PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION EN ESPAÑA: APROXIMACION ESTADISTICA*

(THE PATHOLOGY OF CONSTRUCTION IN SPAIN: A STATISTICAL APPROACH)

José Antonio Vieitez Chamosa, Dr. Ingeniero Industrial José Luis Ramírez Ortiz, Dr. Ingeniero Industrial

Cátedra de Estructuras. Escuela Superior de Ingenieros Industriales de Bilbao Universidad del País Vasco

(477-2)

RESUMEN

En el presente trabajo se muestra el resultado de la recopilación de un conjunto de 586 informes de obras con lesiones en su estructura y/o en los cerramientos, que sirve de base para un detallado análisis estadístico, a través del que queda reflejada la contribución de cada una de las causas posibles de las lesiones a la problemática de la patología estructural en España.

Las conclusiones y consideraciones finales resumen los resultados a que se ha llegado, después de compararlos con estadísticas de diversos países europeos, y a la luz de todo ello se comenta la situación del proceso constructivo en España y la problemática que se aprecia.

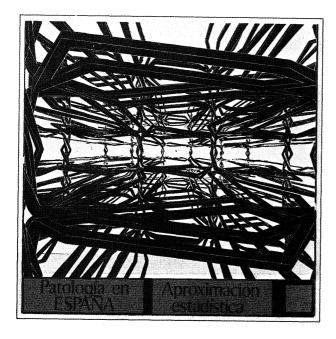
Adicionalmente se dan algunos resultados relativos al País Vasco, deducidos del análisis de 116 casos correspondientes a dicha área dentro del conjunto general.

SUMMARY

This study shows the result of a set of 586 reports which have been compiled on constructions with damage in their structure and/or their partitions, providing a basis for a detailed statistical analysis. Through this analysis the way in which each of the possible causes of damage contributes to the problems of structural pathology in Spain is revealed.

The results obtained are summarised in the conclusions and final considerations, after comparison with statistics from various European countries and, in the light of this, comments are made on the state of the building process in Spain and the problems observed.

Some results concerning the Basque Country are also provided, which have been deduced from the analysis of 116 cases corresponding to this region within the general framework.



El presente artículo es un pequeño resumen de la Tesis Doctoral realizada bajo el mismo título por don José Antonio Vieltez Chamosa. Se desea expresar el agradecimiento al Instituto Eduardo Torroja, a INTEMAC y LABEIN que han posibilitado la toma de datos de sus archivos sin lo que no hubiera podido realizarse este trabajo.

0. INTRODUCCION

Los problemas de aparición de lesiones en la construcción comienzan en la propia fase de ejecución. Una vez concluida la obra hay un período de tiempo, que diversos autores sitúan entre 7 y 10 años, durante el cual se producen manifestaciones patológicas que generalmente se deben a defectos derivados de la fase de construcción. Es a partir del período decenal cuando se puede hablar, además, de otros efectos derivados de acciones naturales, envejecimiento de materiales, utilización y falta de conservación.

El estudio de las razones de los fallos en las construcciones es una práctica habitual que se viene realizando en los países de nuestro entorno cultural por entidades públicas y privadas. En nuestro país dicho estudio se canaliza fundamentalmente a través de los informes sobre lesiones que realizan las organizaciones y laboratorios de control a petición de entidades públicas, privadas o particulares, afectados por algún problema de este tipo; en consecuencia el vehículo de información sobre estos temas se limita a la relación entre el peticionario y la entidad de control.

Es obvio el interés que encierra en cualquier país conocer datos de sus obras lesionadas, determinar las posibles causas y extraer las oportunas conclusiones en orden a mejorar la calidad de la construcción. Las estadísticas sobre patología, elaboradas a partir de la recopilación de casos concretos de lesiones, son un buen medio para poner de manifiesto dónde pueden estar los fallos, las posibles causas y los remedios.

En Europa se han realizado algunos trabajos estadísticos sobre patología de las construcciones, sobre todo en la última década, pero en España, creemos, no existe prácticamente información alguna publicada sobre esta materia. El interés que tiene para nosotros conocer esta problemática es evidente, sobre todo teniendo en cuenta la impresión generalizada en amplios sectores de nuestra sociedad, de que la calidad de la construcción en nuestro país aunque va mejorando, todavía presenta deficiencias notables.

Además, las repercusiones en el ámbito económico que estudios de este tipo pueden reportar, pueden ser importantes, al incidir en la mejora de calidad de materiales, del proceso constructivo y de la propia calidad de los proyectos, sin despreciar el ahorro que se obtendría evitando costosas reparaciones, que en algunos casos han de constituir un refuerzo generalizado del edificio, o en otros una demolición prematura.

1. PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO REALIZADO

Son muy diversas las patologías dentro del complejo mundo de la construcción y por lo tanto ha sido preciso limitar el ámbito del estudio.

Después de analizar los distintos tipos estructurales y las distintas variables presentes, este trabajo se ha centrado exclusivamente en la patología de determinadas estructuras y de sus cerramientos.

En cuanto a formas estructurales se han considerado los edificios de viviendas, industriales, comerciales, etc. y, habida cuenta de un comportamiento semejante en cuanto a manifestaciones patológicas, los muros de contención, puentes, etc. Han quedado descartados de este colectivo las carreteras, autopistas, obras de tierra, etc. con problemática propia no comparable con las anteriores.

