

## **CAPÍTULO 4. ENSAYOS REALIZADOS**

### **4.1 Introducción**

Para comprobar si el mortero con adición de fangos secos de las depuradoras de Montornés y Sabadell es utilizable en determinadas aplicaciones en el ramo de la construcción, especialmente en contacto con el agua de mar, se han hecho unos ensayos que determinarán su resistencia mecánica a compresión y a flexotracción de todas las probetas fabricadas y con curado tanto en agua dulce como salada.

En este capítulo se va a explicar cuales son los ensayos realizados para determinar las resistencias características de los morteros en cuestión y la metodología utilizada para la realización de los mismos.

Se debe remarcar que aunque los ensayos no son muy numerosos, solamente se ha realizado el ensayo de resistencia a compresión y el de resistencia mecánica a flexotracción, sí que lo son el número de probetas a ensayar, por eso tenemos un total de 378 ensayos, de los cuales 126 para obtener las resistencias a flexotracción y otros 252 para obtener las resistencias a compresión.

### **4.2 Características Mecánicas**

Las características mecánicas a estudiar son:

1. La resistencia mecánica a compresión y,
2. La resistencia mecánica a flexotracción.

Estos ensayos se han realizado siguiendo las recomendaciones de la Norma Española UNE 80-101-88 [14], correspondientes a la Norma Europea EN 196-1 –primera edición de mayo de 1997 [15].

Tanto para la medición de la resistencia a compresión como para la de la resistencia a flexotracción se ha usado la misma prensa del Laboratorio de Materiales de Construcción de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona.

Para la realización de los estudios que tratamos, se han de romper todas y cada una de las probetas a flexotracción, de esta manera quedan todas ellas partidas por la mitad, así podemos hacer los ensayos a compresión de cada una de estas mitades, consiguiendo un mayor número de ensayos y un resultado más fiable y representativo.

#### **4.2.1 Resistencia a Compresión**

El hormigón resiste tanto sollicitaciones a compresión como a tracción y flexión, pero es la resistencia a compresión la que destaca y por la que se usa tanto este material en la construcción. Por este motivo, y sin quitar importancia al resto de los ensayos realizados, se considera que éste es el más importante, y del que saldrán las conclusiones más importantes.

El hormigón no es un material perfectamente estable y con unas características completamente definidas, sino que éstas dependen de los materiales usados para su fabricación, dosificación y el amasado, por ese motivo se harán todos los ensayos sobre las tres probetas fabricadas en el mismo momento y con la misma mezcla y amasada. Tomaremos como valor válido de resistencia la media del resultado de los seis ensayos siempre que no haya excesiva dispersión entre los mismos, la cual cosa indicaría un error en la fabricación y se tendría que repetir ésta. Como resultado malo (dispersión entre los resultados demasiado grande) se considera una diferencia de resistencia entre ellas del 10%.

El ensayo de Resistencia a Compresión, como ya he comentado antes, se realiza sobre las dos mitades resultantes después de haber roto todas las probetas a flexión como puede verse en la *figura 4.1*.

