEDRERES - 48390 MONTIQUAT
 Tel: 933 951 808 Fax: 933 950 355 e-mail: bose@boseelab.com www.boseelab.com
 Informe Nº / Report Nº: 48728.17 Hoja-File 2 - 2

ENSAYO TRACCIÓN / TENSILE TEST				UNE-EN-ISO-6892-1:2017-Método B			
Ensayo Test Nº	Probeta Dimensiones l ₀ mm b ₀ mm	Sección Circular S ₀ mm ²	Límite elástico R _e MPa	Resistencia a la tracción R _m MPa	Alargamiento Elongación L ₅₀ %	Alargamiento a ras de fibra 2%	
1	19 Ax10.3	199 R	404	797	65	8.5	-

Temperatura de Ensayo / Test Temperature = RT (RT = Temperatura Ambiente / Room Temperature)

Datos probeta / Specimen Data
 Tipo Probeta / Test type: P10mm
 Orientación: Longitudinal / Localización Probeta: Centro del ala respecto /
 Orientación: Longitudinal / Sample Location: Full Thickness
 Equipos Utilizados / Used Equipments: - Máquina Ensayos / Test Machine: 50 Tm. SHIMADZU Nº 72780
 - Calibrador / Caliber: MC-28, TEMA-GES/5009-2M4/2306
 - Extensómetro / Extensometer: MC-34, S.D.E. nº 8174
 Analista / Analyst: Carlos Sánchez

# ANALISIS QUÍMICO / CHEMICAL ANALYSIS																
Elemento	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	V	Al	N	Nb	Ti	Co	B
2	0.26	0.70	0.65	0.017	0.02	0.13	0.02	0.18	0.03	0.02	0.0059	0.01	0.01	0.03	0.0019	-

CEG: 4731
 DETERMINACIÓN CARBONO EFECTIVO EN % C_{EF} = % C + Mn/6 + Cr/5 + Ni/10 + Nb/10 + Ti/10 + B/10
 Equipos, Método de Análisis / Equipments, Analytical Method: MC-08, Espectrofotómetro de Emisión
 Analista / Analyst: Leandro Muela

56

Q

Caracterización acero empleado

- Clasificación de los aceros por su soldabilidad.
 - Atendiendo a la soldabilidad de los aceros, estos se pueden clasificar en:
 - Soldables: su contenido en carbono no excede del 0,25%.
 - Medianamente soldables: su contenido en carbono varía entre 0,25% y 0,4%.
 - Poco soldables: contienen carbono en porcentaje que va de 0,4% a 0,6%.
 - No soldables: son aquellos que tienen porcentajes de carbono superiores al 6%.

57

Q

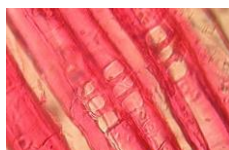
Estructuras de madera

58

Q

Estructuras de madera

- Microscopia
 - Determinación de la especie
 - Microtomo



59

Q

Equipos especiales de exploración

Ultrasonidos

- Eco
 - Único palpador emisor – receptor
 - Las interrupciones se representan en un osciloscopio
- Transmisión
 - Dos palpadores: emisor i receptor
 - Las interrupciones se detectan por diferencias de velocidad de paso de onda (densidad)
- Resonancia
 - A través de un emisor electrodinámico de oscilaciones, la madera se excita en su propia frecuencia
 - A partir de la frecuencia de resonancia, la densidad y las dimensiones se determinan las constantes elásticas (módulo de deformación)



