



**PETICIONARIO:** BAU, S.L.

**Nº OBRA:** 06AH1159

**OBRA:** IMPRENTA BLASCO. PLAZA ECCE HOMO,8. ZARAGOZA

**ASUNTO:** ANALISIS ESTRUCTURAL

## **1.- ANTECEDENTES.**

El petitionerio solicita a Laboratorio de Ensayos Técnicos la realización de ensayos de información para caracterizar la estructura y determinar su estado actual, de la antigua Imprenta Blasco, que ocupa las plantas sótano y baja del edificio sito en plaza Ecce Homo nº 8 de Zaragoza.

Para ello se han llevado a cabo los trabajos detallados a continuación.

## **2.- ENSAYOS REALIZADOS.**

### **2.1- INSPECCION MEDIANTE ROZAS.**

Se realizan rozas en pilares, muros y forjados, en distintos puntos distribuidos a lo largo tanto de planta sótano como de planta baja.

Los muros están constituidos por fábrica de ladrillo macizo, rejuntada con mortero de cemento, salvo el muro que delimita el recinto cerrado situado en el centro del edificio en planta sótano, que es de hormigón.

En general la fábrica de ladrillo presenta buen estado, aunque hay zonas de los muros perimetrales con huellas de abundante humedad, que a pesar de todo no parecen haber afectado a la integridad estos muros.

Los pilares son de hormigón armado en ambas plantas. Se realizan ultrasonidos en el 100 % de los pilares accesibles, cuyos resultados se indican en el siguiente apartado.



Respecto a los forjados, el de planta sótano lo conforman vigas y viguetas de hormigón armado. Se analizan una viga y una vigueta, como representativas de la tipología del forjado, obteniendo los siguientes resultados:

- Viga. Dimensiones de 45 de canto (20 cm cuelgue + 20 cm vigueta + 5 cm compresión), 22 cm de ancho y 350 cm de luz y armado en positivo de 4 redondos lisos  $\varnothing$  16.
- Vigueta. Dimensiones de 25 cm de canto (20 vigueta + 5 compresión), 12 cm de ancho y 440 cm de luz, dispuestas cada 70 cm. Armado en positivo de 1 redondo liso  $\varnothing$  18.
- Capa de compresión. 5 cm de espesor y armado de redondos lisos  $\varnothing$  6 cada 20 cm.

El forjado de planta baja lo conforman vigas de hormigón armado y viguetas de madera. Al igual que para el forjado de planta sótano, se analizan una viga y una vigueta, como representativas de la tipología del forjado, obteniendo los siguientes resultados:

- Viga. Dimensiones de 26 cm de canto, 21 cm de ancho, 330 cm de luz y armado en positivo de 4 redondos lisos  $\varnothing$  16.
- Vigueta. Dimensiones de 22 de canto, 11 de ancho y 550 cm de luz, dispuestas cada 50 cm.
- Capa compresión. No existe capa de compresión, sino que sobre las viguetas de madera se sitúan *rasillas* cerámicas por encima de las que aparece mortero.

## 2.2- VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DE ULTRASONIDOS.

El ensayo se realiza empleando un equipo KRAUTKRAMER BIP IV, enfrentando dos palpadores con una vibración de 40-50 kHz, a través de la sección a estudiar.



El equipo mide el tiempo de propagación de las ondas ultrasónicas en el hormigón, desde el palpador emisor al receptor.

Se realizan medidas en tres medidas a distintas alturas en cada pilar de ambas plantas, obteniéndose los siguientes resultados:

PILARES SÓTANO		
Pilar (Ver croquis)	Zona del pilar	Velocidad de Ultrasonidos ( $\mu$ s)
P1	Superior	4,07
	Medio	4,02
	Inferior	3,82
P2	Superior	3,52
	Medio	3,80
	Inferior	3,91
P3	Superior	2,92
	Medio	3,01
	Inferior	2,91
P4	Superior	3,91
	Medio	3,88
	Inferior	4,12
P5	Superior	3,87
	Medio	3,97
	Inferior	3,91
P6	Superior	3,73
	Medio	3,72
	Inferior	3,86
P7	Superior	4,35
	Medio	4,25
	Inferior	4,40
P8	Superior	3,79
	Medio	4,07
	Inferior	4,35
P9	Superior	3,39
	Medio	3,27
	Inferior	3,33
P10	Superior	-
	Medio	-
	Inferior	4,04



PILARES PLANTA BAJA		
Pilar (Ver croquis)	Zona del pilar	Velocidad de ultrasonidos ( $\mu$ s)
P11	Superior	3,74
	Medio	3,76
	Inferior	3,87
P12	Superior	3,54
	Medio	3,85
	Inferior	3,92
P13	Superior	3,90
	Medio	3,97
	Inferior	-
P14	Superior	3,97
	Medio	3,89
	Inferior	-
P15	Superior	*
	Medio	
	Inferior	
P16	Superior	3,69
	Medio	3,72
	Inferior	3,48
P17	Superior	3,98
	Medio	3,99
	Inferior	4,26
P18	Superior	3,44
	Medio	3,51
	Inferior	-
P19	Superior	2,73
	Medio	2,44
	Inferior	-
P20	Superior	3,89
	Medio	3,51
	Inferior	3,64
P21	Superior	3,56
	Medio	3,09
	Inferior	3,46

\* Se observa que este pilar no es de hormigón armado, sino que presenta una estructura metálica en una de sus caras, pero no se detecta armadura.