En lo referente a materiales se han contemplado fundamentalmente el hormigón armado, perfiles metálicos, morteros, elementos cerámicos y otros tipos de fábrica como los bloques de hormigón, piedras naturales y artificiales, plaqueta, etc.

Aunque merecedores de estudio detallado por la frecuencia con que lamentablemente crean

problemas, no se han tenido en cuenta las lesiones en instalaciones y equipo técnico en general, en las distribuciones de agua, en la red de calefacción, en los saneamientos, etc. Tampoco se han considerado los daños derivados de acciones violentas e imprevisibles como los producidos por incendios, explosiones, impactos o las alteraciones fisicoquímicas producidas por el envejecimiento con el tiempo que se traducen en cambios de color o aspecto.

Seleccionado el colectivo de obras a estudiar, y fijado el ámbito de análisis dentro del mismo, se procedió a establecer unos límites en el tiempo, dentro de los cuales se debería tomar la muestra. Se eligió como período los últimos quince años comprendidos entre 1969 y 1983, por considerarlo suficientemente amplio para poder ver con claridad la evolución de los comportamientos patológicos en nuestro país, que han sido objeto de consulta y estudio.

En algunos países europeos existen diversos trabajos sobre patología. Se da en ellos, sin embargo, una gran dispersión en cuanto a la extensión en el tiempo y fechas de las muestras, en cuanto a los tipos de obras incluidas en el colectivo, y en cuanto a las partes de la edificación contempladas. Además la metodología de trabajo empleada es diversa y en consecuencia las comparaciones entre diversas estadísticas resultan problemáticas. A pesar de todo ello estimamos de utilidad el estudio realizado, y sugerente la comparación de los resultados referidos a España con respecto a las estadísticas disponibles.

2. OBTENCION DE DATOS SOBRE PATOLOGIA

En aquellos países donde el seguro de la construcción está muy extendido y es utilizado por todos los que participan en el proceso constructivo, desde el autor del proyecto hasta el usuario, existen recopilados numerosos informes de diversos tipos de patología, que se encuentran en poder de las administraciones públicas y otras entidades públicas y privadas y, sobre todo, de las compañías de seguros.

En España, el seguro de la construcción es todavía escasamente utilizado por el potencial usuario y referido a unos problemas muy concretos, por lo que no puede servir de banco de datos para un estudio como el que hemos abordado.

Las fuentes principales de datos de patología en nuestro país se encuentran en las entidades y laboratorios de ensayos y control de obra. Aunque existen abundantes laboratorios de este tipo, sólo un grupo reducido tiene capacidad técnica disponible para realizar de forma sistemática informes de patología estructural con una

producción anual abundante. Tres de los más importantes por el volumen de trabajo realizado, son precisamente los que se han consultado para la realización del presente trabajo permitiendo la obtención de un colectivo de 586 casos.

Los informes analizados constituyen con todo una pequeña parte del conjunto de obras con lesiones en nuestro país. Creemos que la muestra es suficientemente representativa en el ámbito de los daños en estructuras y cerramientos que es el que se contempla, pero sus resultados deben ser valorados con cautela sin querer sacar conclusiones con un grado de confianza muy elevado.

La obtención de datos de patología de estructuras en nuestro país presentó una evidente dificultad, dado que los informes a consultar poseen carácter confidencial. Por ello no fue posible ningún tipo de copia o transcripción directa de la información contenida en los expedientes de patología, debiéndose recurrir a un sistema indirecto muy laborioso pero que se reveló imprescindible para recolectar los abundantes datos necesarios. El sistema consistió en grabar en cinta magnética aquellas partes fundamentales de los expedientes, sobre todo las referentes al tipo de obra, naturaleza de la estructura, localización de daños, manifestación de los mismos, causas, y acciones fisicoquímicas origen de las lesiones.

La información grabada en cinta de cada informe, fue preciso transcribirla integramente atribuyendo a cada expediente un número de referencia arbitrario al objeto de clasificarlo para ser posteriormente localizado con facilidad.

De los informes de patología consultados, se desecharon aquellos casos situados fuera del ámbito elegido que ya se mencionó anteriormente. El colectivo resultante quedó constituido finalmente por 586 casos registrados en una longitud de grabación de 45 horas.

Las entidades de control seleccionadas para la obtención de informes fueron el Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y el Cemento de Madrid (IETcc), el Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC) de Madrid y los Laboratorios de Ensayos e Investigaciones Industriales «L. J. Torrontegui» (LABEIN) de Bilbao.

3. TRATAMIENTO DE LOS DATOS

El tratamiento de la información debe resultar lo más objetivo posible y por ello se tomó como base metodológica para el análisis de la información un cuestionario experimentado, tal como el propuesto por el C.E.B. en su reunión de Budapest de junio de 1980.

Se han establecido un total de 11 campos para

definir y clasificar los problemas patológicos; estos campos son:

- 1. Tipo de obra
- 2. Naturaleza de la estructura
- 3. Localización de lesiones
- 4. Manifestación de lesiones
- 5. Causas de lesiones
- 6. Origen de lesiones
- 7. Ambiente en que está la obra
- 8. Estimación de costos de reparación
- 9. Fecha de inspección
- Edad de la obra en el momento de la inspección
- 11. Referencia

Una vez definidos los campos se procedió a analizar los informes mencionados, determinando para cada uno de ellos su modo de contribución en cada campo. De esta forma resultaron las siguientes poblaciones dentro de cada campo:

1. Tipo de obra

Vivienda, oficina, comercial, enseñanza, puente, etcétera.