60

Q

Equipos especiales de exploración

• Resistógrafo

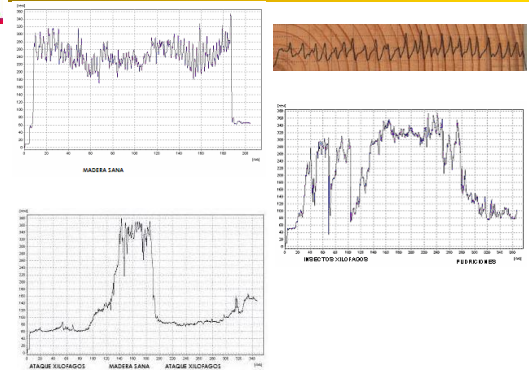
- Taladro mecánico que realiza una perforación de 3 mm y que evalúa la resistencia que ofrece la madera registrándola en una gráfica
- La resistencia se mide mediante el consumo de potencia del aparato
- La resistencia está relacionada con la densidad
- Les interrupciones se detectan por caídas de densidad



61

Q

Equipos especiales de exploración



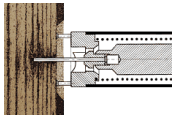
62

Q

Equipos especiales de exploración

• Medidor de densidad superficial

- Parecido al esclerómetro
- Muelle con una energía de 6 julios y barra circular de 2,5 mm de diámetro
- Se mide la penetración en la madera (máximo 40 mm)
- La penetración está relacionada con la densidad de la madera
- Solo permite la medida de la densidad de la superficie de la madera (punzón)



63

Q

Equipos especiales de exploración

• Gamma-densitometría

- Se utiliza para medir la densidad de la radiación emisora a través de una pieza conocida como su coeficiente de absorción, y se mide la energía recibida en el otro lado.
- Las interrupciones se detectan debido a las variaciones en la energía recibida



64

Q

Equipos especiales de exploración

• Fractómetro

- Aparato portátil que determina la tensión de ruptura a flexión y la energía de rotura de probetas de 5 mm de diámetro extraídas en dirección radial
- Las últimas versiones permiten obtener resistencia a la compresión
- Permite la detección de pudriciones incipientes en la madera

• Datación de madera

- Dendrocronología
 - A partir de un testigo cilíndrico en la dirección radial se determinan el número de anillos y se compara con los modelos absolutos dependiendo de la zona.
 - No es aplicable a las especies de anillos difusos (por ejemplo el chopo)
- Carbono 14
 - El grado de degradación del carbono 14 se mide en función de la radioactividad residual.
 - El límite de detección, por razones técnicas, es de 45.000 años

65

Q

Equipos especiales de exploración

• Detección acústica de insectos xilofagos

- El objetivo de la técnica es detectar la presencia de insectos xilofagos dentro de la madera en etapas tempranas en las que todavía no hay signos externos visibles.
- Se colocan captadores acústicos que transmiten la señal a un módulo de recepción amplificado que filtra y limita una determinada franja de frecuencias.
- La señal obtenida se digitaliza y se almacena en un DAT y luego se analiza informáticamente.
- Hasta ahora es útil para la detección de termitas y cerambícidos.
- Puede detectar la actividad hasta 2 m de distancia en la misma pieza.
- Es posible medir a través de yeso.



66

Q

Degradación elementos por ataque de xilofagos

- Punzon
- Taladro



67

Q

Estructura portante y muros

68

Q

Edificio ejemplo. Fase cerramientos



69

Q

Edificio ejemplo. Fase cerramientos



70

Q

Estructura vertical y muros

- Tipos de fábricas y aparejos empleados. Estado de conservación
- Tipos de morteros y piezas
 - Testigos de fabrica
 - Resistencia in situ. Gatos planos
 - Ensayos de mortero

71

Q

Estructura vertical y muros

- Control de fisuras y grietas
 - Sistemas indicativos
 - Testigos de yeso. Preparación, implantación, fechas
 - Testigos de cristal
 - Sistemas cuantitativos
 - Reglas plásticas
 - Fisurómetros
 - Bandas extensométricas
- Desplomes con nivel laser.
- Desplomes con topografía de precisión.

