

# Investigación sobre la seguridad frente a incendios en los hospitales españoles: Situación actual y solución propuesta



Sagrario Lantarón-Sánchez

Dr. Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID. Dpto. Matemática e Informática aplicadas a la Ingeniería Civil. Avda. Profesor Aranguren, s/n – 28040 Madrid. Tfno: +34 91 336 66 69.  
sagrario.lantarón@upm.es

Recibido: 08/05/2012 • Aceptado: 08/10/2012

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/5047>

## RESEARCH ABOUT THE SAFETY AGAINST FIRES IN THE SPANISH HOSPITALS: CURRENT SITUATION AND PROPOSED SOLUTION

### ABSTRACT

- In this paper it has been developed the topic of the safety against fires in the spanish hospitals.  
It is studied the current situation in Spain, analyzing on the one hand the code against fires of obliged application and on the other one, realizing studies in the own buildings, which allows to come to real conclusions about the existing situation.  
The previous analysis discovers notable lacks of the code in its application to hospitals, which imply that the current existing situation in these buildings is not the suitable one since, in case of fire, they do not have at their disposal any means for the protection of the occupant in the building, forcing to make a vertical evacuation that should never be considered to be possible.  
As a response to the described situation a solution based on the integration of technologies of passive protection before fires and of active control of the smoke is justified.  
To sum up, it is a question of offering a solution to the protection against fires in hospitals that solves the existing problems at the present time, incorporating the new opportunities offered by technology, at the same time that a greater efficiency is achieved in the used resources.
- **Key Words:** fire safety codes, hospitals fire safety, evacuation, building design vs security, smoke control.

### RESUMEN

En este artículo se ha desarrollado el tema de la seguridad frente a incendios en los hospitales españoles. Se estudia la situación actual en España, analizando, por un lado, la normativa contra incendios de obligado cumplimiento y, por otro, realizando una investigación detallada en los propios edificios hospitalarios, lo cual permite llegar a conclusiones reales sobre la situación existente.

Este análisis descubre notables carencias de la normativa en su aplicación a hospitales, lo cual implica que la situación actual en estos edificios no sea la adecuada, ya que en caso de incendio no hay medios que permitan defender a los ocupantes en el mismo edificio forzando a realizar una evacuación vertical que nunca debería ser considerada como posible.

Como respuesta a la situación descrita se justifica una solución basada en la integración de tecnologías de protección pasiva ante incendios y sistemas de control activo del humo.

En suma, este artículo ofrece un estudio actual de la situación real existente en los hospitales españoles ofreciendo una solución que resuelva los problemas existentes, incorporando las nuevas oportunidades que ofrece la tecnología al mismo tiempo que se consigue una mayor eficiencia en el uso de los recursos.

**Palabras Clave:** normativa de seguridad frente incendios, seguridad frente incendios en hospitales, evacuación, diseño del edificio vs seguridad, control del humo.

## 1. INTRODUCCIÓN

Un hospital es un edificio singular, principalmente porque sus ocupantes son enfermos, con capacidades físicas o psíquicas mermadas y en muchas ocasiones conectados a aparatos necesarios para su supervivencia. Por tanto, la respuesta ante una situación de incendio en estos edificios también debe ser distinta a otros. Las normativas al respecto deben contemplar esta particularidad y ofrecer soluciones adaptadas.

El propósito del estudio presentado en este artículo es analizar la situación real, en cuanto a seguridad frente incendios, presente en los hospitales españoles, teniendo para ello que estudiar la normativa nacional contra incendios en su aplicación a hospitales y, por otro, realizar una investigación de campo en los propios edificios hospitalarios, constatando las carencias principales y ofreciendo una solución alternativa que se adapte a las características de estos edificios particulares.

## 2. PARTICULARIDADES DEL EDIFICIO HOSPITALARIO

La actividad desarrollada en los edificios hospitalarios provoca un riesgo de incendio que difiere notablemente del existente en edificios con cualquier otro uso. Un hospital moderno es una auténtica empresa, donde a la organización de servicios médicos y asistenciales se une la de los servicios de hostelería, lavandería, limpieza, almacenamiento de diversos materiales, entre otros, lo que provoca la utilización de múltiples productos capaces de provocar un incendio. Además existen variadas instalaciones especiales: sistemas de fluidos térmicos, gases medicinales, tratamientos de residuos, debiendo cuidarse el diseño, utilización y mantenimiento de estas instalaciones de forma adecuada [1]. Además, con la actual normativa de medidas frente al tabaquismo, existe un riesgo de incendio provocado por el hábito de fumar en zonas no habilitadas a tal fin.