2. Naturaleza de la estructura

Hormigón armado, mixta, forjado bidireccional, metálica, etc.

3. Localización de lesiones

Forjado, viga, pilar, cimentación, cubierta, cerramiento, tabiquería, etc.

4. Manifestaciones

Fisuras, grietas, hundimientos, baja resistencia del hormigón, falta de estanquidad, deformación excesiva, etc.

5. Causas de lesiones

Proyecto, ejecución, materiales, utilización y mantenimiento, acciones físicas naturales e imprevisibles.

6. Origen de lesiones

Cargas, climatología, higrotérmico, retracción, acción química.

7. Ambiente de la obra

Seco, caluroso, húmedo, agresivo, etc.

8. Costo de reparación

Ruina, refuerzo, pequeñas reparaciones.

9. Fecha de inspección

Diversa.

Edad de la obra en el momento de la inspección

Menor que 2 años, que 5, que 10.

11. Referencia

Clave numérica.

Al objeto de analizar con mayor facilidad los datos de los expedientes vertidos en los 11 campos ya mencionados se procedió a su estudio informatizado mediante una base de datos de patología elaborada expresamente para el tratamiento estadístico. Dicha base de datos ha sido confeccionada intencionadamente en lenguaje BASIC, empleando un sistema de ficheros, por tratarse de un sistema flexible y abierto que permite ampliar, cambiar o intercalar nuevos datos o campos sin tener que rehacer el programa. De hecho se ha previsto la ampliación a 15 campos en el propio listado de datos de entrada con la denominación de campo «libre». La población de los campos se puede ampliar cuanto sea preciso sin más que la introducción en el programa de los DATAS correspondientes.

Para un más fácil acceso a las distintas partes del programa se ha dividido en 11 apartados a saber:

- 1. Introducir datos
- 2. Búsqueda por un solo campo
- 3. Búsqueda por más de un campo
- 4. Modificar una ficha
- 5. Listar todas las fichas
- 6. Estadística A
- 7. Estadística B
- 8. Estadística C
- 9. Estadística D
- 10. Estadística Completa
- 11. Estadística del País Vasco

El primer apartado «Introducir datos», contiene un programa para almacenar todos los datos extraídos de los informes. A cada uno de estos informes introducidos en los 11 campos se le reconoce con el nombre de «Ficha». En consecuencia existen 586 fichas. A modo de ejemplo se reproduce a continuación una ficha tipo:

Ficha número 164

Tipo de obra ENSEÑANZA
Naturaleza de la estructura MX
Localización de lesiones CER + TAB + SOL
Manifestación de lesiones DES + GRI + FIS
Causa de las lesiones MOVIMIENTO APOYO(P)
Origen de las lesiones INT
Ambiente en que está la obra MAR
Costo de reparación unitario 9.1
Edad de la construcción DE
Fecha de la inspección 76
Referencia T175

En el segundo apartado «Búsqueda por un solo campo», aparece un programa que nos suministra la distribución porcentual de los casos de patología entre las poblaciones de los distintos campos; todo ello se concreta en la «Estadística A».

En el tercer apartado «Búsqueda por más de un campo», figura un programa para obtener el número de casos y porcentajes de la población de un campo condicionado a otro. En este caso se ha elegido un campo fijo el de «Causas de las lesiones», y los demás campos vendrán condicionados a éste. Todo ello se concreta en la «Estadística C».

El apartado 7 «Estadística B» contiene un programa por el cual el colectivo de datos se divide en 3 estadísticas comprendiendo cada una de ellas los informes correspondientes a cinco años consecutivos. La primera se refiere a datos de los años 1969 a 73, la segunda de 74 a 78 y la tercera de 79 a 83. A cada una de las nuevas estadísticas así definidas se las somete al programa establecido en la «Estadística A».

La «Estadística D» del apartado 9 contiene un programa para analizar el campo «Edad del edificio» frente al «Costo de reparación» en los casos concretos de Ruina y Refuerzo.

En el apartado 11 se introdujo un programa adicional que permite obtener resultados estadísticos de una población de 116 casos de patología correspondientes únicamente al País Vasco. Dado lo limitado de dicha muestra, sólo se ejecutaron con ella las estadísticas A y C, suficientes para deducir las orientaciones de la problemática específica de la construcción en dicha zona.

4. RESULTADOS OBTENIDOS

A partir del análisis informatizado de los datos se han preparado los cuadros 1 y 2, el primero que permite una comparación de los resultados del presente trabajo con otras estadísticas de ámbito europeo y el segundo que desglosa la patología en los diferentes campos, los asigna a diversas poblaciones, los clasifica en diversos períodos de tiempo, etc. siguiendo lo explicado en el apartado anterior.

Aunque, como se acaba de decir, se han tratado los 116 datos correspondientes al País Vasco de igual forma que el colectivo total, en el cuadro número 2 sólo se dan los resultados obtenidos a nivel estatal. De esta forma se aligera dicho cuadro, aunque en los comentarios se aludirá al País Vasco cuando se trate de algún resultado particularmente significativo.

4.1. Nomenclatura empleada en el Cuadro 1

En la primera columna figura el país, región o lugar concreto donde se realizó la encuesta de patología, en la segunda aparece el intervalo de tiempo que comprende la estadística y en la tercera se indica el número de casos de patología considerados.

