

Área temática: Patología estructural

INVESTIGACIÓN ESTADÍSTICA SOBRE LA PATOLOGÍA ESTRUCTURAL EN GALICIA

D. JORGE ARAGON FITERA

j.aragon@udc.es

Dr. Arquitecto. Profesor del Dpto. de Tecnología de la Construcción.

Escuela Técnica Superior de Arquitectura (ETSA).

Universidad de Coruña (UDC)

PALABRAS CLAVE: PATOLOGÍA, ESTRUCTURA, ESTADÍSTICA

RESUMEN:

Durante el bienio 2000/02, el Instituto Galego da Vivenda e Solo y el Colegio Oficial de Arquitectos de Galicia firman el mayor Convenio para la Inspección Técnica de Edificios realizado en la comunidad Autónoma; suponía el estudio de un total de 746 edificios incluyendo 19.821 viviendas.

Hasta ese momento el conocimiento sobre la patología real de edificación, y más aún la estructural, era totalmente inexistente en la comunidad gallega. Tampoco existía bibliografía que relacionase la evolución histórica de las exigencias normativas con su incidencia real en la disminución de la patología correspondiente.

Por lo tanto, la aportación de la presente ponencia consiste en presentar públicamente los resultados de la investigación estadística sobre patología estructural en la edificación residencial gallega, confrontándola tanto con la evolución de la normativa como con los estudios similares existentes a nivel nacional e internacional.

Dada la inabarcable extensión de los subsistemas constructivos del edificio, las conclusiones se centran en la patología estructural y se particulariza en el caso de los forjados de hormigón armado, tras demostrarse previamente la elevada incidencia de los mismos en el cómputo de la patología edificatoria.



I.- INTRODUCCIÓN.

Se presenta esta ponencia como resumen de una investigación estadística sobre la patología existente en la edificación residencial gallega, centrándose en la patología estructural del hormigón armado. El interés de esta investigación radica en tres aspectos fundamentales:

A) Inexistencia de estudios específicos previos sobre patología estructural en Galicia.

B) La patología de la estructura horizontal se vincula con la evolución histórica de la normativa de hormigón armado en el ámbito de la deformación.

C) Se establece un estudio comparativo entre los resultados propios y los procedentes de las estadísticas europeas y españolas más relevantes.

1.1- Ámbito de la investigación.

En el año 1985 se ejecuta el traspaso de funciones y servicios en materia de Patrimonio Inmobiliario desde el Instituto de Promoción Pública de Vivienda (IPPV) a la Comunidad Autónoma Gallega. En el documento se anexa el listado de los 21.587 inmuebles transferidos que incluyen 19.821 viviendas, siendo la diferencia locales y edificaciones complementarias.

En el año 1988, efectuada la transferencia, se crea el Instituto Gallego da Vivenda e Solo (IGVS) para gestionar dicho patrimonio, adscrito a la Consellería de Ordenación del Territorio y Obras Públicas.

Una década después, en 1999, se regula por decreto la Inspección Técnica y la Reparación de dichos Edificios de protección oficial. Para llevarla a cabo, el IGVS firma con el Colegio Oficial de Arquitectos de Galicia (COAG) un Convenio para la Inspección Técnica de los 746 Edificios de viviendas, que englobaban el total de 19.821 viviendas.

El COAG, por su parte, derivó la gestión de estas Inspecciones Técnicas a su Comisión de Asesoramiento Tecnológico (CAT) la cual fijó el Plan de Trabajo que se desarrollaría durante el bienio 2000/02.

Así pues, determinada la Población Estadística (746 edificios de viviendas de promoción pública en Galicia, con estructura de hormigón armado y construidos entre 1955 y 1995) se puede considerar la muestra analizada suficientemente representativa y aleatoria (se desconocía de antemano el estado del edificio en la mayor parte de los casos) con un grado de fiabilidad del orden del 96%.

Con el fin de conseguir la homogeneidad entre los equipos de trabajo, en cuanto a la profundidad, organización y sistematización de los datos, se utilizó la aplicación informática DicTec-G. Ésta permitía no solo gestionar la redacción de los informes técnicos sino que además, por defecto, generaba una base de datos interna codificada. La explotación estadística de dicha base de datos y su análisis conforman el núcleo de esta investigación.



II.-ANTECEDENTES.

Un problema de cualquier investigación estadística, es que requiere establecer un método claro y preciso para poder cuantificar los daños de forma objetiva y con métodos comparables.

