

# SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN EDIFICIOS CON ATRIO

(FIRE SAFETY IN BUILDINGS WITH ATRIA)

George Faller

Especialista en Ingeniería Contra Incendios. Arup Fire, Madrid

Fecha de recepción: 10-VI-03

ESPAÑA

407-8

## RESUMEN

*Cada vez se utilizan más atrios para mejorar el ambiente dentro de los edificios. Sin embargo, las normativas actualmente vigentes en España no ofrecen soluciones para abordar los riesgos -en caso de incendio- en este tipo de edificios.*

*El borrador del nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE) plantea una serie de medidas de seguridad contra incendios en atrios, basada en el planteamiento seguido en por las normas británicas. Para simplificar la aplicación de dichas medidas, se fijan algunas características del edificio y se ofrecen soluciones basadas en medidas obtenidas de una tabla. Como es era de esperar con este tipo de planteamiento, la facilidad de aplicación va en detrimento de la flexibilidad, y resulta que con las soluciones prescritas el diseñador no puede conseguir la forma deseada en el edificio.*

*Este artículo trata de ilustrar las restricciones que conllevan un planteamiento prescriptivo para la seguridad contra incendios en atrios, y plantea una alternativa basada en la ingeniería contra incendios, la cual ofrecerá más flexibilidad de diseño al arquitecto.*

## SUMMARY

*Atria are commonly used in the design of buildings to improve the environment of the space. Nevertheless the current Spanish codes do not address the fire safety concerns associated with this type of building.*

*A new draft code, the "Código Técnico de la Edificación" (CTE), proposes a series of measures to address the issue of fire safety in atria, based on the approach adopted by the British atrium code. In order to simplify the application of the measures, buildings are classified according to use and appropriate measures are presented in a tabulated format. As could be expected from such an approach, the simplification of the process imposes limits on design flexibility, and given a set of prescribed solutions, the designer would often not be able to achieve the ideal building form.*

*This article discusses the limits of a prescriptive approach to fire safety in buildings with atria, and describes an alternative approach based on fire engineering principles that offers the architect more design flexibility.*

## 1. Introducción

El uso de atrios en los edificios comenzó a hacerse popular en los años 70 y, en general, se atribuyó a un deseo de

llevar la luz natural dentro al interior de los espacios profundos. Se pretendía, asimismo, desarrollar un elemento arquitectónico capaz de proporcionar una zona de entrada

común impresionante o crear un espacio agradable y accesible desde varias plantas. La protección ambiental en el interior del atrio ofrece a los arquitectos interioristas un ámbito mucho más amplio a fin de seleccionar los acabados para estas zonas.

Las posibilidades que ofrece un atrio para la ventilación natural del edificio se consideró, inicialmente, como característica secundaria. No obstante, hoy día, con la tendencia de explorar nuevos diseños de edificios más eficientes desde el punto de vista energético, la ventilación natural se está convirtiendo rápidamente en una de las principales razones para incorporar un atrio en un edificio.

## 2. Preocupaciones de las Autoridades

En sus inicios, se tendía a considerar la fachada dentro del atrio como una fachada externa y no era evidente que hubiera un incremento del riesgo a causa de un incendio, ni que se extendiera a través del recinto cerrado. Sin embargo, a medida que el uso de atrios ha aumentado, las autoridades responsables de la seguridad contra incendios, pronto se dieron cuenta que ésta era una nueva característica para los edificios, la cual no era contemplada por los códigos tradicionales.

El humo que penetra en un atrio está contenido dentro de un recinto de varias plantas de altura. El volumen de humo producido aumenta con la altura de elevación de la columna de humo. Por lo tanto, quienes ocupen los niveles superiores de dichos edificios podrían verse afectados por una acumulación de humo en su espacio a un ritmo mucho más rápido que aquéllos que ocupan los niveles inferiores, o de quienes estén en un edificio con una "altura de techo más común", como contemplan los códigos. Los efectos de una acumulación rápida de humo en los niveles superiores era un tema importante que preocupaba a las autoridades responsables de la seguridad contra incendios.



Figura 1.- Atrio en el edificio Fundación Caixa Galicia, a Coruña. (©Nicholas Grimshaw & Partners Ltd).

Otra preocupación era que las recomendaciones tradicionales sobre compartimentación estaban siendo infringidas por el atrio. Todas las plantas que abren al atrio están, en efecto, unidas dentro de un gran sector que, en general, excederían con gran diferencia las dimensiones recomendadas en los códigos. Las fachadas exteriores sin resistencia al fuego no se considerarían como un riesgo mayor respecto a la compartimentación entre plantas, puesto que la mayor parte del calor que generaría un incendio que penetrara a través de la fachada se disiparía al aire libre. Con la incorporación de un atrio, las autoridades se interesaron por la propagación de los incendios entre las plantas debido a la radiación y al humo caliente atrapado en el interior del recinto.