### 3.- CALCULOS.

Con los datos obtenidos, en cuanto al dimensionamiento existente, armado de los elementos de hormigón, considerando una resistencia del hormigón, muy conservadora, de  $175 \text{ kp/cm}^2$  y teniendo en cuenta un control estadístico de  $\gamma_{ck} = 1,50$ ;  $\gamma_{yk} = 1,51$ , se realiza unas comprobaciones teniendo en cuenta los siguientes criterios:

#### A/ ACCIONES CARACTERÍSTICAS.

En primer lugar se establecen las acciones características que van a actuar en dicha estructura, que se han calculado de acuerdo a la Norma Básica de la Edificación NBE-AE/88 y del Proyecto de Ejecución suministrado.

De acuerdo a la Norma NBE-AE/88. Acciones en la Edificación, estas acciones son las siguientes:

#### FORJADO TECHO PLANTA SÓTANO.

##### Peso Propio:

Forjado .....	250 $\text{kp/m}^2$
Pavimento .....	100 $\text{kp/m}^2$
<b>PESO PROPIO .....</b>	<b>350 <math>\text{kp/m}^2</math></b>

##### Sobrecargas:

Sobrecarga de uso .....	300 $\text{kp/m}^2$
Tabiquería .....	100 $\text{kp/m}^2$
<b>SOBRECARGAS .....</b>	<b>400 <math>\text{kp/m}^2</math></b>

**TOTAL ..... 750  $\text{kp/m}^2$**



## FORJADO TECHO PLANTA BAJA.

### Peso Propio:

Estructura.....	50 kp/m <sup>2</sup>
Pavimento .....	100 kp/m <sup>2</sup>
<b>PESO PROPIO .....</b>	<b>150 kp/m<sup>2</sup></b>

### Sobrecargas:

Sobrecarga de uso.....	200 kp/m <sup>2</sup>
<b>SOBRECARGAS.....</b>	<b>200 kp/m<sup>2</sup></b>

**TOTAL .....** 350 kp/m<sup>2</sup>

## B/ COMPROBACIONES REALIZADAS.

### FORJADO TECHO PLANTA SÓTANO

#### VIGA DE HORMIGÓN EN TECHO PLANTA SÓTANO.

Con los datos comprobados, considerando que no tiene armadura negativa y con la hipótesis de cálculo realizada, muy conservadora, se obtiene un coeficiente de seguridad de **2,23**, lo que indica que la jácena va sobrada para una sobrecarga de 300 kp/m<sup>2</sup>.

No obstante, si se ubican máquinas pesadas en puntos determinados, sería conveniente recalcular la zona o predeterminar zonas de refuerzo, para repartir la carga o por si fuera necesario reforzar algunas jácenas y/o viguetas.

#### VIGUETA DE HORMIGÓN EN TECHO PLANTA SÓTANO.

En cuanto a la vigueta comprobada de 12 x 25 cm de sección y una armadura de 1φ18 (~2,575 cm<sup>2</sup>) se obtiene un coeficiente de seguridad de 1,90, que cumple la actual normativa vigente, que indica que el coeficiente de seguridad debe ser superior a 1,60.



## FORJADO TECHO PLANTA BAJA.

### VIGA DE HORMIGÓN EN TECHO PLANTA BAJA.

Con los datos comprobados, considerando una viga de dimensiones 21 x 26 cm, para una luz de 330 cm, sin armadura negativa, se obtiene un coeficiente de seguridad de , por lo que la viga soporta perfectamente las cargas a las que está sometida.

No obstante, como las cargas son los de las viviendas situadas encima, no se puede conocer si existen elementos pesados que no se hayan detectado.

### VIGUETA EN TECHO PLANTA SÓTANO.

En cuanto a la vigueta comprobada de 11 x 22 cm de sección, se realiza una comprobación de cálculo, obteniendo que las tensiones calculadas son inferiores a los límites elásticos, calculados.

## **4.- CONCLUSIONES.**

De los datos obtenidos de la estructura mencionada cabe destacar los siguientes aspectos:

### **A/ INSPECCIÓN.**

El estado general de la estructura es bueno, tanto de los muros de fábrica de ladrillo macizo, como de los elementos de hormigón armado y las vigas de madera.

A pesar de las amplias huellas de humedad, especialmente en muros de ladrillo y forjado en torno al patio interior, ni la fábrica de ladrillo, ni los elementos de forjado que apoyan sobre esta parecen estar muy afectados actualmente por la abundante humedad presente.