Diversos autores han profundizado en el tema de la metodología sobre el levantamiento de datos, la catalogación de la diagnosis y los procedimientos de cualificación de la patología en edificación: Reygaerts⁽¹⁾ (1980), Eldridge⁽²⁾ (1982), Ruano⁽³⁾ (1997), Grilo & Calmon⁽⁴⁾ (2000) y Antonelli & Carasek⁽⁵⁾ (2003).

La presente investigación recoge estas últimas metodologías a la hora de realizar las clasificaciones, para poder confrontar los resultados obtenidos con otros estudios estadísticos similares relativos a la siniestralidad del parque inmobiliario.

2.1- Estudios estadísticos previos.

A nivel europeo son referencias significativas el estudio belga de Reygaerts⁽⁶⁾ (1976), el del francés Jean Blevot⁽⁷⁾ (1974), del Bureau Securitas⁽⁸⁾ (1979), del alemán Lernen⁽⁹⁾ (1981), de la agencia francesa Sycodes⁽¹⁰⁾ (1984) y del inglés Freemann⁽¹¹⁾ (1987).

A nivel español, existen cinco estudios destacados sobre patología, cada uno con sus características específicas. El estudio centrado en el País Vasco del Dr. Vieitez⁽¹²⁾ (1984), el estudio genérico realizado por el Grupo GEHO⁽¹³⁾ (1992), el relativo a las responsabilidades técnicas del Dr. Escribano⁽¹⁴⁾ (1993), la propia aseguradora Asemas (1998) y la tesis del Dr. Lamas⁽¹⁵⁾ (2001) centrada en las empresas de control técnico.

2.2- Clasificación de la patología.

Con el fin de fijar, acotar y servir de base a la interpretación y cuantificación de los resultados estadísticos de la presente investigación se han estudiado los daños según la metodología y los criterios más estandarizados referenciados al principio de este título.

A) DAÑOS DE ORIGEN FISICO: engloban las lesiones causadas por la influencia de la variación atmosférica: contaminación, agua del suelo, sales agresivas, ciclos helo-deshielo, sustancias orgánicas, cambios higrométricos y térmicos.

B) DAÑOS DE ORIGEN QUIMICO: agrupan las lesiones originadas por las alteraciones que afectan a los diversos materiales. En el caso específico de la estructura de hormigón armado: cemento, agua, áridos y aditivos.

C) DAÑOS DE ORIEN MECANICO: abarcan las lesiones motivadas por los esfuerzos mecánicos en sus distintas fases: cálculo, proyecto, ejecución, materiales, uso y mantenimiento.



III.-PARÁMETROS INVESTIGADOS

3.1- Aspectos investigados por edificio.

- Patología clasificada por subsistemas constructivos.
- Influencia del área geoclimática: costa norte, costa oeste e interior.
- Época constructiva: el forjado se correlaciona con las sucesivas normativas EH.
- Volumen edificatorio expresado en función del número de viviendas.
- Altura de la edificación.
- Costes de reparación.

3.2- Aspectos investigados por elemento estructural.

- Sintomatología de los daños.
- Causas de las lesiones.
- Distribución de lesiones según su gravedad.
- Urgencia de la reparación.
- Origen técnico de los daños.
- Incidencia de la problemática de los arcos de descarga.
- Relación síntoma/causa: casuística de las lesiones.

IV.-CONCLUSIONES.

4.1- Conclusiones principales sobre el edificio.

4.1.1- ORIGEN DE LAS LESIONES: el Subsistema Estructura es el origen, de forma directa e indirecta, del mayor número de edificios afectados (91,7%) y de lesiones detectadas (21,1%) sobre la población referenciada.

4.1.2- PORCENTAJES DE LESIONES: se concluye que, junto con la Estructura, los subsistemas que conforman la envolvente exterior del edificio (Cerramientos Exteriores, Sótano, Cubierta) acumulan del orden del 60% del total de las lesiones detectadas en la población estudiada.

4.1.3- INCIDENCIA DE LA LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL EDIFICIO: El estudio demuestra que se producen sintomáticas diferencias en el número y características de las lesiones si se contemplan dos aspectos:

a) Condicionantes geográficas (costa norte/costa oeste/interior): parámetros como la temperatura, el índice pluviométrico, el viento, la exposición solar y el ataque químico ambiental provocan o agravan numerosos daños en los materiales constructivos expuestos.

b) Técnicas constructivas locales: parámetros como la adecuación correcta o no de los materiales, la solución proyectada de los diseños constructivos o el nivel de control sobre la ejecución de la obra también resultan relevantes en este proceso.