**Figura 4. 1: Rotura de una probeta en el ensayo de resistencia a flexotracción.**

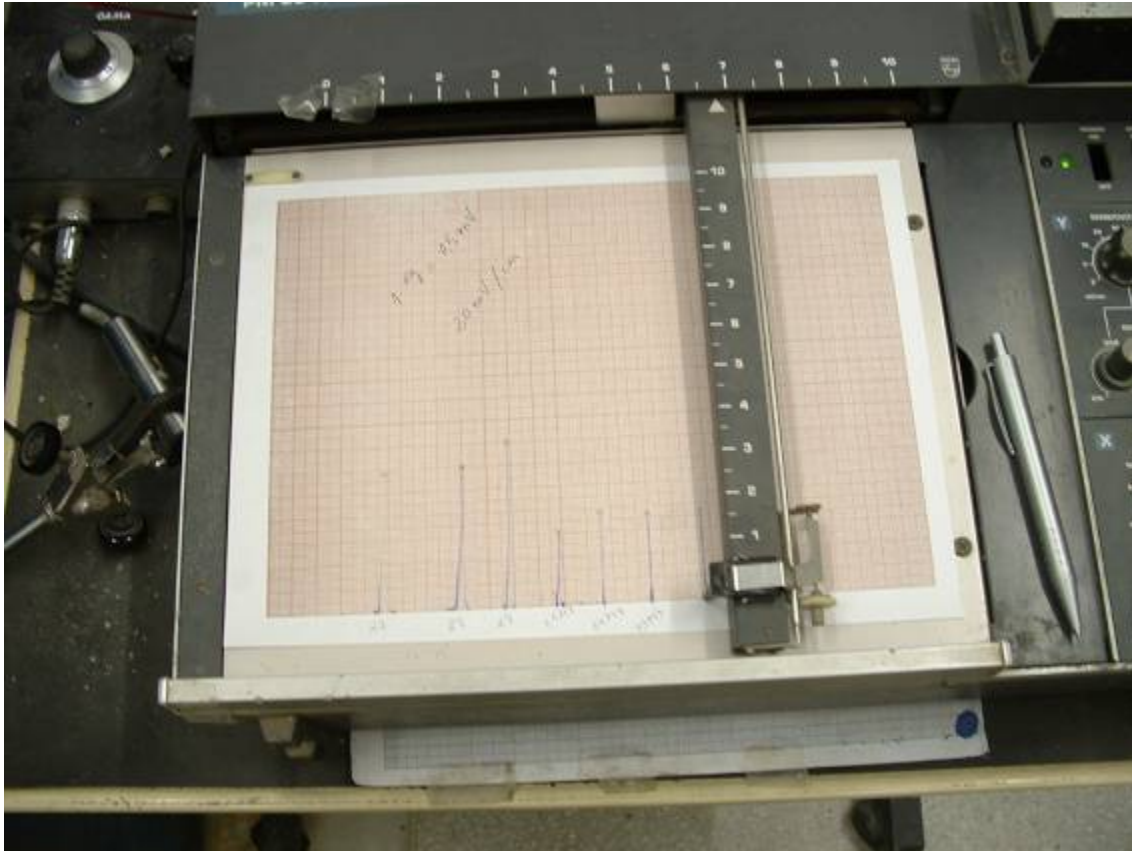


Los resultados obtenidos se han comparado y estudiado en función de los diferentes parámetros y variables que tenemos: la concentración de lodos añadidos, el tipo y/o tiempo de curado y la procedencia de los lodos.

Como resultado de los ensayos la prensa del laboratorio de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona dibuja unos gráficos en papel milimetrado como los que se ven en la siguiente *figura 4.2*. La prensa traza unas líneas, cuya longitud nos indica la resistencia de rotura en función de la escala que hayamos escogido. Para el caso de la resistencia a compresión esta escala ha variado desde los 200 Kg./cm. para las probetas con adición del 10% de lodos curadas a 7 días, hasta los

1.000 Kg./cm. para probetas de referencia (sin adición alguna de lodos) curadas a 90 días, en cambio en la resistencia a flexión la escala a variado entre los 20 y 40 kg./cm.

**Figura 4. 2. Hoja de resultados para los ensayos de rotura**



Una vez tenemos esta hoja, por supuesto, hemos de medir la longitud de las líneas que nos marcan la fuerza realizada por la prensa y, en el caso de la compresión, dividir esta fuerza por la superficie sobre la que se aplica  $4 \times 4 \text{ cm.}$ , es decir  $16 \text{ cm.}^2$  ( $0.016 \text{ m.}^2$ ). Con esta simple operación tenemos la resistencia a compresión en  $\text{kg./cm.}^2$ , haciendo la conversión correspondiente (dividiendo por diez) tendremos el resultado en  $\text{MPa.}$ , medida de presión aceptada y usada por el Sistema Internacional.

Con estas resistencias en  $\text{Mpa}$  es con las que hemos trabajado en esta tesina y con las que se han hecho todos los gráficos de resultados que se detallan y comentan en el capítulo siguiente.

Todos estos datos de resistencia los introduciremos en una hoja de Excel a partir de la cual obtendremos unos gráficos que nos harán más fácil el estudio e interpretación de los mismos.

Los gráficos que queremos estudiar son los que nos muestran la variación de la resistencia con la edad de las probetas, comparando probetas con diferente porcentaje de lodos adicionados, con lodos de procedencia diferente y según curado en agua dulce o agua de mar y así todas las comparaciones posibles para tener en cuenta todas las variables posibles sacando el máximo partido a los ensayos y probetas fabricadas.