Según NFPA [2] la carga de combustible en un hospital se localiza principalmente en los recintos dedicados a despachos de médicos, librerías de textos médicos, archivo de radiografías, almacenes de ropa de cama, almacenes en general, etc., quedando identificados como zonas con un potencial de combustión intermedio, al tener combustibles en suficiente cantidad para producir incendios de una a tres horas de duración. Además, la utilización de materiales desechables va en aumento, produciendo un incremento de la carga de fuego en almacenes y zonas de desperdicios [3]. Por tanto la carga de fuego en hospitales se puede considerar importante en diferentes zonas.

Pero lo que realmente hace diferente a un hospital del resto de edificios son sus ocupantes. Las instituciones hospitalarias se utilizan para el tratamiento de personas que sufren enfermedades físicas o mentales, pudiendo establecerse tres tipos de cuidados: ambulatorio, general y de cuidados intensivos. Dándoles las correctas instrucciones, y, a no ser que el humo o el calor sea intenso, los pacientes

ambulantes pueden encontrar su propia forma de ponerse a salvo. Los pacientes de atención general pueden ser transportados en camillas o en sillas de ruedas con cierta dificultad; el traslado horizontal es posible pero el vertical sería peligroso y complicado. Los pacientes en cuidados intensivos están corrientemente conectados a una variedad de aparatos accesorios, haciendo que el movimiento, incluso para muy cortas distancias, sea muy difícil, y su evacuación vertical prácticamente imposible sin poner en riesgo las vidas de dichos pacientes [4].

Uno de los principales factores para estimar la facilidad con que un edificio pueda ser evacuado es la movilidad de sus ocupantes [5,6]. Por tanto, la evacuación de los pacientes de un hospital es una tarea complicada. Este hecho se ha constatado en la práctica, ya que en entrevistas mantenidas con diferentes directores de complejos hospitalarios españoles, la mayoría de ellos no ven factible la evacuación de su centro ante una emergencia de incendio y por otro lado, en los hospitales actuales, por lo general, no existen medios eficaces para defender a los ocupantes sin recurrir a una evacuación.

De esta discusión se deduce que las técnicas de seguridad contra incendios en hospitales deben enfocarse a intentar mantener alejado el fuego, y sus efectos, de los ocupantes más que a procurar trasladar a los enfermos lejos del mismo, es decir se debe buscar una estrategia de “*defend-in-place*” [7].

## 3. EL HUMO EN CASO DE INCENDIO

Cuando se produce un incendio en un edificio, el humo y los gases de combustión constituyen el peligro más grave para la vida de los ocupantes. Esta afirmación se ha constatado estadísticamente [8, 9].

El humo (gases y partículas sólidas y líquidas producidas cuando un material sufre una pirólisis o combustión [10]) se extiende con gran rapidez y facilidad por el edificio alcanzando en breve tiempo zonas alejadas del origen del incendio, por lo que el riesgo inherente al humo puede llegar a todos los ocupantes del edificio si no se disponen las medidas adecuadas.

La respuesta lógica ante una situación de incendio en un edificio es la evacuación, sin embargo, los hospitales, debido a las características descritas, deberían considerarse como edificios inevacuables. Por tanto, para estos tipos de edificios, es indispensable disponer medidas que logren mantener alejado el humo de las personas durante el suceso del incendio. Para tal fin se desarrollaron las técnicas de control del humo.

## 4. TÉCNICAS DE CONTROL DEL HUMO

Las técnicas de control del humo tratan de minimizar el riesgo producido por el humo, incidiendo en su facilidad de

extensión. Así, se puede direccionar el humo hacia zonas no peligrosas, confinarlo en recintos o evitar que penetre en un sector determinado. Por tanto, se puede evitar que los ocupantes entren en contacto con estos productos de la combustión, permitiendo que permanezcan a salvo dentro del edificio en recintos protegidos o que, si es el caso, procedan a la evacuación de forma segura. La tecnología de control de humo se comenzó a desarrollar hace décadas, encontrando múltiples referencias de este tema en la literatura [11-20].