72

Q

Fisuras y grietas



73

Q

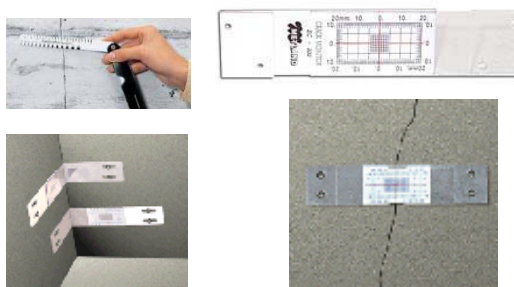
Fisuras y grietas



74

Q

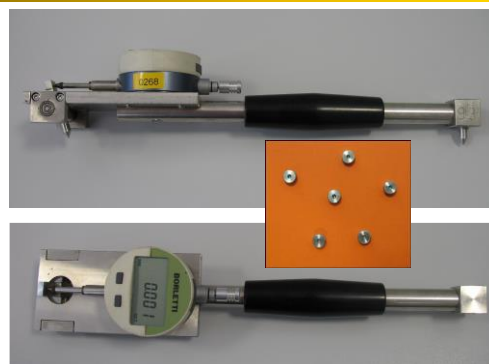
Fisuras y grietas



75

Q

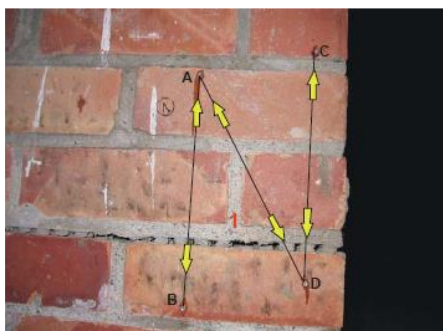
Fisuras y grietas



76

Q

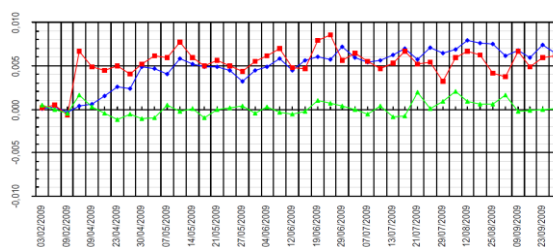
Fisuras y grietas



77

Q

Fisuras y grietas



78



Piezas de fábrica

- Marcado CE productos de construcción
- Ensayo de recepción de piezas cerámicas.
- ¿Resistencia mínima de la cerámica?



79



Morteros

- Marcado CE productos de construcción
- Ensayo de control de recepción de Morteros.