De la columna cuarta a la novena están indicadas las posibles causas reconocidas de las lesiones: proyecto, ejecución, materiales, utilización y causas naturales. La columna novena (Σ %) representa la

suma de porcentajes que en casi todas las estadísticas es 100, lo cual indica que para cada obra dañada sólo se tuvo en cuenta una causa única responsable de las lesiones (la causa llamada «principal»). En alguna estadística se consideran las posibles causas de cada obra lesionada y no sólo la causa principal por lo que la suma de porcentajes resulta ser mayor que 100; tal es el caso de la estadística que abordamos en el presente trabajo.

De la columna diez a la doce se indican porcentajes de tres tipos de obras: enseñanza y viviendas, edificios industriales y otros tipos de edificios, como hoteleros, hospitalarios, deportivos, comerciales, etc.

De la columna trece a la dieciséis se dan porcentajes de distintas manifestaciones de lesiones: humedades, fisuras, desprendimientos y diversos.

Desgraciadamente este cuadro no está completo para todas las estadísticas como sería de desear, pues sólo de unas cuantas fue posible conseguir datos acerca de los campos tipo de obra y manifestación de lesiones.

Al final del cuadro 1 se dan los porcentajes medios para el capítulo «causas de lesiones» de todas las estadísticas. Previamente fue preciso, en aquellas estadísticas cuya suma de porcentajes es mayor de 100, transformar sus porcentajes en los correspondientes porcentajes reducidos (la suma es 100); lo cual tiene un interés sólo a efectos comparativos. Los porcentajes medios servirán de referencia en la comparación de resultados.

Cuadro 1

UBICACION	PERI <u>O</u>	N° CASOS	CAUSAS DE LESIONES						TIPO	TIPO DE OBRA			MANIFESTACIONES			
	DO		(P) %	(E)%	(M)%	(U)%	(N)%	/ 0	ENS.Y	IND.	OTROS	ним	FIS	DES	DIA	
G. BRETAÑA I	Hasta 1974	510	58,0	35,0	12,0	11,0	2,0	118	-	-	-	-	-	-	-	
G. BRETAÑA I (% Reducidos)	Hasta 1974	510	49,1	29,6	10,1	9,3	1,7	100	-	-	-	-	-	-	-	
G. BRETAÑA II	1970 a 1974	_	49,0	29,0	11,0	10,0	1,0	100	-	-	-	53	17	14	16	
R.F. ALEMANIA	1970 a 1980	1576	40,1	29,3	14,5	9,0	7,1	100	-	-	-	-	-	-	-	
RENANIA DEL NORTE WESTFALTA	Hasta 1978	481	40,5	28,9	15,0	9,6	6,1	100	-	-	-	-	-	-	-	
BELGICA I	1974 a 1976	1200	49,0	22,0	15,0	9,0	5,0	100	-		-	34	15	15	18	

Cuadro 1 (continuación)

UBICACION DO	PERIO_	Ji o	CAUSAS DE LESIONES							O DE	OBRA	MANIFESTACIONES			
	CASOS	(P)%	(E)%	(M)%	(U)%	(N)%	<u>£</u> %	ENS.Y	IND.	OTROS	HUM	FIS	DES	DIV	
BELGICA II	1976 a 1978	1800	46,0	22,0	15,0	8,0	9,0	100	-	-	-	27	12	16	12
DINAMARCA	1972 a 1977	601	36,6	22,2	25,0	8,7	7,5	100	-	-	-	-	-	-	-
RUMANIA	1971 a 1978	832	37,8	20,4	23,1	10,6	8,1	100	-	-	-	-	-	-	-
YUGOSLAVIA	1976 a 1978	117	34,0	24,2	21,6	12,2	8,0	100	-	-	-	-	-	-	-
FRANCIA	1968 a 1978	10000	37,0	51,0	4,5	7,5	-	100	68	14	19	18	5 9	12	11
HAMBURGO	Hasta 1978	95	40,3	29,0	14,8	9,2	6,7	100	-	-	-	-	-	-	-
BELGICA III (SECO)	Desde 1958	1350	54,0	29,0	5,0	11	, 7	100	-	-	1	-	-	-	-
PAIS VASCO	1969 a 1983	116	41,4	38,8	20,7	12,9	6,0	120	59,4	14.6	26,0	12,0	38,0	15,5	-
PAIS VASCO	1969 a 1983	116	34,5	32,3	17,2	10,7	5,0	100	-	-	-	ı	ı	-	-
ESPAÑA (TESIS)	1969 a 1983	586	51,5	38,5	16,2	13,5	4,1	123,	57,3	11,7	31,0	8,0	59,2	10,5	-
ESPAÑA (% reducidos)	1969 a 1983	586 	41,2	31,1	13,0	10,9	3,2	100	-	-	1	-	-	-	-
VALORES MEDIOS SOBRE PORCENTA JES REDUCIDOS	-	-	42,0	28,5	14,6	9,6	5,7	-	-	-	-	-	-	-	-

4.2. Nomenclatura empleada en el cuadro 2

En la primera columna aparece con el título «Designación de la población de los campos definidos», una serie de títulos que se refieren al tipo de obra (viviendas, enseñanza, etc.), a la naturaleza de la estructura (hormigón armado, metálica, etc.), localización de lesiones (forjados, vigas, pilares, etc.), manifestación de lesiones (fisuras, grietas, hundimientos, etc.), causas de las lesiones (proyecto, ejecución, materiales, etc.), origen de lesiones (cargas, higrotérmicos, etc.), ambiente en que está la obra (seco, húmedo, agresivo, etc.) y estimación de costos de reparación (ruina y refuerzo).