En la actualidad son admitidos dos procedimientos para dominar el humo: el control activo y el pasivo. Se ofrecen a continuación las características principales de estas técnicas, pudiéndose complementar la información en [25].

#### 4.1. CONTROL PASIVO DEL HUMO

Las técnicas de control pasivo del humo se basan en la utilización de medios constructivos adecuados que dividan el edificio en diferentes zonas denominadas sectores de incendio. La compartimentación debe ser completa en todo el recinto, de tal forma, que si existen canalizaciones que puedan comunicar éste con otro espacio también deben aislarse adecuadamente.

Las barreras que se utilicen para la sectorización del edificio deben ofrecer esta continuidad y además ser estables ante las fuerzas físicas y térmicas que se producen en un incendio así como resistir las posibles deformaciones de las estructuras.

En la práctica, es muy común que las barreras fracasen porque no hayan sido atendidas o porque hayan aparecido penetraciones en ellas. Por ejemplo, la resistencia al fuego de una unión entre piso y techo de 3 horas puede ser anulada debido a un gran número de bolsas que se hubieran formado a través de ellos. La resistencia al fuego de un tabique de 2 horas se pierde cuando se deja abierta una puerta. Además pueden producirse fallos en los selectores de cierre de las puertas cortafuego.

Por tanto, es fundamental que la barrera obtenga un mantenimiento adecuado, pero además, cuando se requiera un control efectivo del humo, como en edificios en los que no se vaya a proceder a una evacuación, en previsión de fallos en las barreras o para solventar las aperturas lógicas de las puertas en las entradas y salidas de los recintos, es necesario complementar las técnicas de control pasivo con otras que ayuden a controlar el movimiento del humo de manera segura. De esta forma aparecieron las técnicas de control activo del humo.

#### 4.2. CONTROL ACTIVO DEL HUMO

Las técnicas de control activo del humo utilizan las barreras constructivas propias de los sistemas de control pasivo en unión con mecanismos de eliminación del humo o de control de su movimiento. Entre las principales técnicas existentes en la actualidad se puede destacar:

- a) Ventilación. Puede ser natural o mecánica y permite la eliminación del humo, los gases y el calor de las distintas zonas del edificio.

- b) Presurización. Consiste en el uso de diferencias de presión de aire a través de las barreras para controlar el movimiento del humo. Como resultado se producen flujos de aire a través de las aberturas que puedan existir en las barreras haciendo que el humo no traspase la barrera por estos orificios.

En el caso de diseñar un sistema de este tipo se deben conocer una serie de datos de diseño, tales como diferencias de presión máximas y mínimas admisibles a través de las barreras. Estos datos pueden consultarse en las tablas ofrecidas en [25], [21], [22] y [23].

El concepto de presurización es aplicable a las cajas de escalera, a las cajas de ascensores y a la presurización por zonas. Se va a detallar la última técnica por su aplicación directa al caso hospitalario, tal como se describirá más adelante.

El control del humo basado en la zonificación consiste en la división del edificio en una serie de zonas, conocidas como zonas de humo. Cada una de ellas constituirá un compartimento formado por elementos constructivos, cuya resistencia al fuego, permita aislar en la zona el fuego y humo provocados por el incendio hasta que éste pueda ser controlado. Se debe garantizar la integridad de estos compartimentos durante el tiempo de duración estimado del incendio así como que la compartimentación sea efectiva en todo el perímetro del recinto. Cada zona de humo puede componerse de una planta o más de una, asimismo una planta puede contener varias zonas de humo. La elección del número y disposición de las zonas de humo depende del tipo de edificio y del uso al que va a ser sometido; en cada caso se deberá elegir la opción más adecuada. Algunas disposiciones típicas de las zonas de humo se ilustran en [25]. La forma óptima de operación de este sistema sería la que se indica a continuación: se activarán los detectores de incendio dispuestos en la zona que quede amenazada, de esta forma se activaría la alarma en el panel central de control. Este sector se señalaría como zona de humo. A partir de aquí se utilizará un sistema activo para el control del humo que genere una presurización positiva en todas las áreas salvo en la señalada como zona de humo, o al menos en las áreas adyacentes a ésta, para evitar la extensión del humo desde el sector en el que se ha iniciado el incendio al resto del edificio, complementando de esta forma la función compartimentadora de los elementos constructivos. Sin embargo, la zona de humo debe ser evacuada inmediatamente hacia zonas adyacentes.