80



Testigo de muro de fábrica

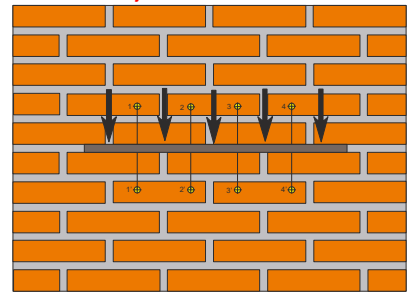


81



Tensión de trabajo

- Gatos planos para la determinación de la tensión de trabajo

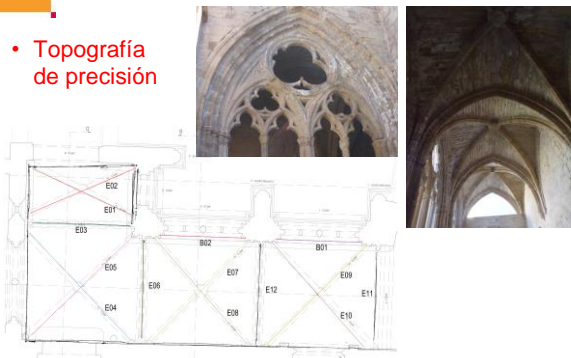


82



Estructura vertical y muros

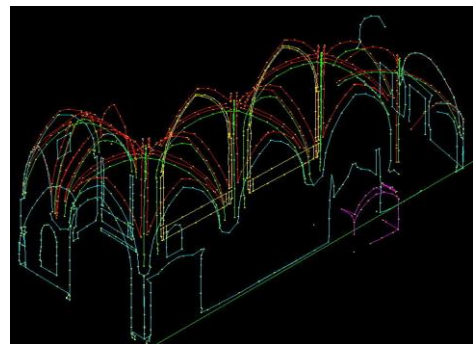
- Topografía de precisión



83



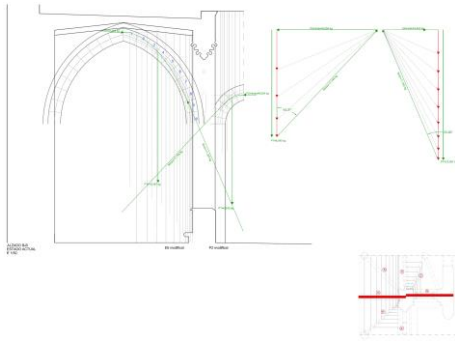
Estructura vertical y muros



84

Q

Estructura vertical y muros



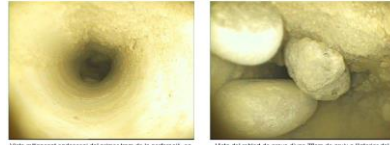
85

Q

Claustro Seu Vella de Lleida



Perforació realitzada al costat del nervi central sobre la cornisa, aproximadament a 50cm d'alçada respecte la rasant del pati exterior.



Vista mitjançant endoscopi del primer tram de la perforació, on s'observa un cantó de pedra d'una 20cm de gruix.

Vista del rebent de graia d'una 70cm de gruix a l'interior del contrafort 2-3.

- Perforación para endoscòpia y control de nivel con nivel laser.

86

Q

Seguimiento de movimientos

- Topografía làser de precisión



87

Q

Seguimiento de movimientos



88

Q

Seguimiento de movimientos



89

Q

Seguimiento de movimientos



90

Q

Seguimiento de movimientos



91

Q

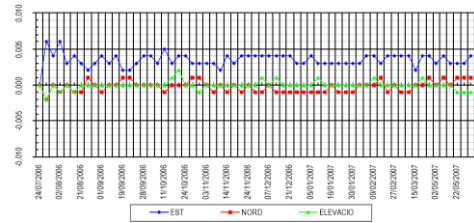
Seguimiento de movimientos

DADES PUNT Situació PuntSegon Ronda 37

Codi Punt	D03B	Tipus	Diana
Coord Est	302.361.570	Data implantació	24/07/2006
Coord Nord	4.611.827.569	Observada desde	Est_A
Coord Elevació	167.777		



GRÀFICS EVOLUCIÓ



92

Q

Ensayos y pruebas Cimentación

93

Q

Cimentación



94

Q

Edificio ejemplo. Asentamientos



95

Q

Ensayos en Cimentación

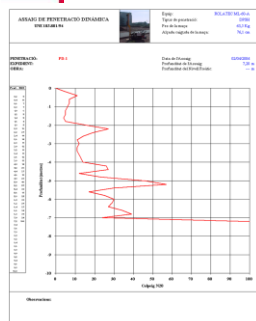


- Cata en el terreno mediante retroexcavadora

96



Ensayos en Cimentación



- Ejecución de un ensayo de penetración dinámica tipo DPSH

97



Ensayos en Cimentación

- Sondeo rotacional

98



Ensayos en Cimentación



- Otros ensayos
 - SPT
 - Presiometro
 - Ensayos de laboratorio
 - De identificación
 - De resistencia
 - De deformación
 - Químicos



99



Inspección de cimentación

- Cala en muro perimetral con cimentación del mismo grosor



100



Inspección de cimentación

- Cala en pilar sin cimentación



101



Ensayos y pruebas en cubiertas

102

- Ensayos segun tipo de cubierta.

- Plana
 - Estanqueidad por inundación
- Inclinada
 - Estanqueidad por aspersión
 - Verificación cerramientos y pendientes
- Red de evacuación
 - Estanqueidad por humo
 - Estanqueidad con agua
 - Estanqueidad por aire



103



104