Tan solo los elementos del forjado en torno al patio interior se observan afectados de manera importante por la presencia de agua, especialmente una viga (indicada en el plano del anexo I), que presenta una pérdida considerable de recubrimiento por corrosión de armadura, apreciándose en los redondos de acero cierta pérdida de sección.

## B/ ENSAYOS CON ULTRASONIDOS.

Las velocidades de propagación de ultrasonidos obtenidas no pueden contrastarse con datos reales de resistencia del hormigón, ya que se carece de resultados de ensayos destructivos. A este respecto, la norma UNE 83308:1986, recomienda no realizar estimaciones de la resistencia del hormigón únicamente con los datos de ultrasonidos.

De todos modos, podemos realizar una estimación empírica de la resistencia del hormigón, basada en los datos experimentales acumulados a lo largo del tiempo, tratados estadísticamente según los elementos hormigonados, tipología y condiciones de curado del hormigón.

Por tanto, se puede hacer una estimación, de forma que para una velocidad de 3 km/s, la resistencia del hormigón es al menos de 100 kp/cm<sup>2</sup>.

Todos los pilares cuya velocidad de propagación sea superior a 3,5 km/s podrían aceptarse, pues tendrían una resistencia de aproximadamente entre 175 Kp/cm<sup>2</sup> y 200 Kp/cm<sup>2</sup>.

Los pilares que no llegan a estos resultados, es decir, P-3, P-19, e incluso el P-21, se recomienda reforzarlos con cuatro angulares L100.10 y presillas de 25x10x8 mm, colocadas cada 40 cm, colocando un angular superior y otro inferior para solucionar la transferencias de cargas, teniendo en cuenta que la carga deberá ser soportada exclusivamente por los perfiles metálicos, despreciando la capacidad portante del hormigón.





## C/ CÁLCULOS.

De los cálculos realizados se deduce que los elementos comprobados pueden soportar correctamente las cargas a que están sometidos, suponiendo una sobrecarga de uso de  $300 \text{ Kp/cm}^2$  para el forjado de planta sótano y de  $200 \text{ Kp/cm}^2$  en el caso del forjado de planta baja.

## D/ ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA.

Ya se ha comentado que, a pesar de observarse huellas de abundantes humedades, los elementos de hormigón armado no presentan un avanzado estado de carbonatación, ni corrosión intensa de armaduras.

Para evitar que en el futuro se puedan desarrollar estos procesos, llegando a ocasionar una patología grave en la estructura de hormigón armado, es evidente que debe solucionarse el problema de humedad actual.

En el caso de elementos que presenten indicios de corrosión de armaduras, como fisuraciones, agrietamientos, o pérdidas de recubrimiento, se recomienda llevar a cabo las siguientes acciones:

- 1.- Eliminación del hormigón alterado y carbonatado hasta el reverso de las armaduras, en una distancia mínima de 20 mm, por detrás para permitir su limpieza, demoliendo y saneando las zonas de hormigón fisuradas, que indiquen la existencia de armaduras corroídas y corra peligro de caída.
- 2.- Limpieza de las armaduras oxidadas con chorro de arena o cepillo de alambre, hasta conseguir un grado  $S_A 2$  según la norma ISO 8501-1/ISO 12944-4. Este es un paso muy importante, pues está comprobado que las reparaciones realizadas sobre armados con óxido no son efectivas a largo plazo, por acelerarse la corrosión en las zonas de armaduras que no se han saneado y limpiado adecuadamente.



- 3.- Sellado de fisuras del núcleo de hormigón (si existen) mediante resinas inyectadas.
- 4.- Aplicación de un puente de unión sobre el hormigón y la armadura, para facilitar la adherencia del material de reparación. Se recomienda el uso de una resina de epoxi fluida, que es fácilmente aplicable mediante brocha tipo **LANKO 533** o **LANKO 760 (Texland PR)** de **TEXA MORTEROS** o similar.
- 5.- Aplicación del material de reparación. Existen en el mercado una amplia gama de productos de base orgánica (epoxi, poliuretanos o poliésteres) o inorgánica (morteros y hormigones tradicionales y no tradicionales), o materiales mixtos como el mortero de reparación **LANKO 723 (Epokol ZI)** de **TEXA MORTEROS** o similar, para espesores no mayores de 50 mm y el **LANKO 701** o **782** que son micro-hormigones.
- 6.- Todos los productos que se empleen deberán acreditarse mediante la aportación de la ficha técnica del fabricante y la de un certificado del representante o distribuidor del producto que indique la idoneidad del mismo para la realización del trabajo indicado.

Zaragoza, 21 de Noviembre de 2.006

Director Área de Edificación  
Juan F. **Navarro Campos**  
Arquitecto

Vº Bº del Director  
Javier **PRATS RIVERA**  
Ingeniero de Caminos