4.1.4- INCIDENCIA DE LA ANTIGUEDAD DEL EDIFICIO: a mayor edad todos los Subsistemas Constructivos presentan una clara tendencia al alza en el número de lesiones. No obstante, la evolución de las normativas de hormigón armado (ámbito de la deformación) y las intervenciones de reparación y mantenimiento, han amortiguado el incremento de las mismas.



4.1.5- INCIDENCIA DE LA ALTURA DEL EDIFICIO: A mayor entidad y complejidad constructiva, el número de daños crece progresivamente, pero de forma diferente para cada subsistema constructivo siendo la estructura, con diferencia, el más afectado.

4.1.6- COSTE TOTAL DE LAS REPARACIONES: el importe final de la reparación por subsistemas sitúa a los Cerramientos Exteriores y, en un segundo término a Cubiertas y Acabados Interiores, como los subsistemas más onerosos del edificio.

El resto de subsistemas, incluida la estructura, arrojan una repercusión económica claramente inferior. No obstante, ha quedado demostrado que los daños en Acabados interiores (Falsos techos, tabiquerías, acabados y pavimentos) tienen una vinculación directa con los problemas derivados de la deformación excesiva de la estructura horizontal.

4.1.7- COSTE MEDIO DE LAS REPARACIONES: el valor medio de las reparaciones del subsistema Cerramientos Exteriores es el más elevado, seguido del de Cubiertas. Las reparaciones de subsistemas con baja incidencia en el número de lesiones como las Instalaciones se destacan en un segundo término.

4.1.8- COSTE MEDIO EN RELACIÓN A LA EDAD DEL EDIFICIO: el importe medio aumenta proporcionalmente en base a que la mayoría de las lesiones se extienden y/o agravan.

4.2- Conclusiones principales sobre la estructura.

4.2.1- PORCENTAJE DE LESIONES ESTRUCTURALES: el forjado de hormigón armado es el elemento estructural más sensible, seguido por las Vigas. Los pilares ocupan un discreto tercer puesto mientras que la patología de los voladizos, los muros y cimentación ha resultado meramente anecdótica.

Dado que vigas, voladizos y forjados conforman un único sistema estructural en la mayoría de los casos, se concluye que la estructura horizontal engloba del orden del 75% de los daños.

4.2.2- PORCENTAJE DE EDIFICIOS AFECTADOS: ha quedado estadísticamente demostrado que el número de edificios afectados por los daños de la patología del forjado alcanzan prácticamente la mitad de la población.

4.2.3- SINTOMATOLOGIA: la más relevante de la muestra, sin lugar a dudas, ha sido la deformación excesiva acumulando un 44% del conjunto. El segundo síntoma más importante con un 16% consistiría en la fisuración de elementos, si bien este fenómeno está íntimamente vinculado con la deformación excesiva. El tercer grupo aglutina la sintomatología relativa a la degradación del hormigón armado: el desprendimiento del recubrimiento, las eflorescencias, la carbonatación y la corrosión de las armaduras con un 36% del conjunto.

4.2.4- CAUSAS: la causa de patología estructural predominante es, sin lugar a dudas, la sección insuficiente, resultando el origen principal en un 68% de las lesiones en forjados, un 44% en las de vigas y un 42% en los voladizos.

En segundo término también adquiere gran relevancia el ataque químico sobre elementos expuestos con un 30% del conjunto, distribuidos en un 10% en forjados, un 33% en las vigas, un 85% en los pilares y un 32% en los voladizos

En otro orden de magnitud se sitúan como causas de las lesiones la cuantía insuficiente o el armado incorrecto (10%), las humedades (8%) y los asientos diferenciales (5%).

4.2.5- INCIDENCIA DE LA LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL EDIFICIO: se constatan porcentajes muy relevantes en relación a la degradación del hormigón en los elementos expuestos al ataque químico marino en las áreas costeras de Coruña y Pontevedra.



La distribución analizada también demuestra que, en los elementos flectados y sometidos a deformación, los daños resultan prácticamente uniformes en todo el área gallega.

4.2.6- INCIDENCIA DE LA ANTIGUEDAD DEL EDIFICIO: se ha demostrado que los elementos estructurales manifiestan una clara tendencia al alza de sus lesiones en el periodo estudiado. No obstante, no afecta igual a todos los elementos estructurales:

En los elementos interiores, la deformación excesiva en forjados, con el agravante de la incorporación de la viga plana y el problema de la flecha diferida, es la responsable de una tendencia al alza muy acusada y progresiva en el tiempo (de 5,8% en 1955 al 17,4% en 1995).

En los elementos expuestos el factor más influyente ha sido la degradación del material frente al ataque químico ambiental.