## 5. INVESTIGACIÓN REALIZADA EN LOS EDIFICIOS HOSPITALARIOS

Es evidente que antes de establecer las medidas que traigan consigo la mejora de la seguridad contra incendios en los hospitales españoles, es necesario constatar cuál es el estado actual en los mismos. Partiendo de este análisis se pueden examinar los fallos existentes, indicando el origen de éstos y posteriormente recomendar vías que impliquen una mejora.

Para proceder a este estudio se han examinado un número significativo de hospitales españoles. Se han seleccionado veinte hospitales de manera que se obtenga una variabilidad en la muestra en cuanto a fecha de construcción y origen del capital. Tomando como referencia la fecha de entrada en vigor del actual *Código Técnico de la Edificación* (2006), el 20% de los hospitales seleccionados son de construcción posterior a este año, el 40% son hospitales modernos pero con fecha de construcción anterior a 2006 y el resto son hospitales más antiguos que han sufrido remodelaciones. El 60% de los hospitales estudiados son públicos y el 40% privados. El estudio se basa en una metodología utilizada en investigaciones anteriores realizadas por la autora [24], ampliándolas y trasladándolas al año actual (2012). La técnica utilizada ha consistido en estudiar “*in situ*” el edificio y sus instalaciones, realizando posteriormente una labor descriptiva de las situaciones encontradas. En este estudio se ha contado con la ayuda del personal de mantenimiento de cada hospital, que ha facilitado el acceso a los planos del edificio, ha guiado las visitas por los distintos recintos y ha resuelto las dudas planteadas. Para esta parte del trabajo, por tanto, se ha utilizado una metodología de investigación que permita presentar la descripción de los aspectos más significativos sobre la seguridad frente incendios de estos edificios, haciendo una comparación con las prescripciones exigidas en la normativa nacional de obligado cumplimiento, *Código Técnico de la Edificación* (DB SI-Seguridad en caso de incendio). Para exponer los resultados de una forma clara se ha clasificado el tema global de la seguridad frente incendios en cinco aspectos fundamentales:

- Medios de protección activa contra incendios: se analiza la cantidad y ubicación de dispositivos tales como extintores, bocas de incendio equipadas, columna seca, hidrantes, etc.
- Instalación de detección y alarma: se estudia la disposición de detectores de humo y pulsadores de alarma.
- Plan de emergencia y señalización de emergencia: se analiza si el edificio cuenta con un plan de emergencia y si está siendo aplicado. Además se estudia la señalización de emergencia existente.
- Protección pasiva frente incendios: se investiga la existencia y características de la compartimentación en sectores de incendio del edificio y si los materiales constructivos empleados son adecuados en cuanto resistencia y estabilidad al fuego.
- Evacuación: se estudia si los medios de evacuación tales como puertas, pasillos y escaleras cumplen las condiciones exigidas en cuanto a número, anchura y distancias máximas de evacuación.
- Control activo del humo: se analiza la existencia de algún dispositivo de control activo del humo.

Se han obtenido las siguientes conclusiones generales para el conjunto de hospitales analizados:

- Medios de protección activa contra incendios.  
Se observa una disposición adecuada de extintores,

bocas de incendio equipadas, hidrantes y columna seca. En algún caso particular se puede encontrar una pequeña carencia de algunos de ellos pero sin llegar a ser de gran importancia. Los agentes extintores utilizados también son apropiados.