Los resultados de las estadísticas A y B, porcentaje global de patología entre poblaciones (A) o repartida en tres períodos sucesivos de 5 años (B), aparecen en las columnas segunda y tercera respectivamente. La columna cuarta es una expresión gráfica de las tendencias de la estadística B.

De la columna quinta a la novena está incluida la estadística C que como ya se mencionó se trata de la «búsqueda por dos campos», tomando como fijo el campo causas; las cinco columnas corresponden a las cinco causas reconocidas: proyecto, ejecución, materiales, utilización y mantenimiento y acciones físicas naturales e imprevisibles. Los porcentajes

que aparecen en estas columnas están referidos al conjunto de datos que figuran en la correspondiente casilla de la columna segunda (A %). Estos porcentajes servirán para efectuar comparaciones con los respectivos valores medios de (P), (E), (M), (U) y (N).

Los datos de las columnas diez y once se refieren

a los porcentajes de declaraciones de refuerzo y ruina y están referidos al total de declaraciones en cada caso. Al comparar estos porcentajes con aquéllos de la columna segunda (A %), nos servirán para poner de manifiesto la incidencia relativa de estas declaraciones de refuerzo y ruina en la población correspondiente.

Cuadro 2

DESIGNACION DE LA POBLA- CION DE LOS CAMPOS DEFI- NIDOS	1	ESTADISTICAS A y B			ESTAI	ESTIMACION COSTOS %				
	A %	В %	Т	(P) %	(E) %	(M) %	(U) %	(N) %	REF.	RUI.
EDIFICIOS DE VIVIENDAS	40,1	46-38-38	-	47,6	33,0	24,0	-	-	31,7	24,0
EDIFICIOS DE ENSEÑANZA	17,2	13-16-20	1	56,4	43,6	10,4	-	1	17,4	9,6
EDIFICIOS INDUSTRIALES	11,7	13-11-11	-	54,7	39,3	10,2	-	-	13,5	26,5
OTROS EDIFICIOS	19,5	16-21-12	1 1	49,2	41,0	12,3	-	-		
H.A. Y FORJADO UNIDIRECCION	68,0	67-66-71	1	-	-	_	-	-	-	-
ESTRUCTURAS MIXTAS	7,0	5- 8- 7		_	-	-	-	_	_	-
ESTRUCTURAS METALICAS	7,6	12- 8- 4		-	-	_	-	-	-	-
H.A. Y MUROS DE CARGA	5,4	3- 6- 5	1	-	-	-	-	-	_	_
H.A. Y FORJADO BIDIRECCION	2,9	5- 1- 3	1	-	-		-	-		-
HORMIGON PRETENSADO	2,7	5- 2- 1	1	-	-	-	-	-	-	_
VIGAS PLANAS	0,2	2-1-0,5	1	-	-	-	-	_	_	-
LESIONES EN FORJADOS	25,6	25-30-20	1 1	59,3	37,3	15,3	11,3	6,6	_	_

H.A. (Estructuras de hormigón armado)

LESIONES EN VIGAS	23,9	35-21-19	 	52,8	42,8	11,2	12,5	4,2	_	-
LESIONES EN PILARES	13,6	20-11-12		34,5	43,3	33,8	12,5	1,4	-	-
LESIONES EN LA CIMENTACION	19,0	13-13-15	1	50,2	22,3	7,8	16,8	4,2	-	_
LESIONES EN CUBIERTA	16,2	15-15-17	1	65,2	46,3	6,3	10,5	2,0	-	-
LESIONES EN CERRAMIENTOS	22,3	23-22-22		54,9	33,6	12,9	12,9	5,8	-	_
LESIONES EN TABIQUERIA	15,3	12-15-17	1	73,3	22,2	1,9	16,6	3,2	-	-
M. FISURAS	59,2	69-59-52		58,7	35,6	11,1	11,3	3,8	-	-
M. FALTA DE ESTANQUEIDAD	8,0	8- 7- 9	1	51,0	52,5	15,0	21,2	-	1	-
M. CORROSION DE ARMADURAS	7,3	3- 7- 9	1	32,8	60,4	13,6	44,2	9,5		_
BAJA RESISTENCIA HORMIGON	9,7	10- 7-11	1 1	18,5	20,6	68,4	10,3	3,0	-	_
M. DESPRENDIMIENTOS	10,5	8-10-12	1	46,0	50,4	10,4	23,8	4,7	-	-
M. HUNDIMIENTOS	5,6	7- 6- 3		51,5	48,2	5,3	8,9	5,3	-	_

M. (Manifestación de lesiones como...)

DESIGNACION DE LA POBLA- CION DE LOS CAMPOS DEFI-		STADISTICAS y B			ESTADI:	STICA	EDAD DE LA OBRA EN AÑOS % ACUMULADOS				
NIDOS	A %	В %	T	(P) %	(E) %	(M) %	(U) %	(N) %	0-2	0 – 5	0-10
M. DEFORMACIONES	12,6	8-11-16	1	73,3	37,3	2,3	9,5	3,9	_	_	_
C. PROYECTO	51,5	51-48-56	1	_	1	-	_		_	_	-
C. EJECUCION	38,5	44-40-32		-	-	-	-	-	-	-	-
C. MATERIALES	16,2	15-16-17	1	-	-	-	-	-	-	-	-
C. UTILIZACION	13,4	9-15-14	1		-	_	_	_	_	-	-
C. ACCIONES NATURALES	4,0	2- 2- 7	1	_	-	-	_	-	-	-	_
O. CARGAS Y SOBRECARGAS	10,0	10-11- 9	1	55,9	22,0	10,0	33,8	3,0	_	-	-
O. ACCIONES CLIMATICAS	7,0	7- 7- 7	_	56,0	39,0	7,1	18,5	7,1	_	-	_
O. ACCIONES HIGROTERMICAS	27,2	27-28-26	1	60,6	41,8	15,0	7,3	2,9	_	_	_
O. ACCIONES QUIMICAS	11,0	6-14-18	1	21,8	48,4	28,1	39,0	11,8	_	_	_
DECLARACION DE RUINA	8,3	9- 9- 7		48,9	42,1	18,0	8,4	9,6	51.0	54,2	65,0
NECESIDAD DE REFUERZO	25,2	33-18-28	1	54,0	35,1	16,2	11,5		56,7		72.2