4.2.7- INCIDENCIA DE LA ALTURA DEL EDIFICIO: el porcentaje de lesiones en función del número creciente de plantas solo tiende al alza en los elementos flectados y sometidos a deformación, como el forjado y las vigas.

4.2.8- GRAVEDAD DE LAS LESIONES: los daños son consideradas Leves en el 75% de los casos, Importantes en el 20% y Graves en el 5%. Así, se puede concluir que el 95% de las lesiones no genera una patología de riesgo elevado.

4.2.9- URGENCIA EN LA INTERVENCION: el apremio en la reparación de lesiones se ha considerado: Diferido (inferior a tres años) en el 74% de los casos; Urgentes (inferior a un año), en el 24%; e Inmediatas en el 2%.

4.2.10- INFLUENCIA DEL NUMERO DE PLANTAS: para edificios de cuatro o más alturas sobre rasante, las lesiones asociadas a la deformación excesiva se producen inequívocamente en la primera planta (40%) y, en menor medida, en la segunda (23%) y tercera plantas (12%). La explicación no es otra que la influencia de la acumulación de los arcos de descarga desde las plantas superiores hacia las inferiores a través de las tabiquerías, cuando la planta inferior es diáfana.

4.3- Conclusiones en términos de comparativas estadísticas.

4.3.1- CUANTIFICACION DE LESIONES: a nivel europeo se puede establecer un cierto paralelismo entre esta investigación (edificación residencial) con las principales estadísticas francesas (B.C.S.C.) y belgas (S.E.C.O.). En términos generales, se puede concluir que los resultados son relativamente similares.

4.3.2- ORIGEN TECNICO DE LAS LESIONES: en términos genéricos, las lesiones en el ámbito de la construcción de edificios en Galicia se encuentran en porcentajes similares a los españoles y a los europeos, para los períodos estudiados.

4.3.3- SINTOMATOLOGIA Y CAUSAS DE LAS LESIONES: los valores comparativos entre la situación en España y la situación en Galicia son prácticamente iguales en el ámbito de los dos problemas fundamentales: la deformación excesiva causada por la sección insuficiente y los daños derivados del ataque químico sobre el hormigón.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) REYGAERTS, J. *Comment éviter les dégats de Brussels*, Ed. Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC), Bélgica, 1980.
- (2) ELDRIDGE, H.L. *Defectos comunes en la construcción*, Gustavo Gili - Barcelona, 1982.
- (3) RUANO, J. *Metodología científica del análisis comparativo*, ICTA, 1997.
- (4) GRILO, L. & CALMON, J. L. *Falhas externas em edificações multifamiliares segundo os usuários*, Encontro nacional da tecnologia do construido - Salvador, 2000.
- (5) ANTONELLI, G.R. & CARASEK, H. *Importancia na prevencao de manifestacoes patologicas*, Congreso de patología - Mérida, México, 2003.
- (6) REYGAERTS, J et alli. *Registratie en ordening van bouwgebreken: 1200 problèmes*, Revue nº 3, SBR Report Nº 185, Rotterdam, 1976
- (7) BLEVOT, J. *Pathologie des constructions en beton armé*, Institut Technique du Batiment et Travaux Publics, París, 1974.
- (8) DUFOUR, J - Bureau Securitas. *Etude statistique de 10.000 dossiers de sinistres*. Annales nº378 y 426: Inst. Tec. du batiment et Travaux publics, 1979.
- (9) LERNEN A.B. *Analysen typischer bauschadem aus der praxis*, Fraunhofer IRB - Bonn, Deutschland, 1981.
- (10) SYCODES. *Les causes techniques des désordres de la pathologie dans la construction*. Observatoire des désordres de la Qualité Construction, bulletin d'informations nº1, París, 1984.
- (11) FREEMANN, I. *Building theories from Case study Research*, Building Research Information magazine, nº 15, 1987.
- (12) Vieitez Chamosa, J.A. *Patología Estructural: aspectos químicos, normativa y estadística*. Tesis Doctoral – Esc. Sup. de Ing. Industriales de Bilbao (UPV), 1984.
- (13) Grupo Español de hormigón (GEHO). *Encuesta sobre patología de estructuras de hormigón*. Grupo Español de hormigón - Comisión GT IV - Boletín nº10, 1992.
- (14) Escribano Villán, J. *Siniestralidad arquitectónica: casuística, sintomatología y resultados*. Colegio Oficial de Arquitectos Vasco Navarro, 1993.
- (15) Lamas López, V. *Valoración del Proyecto Estructural de Edificación en Galicia*. Tesis Doctoral, ETSA Coruña, 2001.