- Instalación de detección y alarma.  
Los elementos, pulsadores de alarma y detectores de humo, se encuentran en disposición y condiciones de funcionamiento oportunas. En algunos casos particulares se observan pequeñas carencias en cuanto al número de dispositivos, pero sin que podamos considerarlas como graves.
- Plan de emergencia y señalización de emergencia.  
En la mayor parte de los hospitales existe un plan de emergencia implantado aunque fallan los simulacros de emergencia. La señalización de emergencia es la adecuada.
- Protección pasiva.  
Existe compartimentación en sectores, pero los sectores de incendio indicados como tales en algunos edificios no cumplen las condiciones normalizadas en cuanto al grado de resistencia al fuego que deben ofrecer los paramentos delimitadores.
- Evacuación.  
Las distancias de evacuación son demasiado elevadas y, además, no se disponen las superficies previas a cada caja de escalera o en el interior de ella según los ocupantes asignados. La anchura de las escaleras tampoco es la correcta según la exigida por la norma debido a los ocupantes asignados.
- Control activo del humo.  
No se encontró en ningún hospital la existencia de una instalación de control activo del humo.

Por tanto, del estudio global realizado se puede concluir que en la investigación de campo cometida en los hospitales españoles se ha constatado el cumplimiento de las condiciones de lucha activa contra incendios y de detección y alarma, pero se encontró una situación preocupante, ya que en algunos de los hospitales estudiados se observa que no se cumplen las especificaciones en cuanto a sectorización y en todos ellos se produce un incumplimiento de aspectos relativos a distancias de evacuación y superficies y anchuras destinadas a evacuación.

Si se realiza una comparación con la situación encontrada hace 10 años [24] podemos concluir que ha mejorado la situación en los tres primeros ítems estudiados, ya que entonces se observaban carencias en todos los aspectos. Sin embargo, se siguen sin cumplir las especificaciones referentes a evacuación.

Las especificaciones de la norma que son generalmente incumplidas se asocian al diseño del edificio: distancias de evacuación que determinan el número de escaleras a implantar; superficies destinadas a evacuación, etc.

Es necesario, por tanto, estudiar la normativa a este respecto y comprobar si las condiciones exigibles en estos aspectos son viables en cuanto a su cumplimiento, o su

inviabilidad implica que no se instauren durante la fase de diseño del edificio.

En cuanto a la tecnología de control del humo, en los hospitales españoles no existen instalaciones dispuestas para controlar o eliminar el humo en caso de incendio. Las instalaciones de aire acondicionado y ventilación presentes en el edificio responden de forma pasiva ante un incendio (se detiene la instalación). Se observa, por tanto, que esta tecnología no está implantada y, sin embargo, resulta crucial para suministrar al hospital la seguridad contra incendios adecuada a sus particularidades.

## 6. ANÁLISIS DE LA NORMATIVA ACTUAL

Después del análisis del *Código Técnico de la Edificación* (DB-SI: Seguridad en caso de incendio) [26], podemos ofrecer las siguientes conclusiones: aunque en la norma se afirma que la evacuación vertical en edificios hospitalarios no debería considerarse, en su desarrollo no se disponen las medidas adecuadas para conseguir este objetivo.

La única medida dispuesta para efectuar el control del fuego y el humo, y así evitar la evacuación vertical, es la compartimentación mediante elementos constructivos. Esta medida, por sí sola, no consigue el efecto que se propone, ya que el humo se extiende con extrema facilidad aprovechando cualquier fisura o discontinuidad de los elementos compartimentadores, y necesitaría ser complementada por otras técnicas (control activo) que no se contemplan en la normativa.

Por tanto, no se elimina la evacuación vertical, considerándose como una opción posible y estableciendo así disposiciones para facilitar ésta.

Los medios establecidos para favorecer la evacuación vertical inciden negativamente en factores económicos y funcionales:

- Aumenta el número de vías verticales de evacuación, lo que incide en el diseño y coste del edificio.
- Establece superficies elevadas en escaleras y sectores de incendio para proceder a la evacuación paulatina. Estas superficies no se utilizan en situación de operación normal del edificio: incide en el diseño y coste del edificio.

El establecimiento de las medidas anteriores implica una modificación del diseño del edificio que inicialmente se hubiera elegido sin considerar la seguridad contra incendios. Es más, la pérdida de superficie expuesta y el aumento del número de vías verticales de evacuación supone un elevado coste económico que no implica un aumento de la seguridad, ya que estas condiciones se establecen para facilitar una evacuación que nunca debe llevarse a cabo en un hospital.