Cuadro 2 (continuación)

5. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

5.1. Comparación de los resultados con otras estadísticas (Cuadro n.º 1)

Los estudios estadísticos sobre patología estructural realizados hasta la fecha en los países europeos son escasos, y los que existen muestran diversas metodologías a la hora de manipular la información.

Los colectivos de datos patológicos que se comentan (Cuadro 1), van más allá de lo que son estructuras y cerramientos, al incluir lesiones como las derivadas de las instalaciones y servicios sanitarios, acústica, etcétera. Por todo ello las comparaciones que hacemos a continuación con nuestros resultados deben ser consideradas a título de orientación.

Considerando la estadística global, por tanto a nivel estatal, y en el capítulo «causas de las lesiones», el porcentaje obtenido para defectos de **proyecto** es del 41,2 % (en valores reducidos), situándose en torno al valor medio europeo que es del 42,0 %.

En el caso de defectos de ejecución se obtiene un valor 31,1 %, por encima de la media europea 28,5 %. Para los materiales de construcción hemos obtenido un valor inferior al europeo 13,0 % frente al 14,6 %.

Con respecto a los defectos derivados de la utilización y mantenimiento, el porcentaje medio

de participación deducido de nuestra casuística es del 10,9 %, superior al 9,6 % de media europea. En cuanto a fallos derivados de las acciones naturales e imprevisibles el porcentaje calculado queda por debajo de los valores europeos, aunque se trata ya de valores pequeños y menos significativos.

Respecto a las anteriores comparaciones debemos dejar constancia de que se manejan unos valores reducidos ficticios de forma que la suma de los porcentajes de las causas resulta igual a 100. En la realidad, los porcentajes de las diferentes causas respecto al número de casos es mayor debido a la presencia frecuente simultánea de varias causas y ello es digno de consideración. Por ejemplo el % reducido de intervención del proyecto como causa de patología es el 41,2 %, mientras que en realidad la responsabilidad por un mal proyecto se pone de manifiesto en el 51,5 % de los casos recogidos.

En el apartado del Cuadro 1, «Tipo de obra», la interpretación de resultados no encierra dificultad alguna y nos remitimos al cuadro.

Con relación al apartado «manifestación de lesiones», las comparaciones resultan más problemáticas debido a la distinta metodología empleada por las diversas estadísticas, ya comentada. Por ejemplo, en el capítulo de humedades, nuestra estadística contempla únicamente los daños motivados por la entrada de agua al edificio procedente del exterior a través de los cerramientos verticales y horizontales, o bien

C. (Causa de lesiones en...)

O. (Origen de las lesiones en ...)

humedades derivadas de la condensación; pero no contempla las fugas en bajantes de pluviales, roturas de cañerías, etc., que otras estadísticas sí incluyen.

5.2. Valoración e interpretación de resultados (Cuadro n.º 2)

5.2.1. Causas de las lesiones

Recordamos que tanto en este campo de «causas de lesiones», como en otros, no se seleccionó para cada obra dañada una causa única, sino que se intentó reflejar en la estadística la situación real de obra, y de este modo resultaron varias causas coadyuvantes en cada hecho patológico. En consecuencia la suma de porcentajes correspondientes a causas, referidos al total de obras dañadas, resulta mayor de 100.

Los defectos derivados del **proyecto** resultan así el 51,5 % del total de obras lesionadas. Del 51,5 % mencionado, el proyecto fue responsable único en la aparición de los daños en un 31,0 % del total de obras lesionadas, mientras que en un 20,5 % su responsabilidad fue compartida con otros actores de la construcción.

Los fallos debidos a la **ejecución** de la obra, representan un 38,5 % del total de casos y en un 18,7 % la ejecución fue responsable única.

Los defectos derivados de los materiales representan el 16,2 %, los derivados de la utilización y mantenimiento el 13,4 % y los defectos causados por acciones naturales imprevisibles constituyen el 4,0 % del total de casos.

Examinando las cifras correspondientes a los casos pertenecientes al País Vasco y comparándolas con los del colectivo total, se podría poner de manifiesto la menor incidencia del proyecto como causa de lesiones (41,4 % frente al 51,5 %) y la mayor participación de los materiales (20,7 % frente al 16,2 %).

Resulta también interesante examinar las tendencias calculadas en la estadística B y representadas en la columna T, de variación de los porcentajes de causas en los últimos tres períodos de 5 años que es creciente para los defectos de proyecto, materiales, utilización y acciones naturales y decreciente para los defectos de ejecución.