A modo de ejemplo, un hospital de 2000 m<sup>2</sup> en planta y 8 plantas, necesitaría instalar 5 cajas de escalera, y la superficie que habría que reservar previa a las cajas de escalera en el total del edificio sería de 2200 m<sup>2</sup>. Luego supone tener un 14% de superficie sin uso en caso de situación normal

del edificio. A esto habría que sumarle el gran número de escaleras que habría que disponer.

La influencia tan negativa de las disposiciones anteriores en factores económicos y funcionales del edificio supone que no sean cumplidas por la mayoría de los diseñadores de estos edificios, tal como se ha demostrado en la investigación en los hospitales.

## 7. RESULTADOS: SOLUCIÓN PROPUESTA

Se ha demostrado que el enfoque de la normativa española de obligado cumplimiento es erróneo, ya que impone unas restricciones muy exigentes para facilitar la evacuación del edificio cuando ésta no debería ser considerada. Dadas las características de los ocupantes de estos edificios facilitar la evacuación implica aumentar radicalmente las anchuras de pasillos y escaleras, disminuyendo a su vez las distancias de evacuación. Se ha constatado la inviabilidad del cumplimiento de estas prescripciones, que influyen negativamente en aspectos funcionales y económicos y que además no logran defender a los ocupantes de estos edificios.

Se propone, por tanto, un giro en el enfoque de la seguridad frente incendios en la normativa, que debe basarse en el concepto de defensa en el mismo lugar. La evacuación vertical no se considerará en ningún caso, debiendo realizarse únicamente de forma horizontal, en la misma planta de origen y para pequeñas distancias.

El éxito de los sistemas de control de humo para el manejo de éste en hospitales ha sido comprobado [18,20]. Sin embargo, se debe elegir la metodología óptima que consiga el objetivo principal en este tipo de edificios: minimizar el movimiento de los ocupantes debido al incendio. Para ello, analizada la tecnología de control del humo, la solución a adoptar debería ser la de control de humo basado en la zonificación del edificio, estableciendo varias zonas por planta y reduciendo la evacuación al traslado de los ocupantes desde la zona del incendio a las adyacentes.

Este sistema complementa la técnica de control pasivo del humo con técnicas activas de presurización, y particularmente debe cumplir las siguientes características:

1. Estudiando la disposición en planta existente en el edificio del hospital, se proyectarán un número determinado de zonas de humo por planta. Cada zona de humo constituirá un sector de incendio con elementos constructivos que ofrezcan una resistencia al fuego mínima RF-120.
2. En caso de producirse un incendio y una vez conocida la zona específica en la que se está desarrollando, se efectuará una presurización positiva en todas las zonas de humo del edificio, salvo en la que se ha producido el incendio.
3. La presurización se puede realizar a través del sistema de aire acondicionado y ventilación del edificio o de un sistema exclusivo. Para ello este sistema deberá estar

preparado para suministrar los flujos de aire necesarios para facilitar una presurización mínima aproximada de 25 Pa [25]. Asimismo, podrá independizar su uso a tantos espacios como zonas de humo se hayan descrito.

Además del sistema de control del humo por zonificación, se debe instalar en el edificio al menos una caja de escalera presurizada. Aunque no se vaya a proceder a la evacuación de los enfermos, esta escalera será utilizada por el servicio de bomberos y por personas que puedan salir del edificio independientemente.

## 8. CONCLUSIONES

Los hospitales son edificios particulares, cuyos ocupantes son personas que no pueden responder adecuadamente ante la amenaza de un incendio. La evacuación se debe limitar a recorridos horizontales en la misma planta en la que se encuentren. La solución de seguridad frente incendios en hospitales debe conseguir este objetivo.

Las normas actuales de obligado cumplimiento en España sólo exigen la disposición de medidas de protección pasiva. Con estas medidas no se puede mantener a los ocupantes en su lugar y, por ello, se añaden exigencias muy estrictas para facilitar la evacuación del edificio. Estas disposiciones además de ser infructuosas interfieren tanto en el diseño del hospital que provocan su incumplimiento generalizado, según se ha comprobado en el estudio detallado que se realizó en los propios edificios.