5.2.2. Tipo de obra

Los edificios de viviendas son los que presentan mayor incidencia, con un 40,1 % del total de obras. Las tendencias en la evolución de daños en este tipo de edificios es decreciente según nos acercamos a la fecha actual, apreciándose una

estabilización en torno al 38,5 %. El principal responsable de los fallos es el proyecto con un 47,6 % del conjunto de edificios de viviendas, aunque por debajo del valor medio que es del 51,5 % del total de obras. Los materiales fallan en un 24,0 % del total de viviendas, valor muy por encima del valor medio (16,2 %). Las declaraciones de ruina, 24,0 del total de ruinas, y los refuerzos de viviendas, 31,7 % del total de refuerzos, quedan muy por debajo de los porcentajes que cabría esperar, atendiendo al colectivo que representan (40,1 % del total de obras).

En el caso del País Vasco los resultados son semejantes a excepción de que el valor relativo de las viviendas afectadas dentro del colectivo de datos es bastante mayor que en el Estado, 55,0 % frente al 40,1 %.

Los edificios de enseñanza representan el 17,2 % de casos en el Estado y el 4,3 % en el País Vasco. Aquí se presenta una fuerte incidencia del proyecto como causa de daños con porcentajes por encima de la media (56,4 % respecto al 51,5 %). Sin embargo en el caso de los materiales los porcentajes están muy por debajo de los medios correspondientes (10,4 % respecto al 16,2 %).

La problemática que presentan los edificios de vivienda y enseñanza como se ve es muy distinta en cuanto a responsabilidades de los fallos atribuible al proyecto y materiales según se acaba de ver. Hay un hecho que favorece evidentemente la calidad de los materiales de los edificios escolares y es que al pertenecer al sector público. la administración exige lo estipulado en la normativa vigente en cuanto a control de calidad de materiales, marcas, sellos, D.I.T., etc., y control de obra de los mismos (control de hormigones, cerámicas, instalaciones, etc.). Se emplea una cifra del 1 % del presupuesto dedicada a dichos ensayos y aunque existen algunos problemas en la realización del control, parece que el resultado es eficaz, sobre todo cuando se compara con la incidencia de los materiales en el sector vivienda, con una baja calidad del control al resultar prácticamente voluntario.

Los edificios industriales representan el 11,7 % del total de obras. En este caso el proyecto es el principal responsable con valores por encima de la media (54,7 % respecto a 51,5 %). También las declaraciones de ruina y refuerzo dan valores superiores a los que cabría esperar en razón del porcentaje de obras a que se refieren. Esto se puede justificar teniendo en cuenta que los edificios industriales suelen estar sometidos a condiciones de trabajo más duras que en el caso de viviendas. Los problemas de sobrecargas, vibraciones y choques, acciones de sustancias especialmente agresivas, etc., son ejemplos de la problemática específica de estos edificios. Ante un

proyecto deficiente y/o una ejecución descuidada, las causas mencionadas ven multiplicada su acción agresiva dando como resultado el envejecimiento prematuro del edificio en unos casos, y en otros provocan degradaciones aceleradas de los elementos estructurales que pueden llevar a un estado de ruina a corto plazo.

5.2.3. Naturaleza de la estructura

La gran mayoría de las estructuras encontradas son de hormigón armado y forjados unidireccionales, con un 68,0 % del total de casos en el Estado (82,7 % para el País Vasco). Las estructuras metálicas representan el 7,6 % y las estructuras restantes dan porcentajes pequeños estando repartidas en gran número de variedades.

5.2.4. Localización de lesiones

Respecto de la estructura aérea, las lesiones en **forjados** significan un 25,6 % del total de casos, las lesiones en **vigas** representan un 23,9 % y en **pilares** un 13,6 %.

La incidencia del proyecto es mayor de la media en forjados y menor en pilares. Respecto de la ejecución ocurre lo contrario. Con relación a los materiales, destaca su fuerte incidencia en pilares con un 33,8 % frente al valor medio de 16,2 %.

Las lesiones de cubiertas suponen un 16,2 % de los casos, en cerramientos un 22,3 % y en tabiquería el 15,3 %.

En los tres casos mencionados, cubierta, cerramientos y tabiquería, el proyecto destaca como responsable de daños con valores por encima de la media. La ejecución está por encima del valor medio en cubiertas y por debajo en los demás. La incidencia de los materiales es muy escasa, sobre todo en cubiertas y tabiquería.

5.2.5. Manifestación de lesiones

La manifestación que más se presenta es la fisuración en un 59,2 % de los casos.

Los episodios de **hundimiento** suponen el 5,6 % siendo en este caso la ejecución responsable con valores muy por encima de la media de su participación en el conjunto de los problemas. Los materiales y la utilización influyen escasamente, y el proyecto en proporción normal.

Las manifestaciones de falta de estanquidad, corrosión de armaduras y baja resistencia del hormigón arrojan porcentajes en torno al 10 %. En los problemas de falta de estanquidad y corrosión de armaduras hay una incidencia acusada

de la ejecución y utilización, que presentan valores muy por encima de la media de su presencia en la globalidad de los problemas. En los casos de resistencia insuficiente del hormigón aparece como causa destacada, como era de esperar, los materiales.

Los problemas surgidos por deformaciones excesivas resultan relacionados, como es lógico, con los fallos en tabiquería, y al igual que en ellos es el proyecto el principal responsable con un porcentaje muy superior a su incidencia media.

5.2.6. Origen de lesiones

Del examen del cuadro n.º 2 pueden deducirse los porcentajes correspondientes a algunos orígenes de manifestaciones patológicas.