Por todo ello, es necesario que se impongan cambios en la normativa, exigiendo implantar medidas de control pasivo y activo del humo integradas adecuadamente para que se evite la evacuación vertical de los ocupantes en caso de incendio.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] NFPA 99: Health Care Facilities Handbook, 2005 Edition.
- [2] NFPA 1. Fire Code Handbook. 2009 Edition.
- [3] Lloria Gracia P et al. "Incendios en hospitales. Plan integral en el Hospital General Universitario de Valencia: Manual de asistencia sanitaria en catástrofes". Editorial Libro del año. Madrid (1992) p.239-247
- [4] Bagaria J, Heggi C, Abrahams J. "Evacuation and Sheltering of Hospitals in Emergencies: A Review of International Experience". Prehospital and Disaster Medicine. Vol.24 -5. (2009) p.461-467.
- [5] Kobes M. "Een bouwkundig perspectief op evacuatie uit gebouwen, in: R. van derBrand (Ed.), Zelfredzaamheid in fysieke veiligheid van burgers: Verkenningen". Nibra Publicatiereeks nr. 18. Nibra, Arnhem, 2005 [An architectural perspective on building evacuation, in: Resilience and physical safety of citizens: explorations].
- [6] Oomes E. "Mobiliteit". Article in: 'Ome Ed', December 2006 [Mobility].
- [7] Kobes M et al. "Building safety and human behaviour in fire". Fire Safety Journal Vol.45 (2010) p.1-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.firesaf.2009.08.005>
- [8] Committee on fire Toxicology, Board of Environmental Studies and Toxicology Commission on Life Sciences. "Fire and Smoke: Understanding the hazards". National Research Council, National Academy Press, Washington, DC. (1986).
- [9] Hasegawa H. "Characterization and toxicity of smoke". Symposium sponsored by ASTM Committee E-5 on Fire Standards. Phoenix (1988).
- [10] ASTM E176 - 09a Standard Terminology of Fire Standards (2009)
- [11] Klote JH & Center for Fire Research "An overview of smoke control technology" [microform]. John H. Klote U.S. Dept. of Commerce, National Bureau of Standards, National Engineering Laboratory, Center for Fire Research. (1987)
- [12] Klote JH. "Fire experiments of zoned smoke control at the Plaza Hotel in Washington". D. C. ASHRAE Transactions. [0001-2505] (1990)
- [13] Gordon Butcher E. *Smoke control in fire safety design*. London. (1979) 178 p. ISBN: 0419111905
- [14] Klote JH. "Design of smoke control systems for elevator fire evacuation including wind effects". Proceedings, 59, 2nd Symposium, American Society of Mechanical Engineers. April,19-21,Baltimore (1995)
- [15] Klote JH. "Fire and smoke control: An Historical Perspective". ASHRAE journal, Vol. 36-7, (1994) p.46-50.
- [16] Klote JH, Fothergill J. *Design of smoke control systems for buildings*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers, Inc. (1953)
- [17] Anderson SA. "Control techniques for zoned pressurisation", ASHRAE Transactions Vol. 93 (1987) p. 1123-1139.
- [18] Klote JH. *Field Tests of the Smoke Control System at the San Diego VA Hospital*. National Bureau of Standards. (U.S.), NBSIR 84-2948 (National Bureau of Standards Information Report) (1984).
- [19] Klote JH. *Smoke control at Veterans administration hospitals*. National Bureau of Standards. National Engineering Laboratory. Center for Fire Research. Gaithersburg (1986) 98 pages.
- [20] Hägglund B, Wickström U. "Smoke control in hospitals—A numerical study". Fire Safety Journal, Vol. 16-1, (1990) p.53-63
- [21] NFPA 92a: Standard for Smoke-Control Systems Utilizing Barriers and Pressure Differences (2009)
- [22] NFPA 101 Life Safety Code, 2012 Edition.
- [23] Manual de Control de Humo ASHRAE.
- [24] Lantarón-Sánchez S. "Optimización de factores económicos, de seguridad contra incendios y de implantación funcional en los hospitales. Particularización a la protección pasiva considerando las instalaciones de control de humo". Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, 2002.
- [25] Lantarón S, Díaz R. "La ventilación y su aplicación tecnológica al control del humo en la protección contra incendios". DYNA Ingeniería e Industria. Enero 2006. Vol. 81-1 p.43-49.
- [26] Código Técnico de la Edificación (DB-SI: Seguridad en caso de incendio).