Queremos sin embargo únicamente destacar cómo los problemas originados por acciones químicas tienden a crecer de forma importante según nos acercamos a la fecha actual y cómo hay un aumento en la responsabilidad de estos problemas en la ejecución, en los materiales y, sobre todo, en la utilización.

5.2.7. Estimación de costos

A partir de la información disponible no ha sido posible hacer una valoración de los costos de la patología registrada pero, a grandes rasgos, puede enjuiciar su importancia relativa la calificación de ruina o de necesidad de refuerzo.

De acuerdo con esta clasificación podemos ver que las declaraciones de ruina suponen el 8,3 % de los casos en los que la incidencia de los materiales y la ejecución están por encima de la media, mientras que el proyecto y utilización participan por debajo de sus correspondientes valores medios.

Las obras que necesitaron de un refuerzo de su estructura constituyen el 25,2 % acusándose la participación del proyecto como causa responsable, y disminuyéndose la de la ejecución; las demás causas participan en torno a sus valores medios.

Es interesante destacar cómo el 51,0 % de las declaraciones de ruina y el 56,7 % de las declaraciones de refuerzo, se efectuaron durante los dos primeros años de vida de la obra y que el 65 % de las declaraciones de ruina y el 72,2 % de los refuerzos, se efectuaron dentro del período decenal.

También es importante, finalmente, resaltar el hecho de que el 75,9 % de las obras lesionadas, lo fueron durante dicho período decenal y que el 20,4 % resultaran dañadas durante la misma construción o recién concluida la obra.

Se podría haber sido más extenso en lo expuesto y continuar con cifras y porcentajes pero estimamos que, después de haber destacado las más importantes, el lector interesado podrá establecer relaciones entre otras cifras que más reclamen su atención. Y en cuanto a enjuiciar las razones de estos resultados y crear una estrategia para la disminución de la patología y de la participación de las diferentes causas, estimamos hay que madurar los resultados y establecer las correcciones y mejoras que procedan con la participación de todos los sectores integrantes del proceso de la construcción.

6. BIBLIOGRAFIA

- (1) Lesiones en los edificios. Edit. CEAC, 2 Tomos. 1983.
- (2) EICHLER, F.: Patología de la construcción. Detalles Constructivos. Edit. BLUME. 1978.
- (3) RAMIREZ, J.L. y Otros: Problemática resistente en el hormigón armado: Origen, detección, análisis y remedios. C.O.A.A.T. noviembre 1981.
- (4) Lesiones de solados y alicatados. Edit. CEAC, 2 Tomos. 1983.
- (5) GARCIA MESEGUER, A.: Daños producidos por defectos en calidad de materiales en estructuras de hormigón. C.O.A.A.T.M. Madrid, 1982.
- (6) CALAVERA, J.: Los errores en las hipótesis y métodos de cálculo como causa de posteriores problemas en la obra realizada. C.O.A.A.T.M. Madrid, 1982.
- (7) MAÑA, F.: Patología de las cimentaciones. Edit. BLUME. 1978.
- (8) FERNANDEZ CANOVAS, M.: Patología y terapéutica del hormigón armado. Edit. DOSSAT, 1977.
- (9) II Coloquio Europeo de la EOQC «Garantías en la edificación». Ponencias y comunicaciones. Madrid, 1979.
- (10) LOGEAIS, L.: Pathologie des ouvrages en maconnerie. Annales ITBTP. 1973.
- (11) DUFOUR, J.: Etude statistique de 10.000 dossiers de siniestres. Annales ITBTP. 1979.

- (12) BUILDING RESEARCH ADVISORY SERVICE: Building failure concrete Matters. 1975.
- (13) BUREAU DE CONTROLE POUR LA SECURITE DE LA CONSTRUCTION: Analyse des statistiques de l'assurance controle. 1977.
- (14) ACI MONOGRAPH N.º 4: Durability of concrete construction. 1968.
- (15) ACI PUBLICATION SP-47: Durability of concrete in service. 1975.
- (16) McKAIG, T.H.: Building Failures. Case studies in construction and design. McGRAW HILL BOOK Co. Dog. Books 1962.
- (17) PARSONS, C.R. y Otros: Maintenance of maritime structures. ICE (Institution of Civil Engineers). 1978.
- (18) BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT: Building defects and maintenance. The Construction Press. 1977.
- (19) BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT: Building failure. Vol. 5. 1978.
- (20) Building maintenance and preservation. Edit. Edward. D. MILLS. 1980.
- (21) COMMITTEE RESEARCH ON PERFORMANCE OF STRUCTURES: Guide to investigation of structural failures. 1979.
- (22) NBA (The National Buildings Agency): Common building defects. Diagnosis and remedy. 1979.
- (23) PERKINS, P.H.: Concrete Structures: Repair, water proofing and protection, Applied Science Publishers, 1976.
- (24) BLEVOT, J.: Pathologie des constructions en beton armé, Edit. Eyrolles. 1975.
- (25) STEOPOE, A.: La durabilité du beton. Edit. Eyrolles.
- (26) GARCIA, J.P. y Otros: Gestion et entretien des inmeubles d'habitation. Edit. Eyrolles, 1978.
- (27) NIELSEN, K.E.C.: Analysis of building faults. EOQC XXI Conferencia. Varna, 1977.
- (28) Bulletin d'information n.º 138. Contribution a la 21 session pléniere du C.E.B. Budapest. 1980. Comportement en service, entretien et reparations.