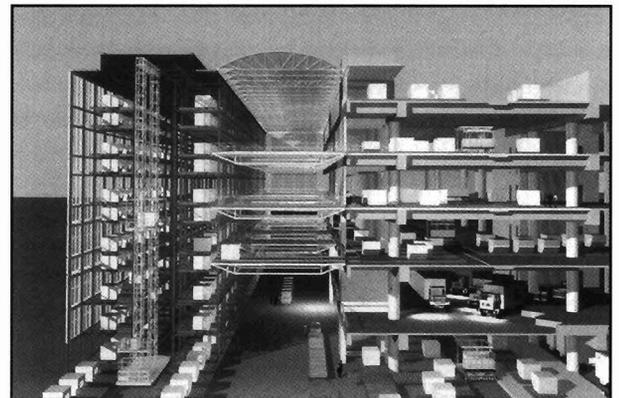


Figura 2.- Nave de HACTL, Hong Kong Intl. Airport. (©Foster & Partners).

## 3. Respuesta a las preocupaciones

La respuesta de las autoridades británicas fue desarrollar un nuevo código que abordara de forma específica el tema de la seguridad contra incendios en los edificios con atrio; BS 5588: Parte 7:1997. Este código se basa en principios de ingeniería de incendios e identifica, como su objetivo principal, proporcionar medidas "que aseguren que la incorporación de un atrio en un edificio no presenta un riesgo añadido para la vida a consecuencia de la propagación del fuego y del humo".

El código presenta una gama de soluciones de diseño que se basan en el hecho de prever que los ocupantes estén:

- despiertos y familiarizados con el edificio (p. ej. un edificio de oficinas);
- despiertos, pero no necesariamente familiarizados con el edificio (p. ej. un centro comercial);
- en peligro por estar durmiendo (p. ej. un hotel); o
- necesitados de atención médica o de cuidados de enfermería (p. ej. una residencia de ancianos).

Basado en ciertas características del edificio (la altura del atrio, el tipo de separación entre el atrio y los recintos adyacentes, la carga de fuego en el atrio) y en las estrate-

gias de protección (estrategia de evacuación, sistema de detección y alarma contra incendios, ventilación y sistema de extinción), el código presenta una serie de organigramas del proceso de toma de decisiones para guiar al diseñador a un conjunto adecuado de medidas de protección. Los organigramas del proceso de toma de decisiones están apoyados por tablas que resumen los requisitos técnicos de las soluciones identificadas, estos requisitos también se presentan en formato gráfico.

La Figura 3 a continuación ofrece un ejemplo de una solución modelo, presentada gráficamente de BS 5588 Parte 7. En esta solución se contempla un edificio de oficinas típico, en el cual, la planta más alta que da al atrio, se encuentra a una altura menor de 18 m. La carga de fuego en el nivel del suelo, dentro del atrio, puede ser la misma que la de la zona de oficinas que la rodea.

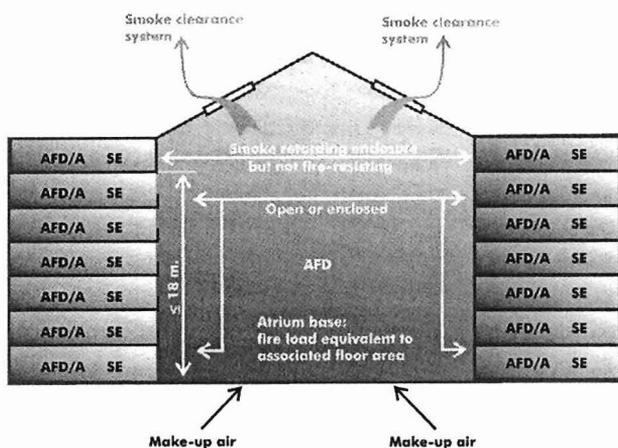


Figura 3.- Solución modelo de BS5588 Parte 7 que muestra las medidas para un edificio de Oficinas.

Las condiciones de diseño para este caso son las que se presentan a continuación:

- detección automática de incendios y sistema de alarma en todo el edificio
- evacuación simultánea del edificio
- las personas lejos del borde del atrio
- la planta superior debe ser cerrada con una construcción resistente al humo
- debe proporcionarse un sistema de evacuación de humo como ayuda para los bomberos
- debe suministrarse en el nivel bajo aire de entrada, con un área, como mínimo, igual a la de las salidas de ventilación,

#### 4. Diseño de atrios en España

En la actualidad los códigos principales en España como el NBE-CPI/96 a nivel estatal o el "Reglamento de Prevención de Incendios" de la Comunidad de Madrid, no abordan el tema de la seguridad contra incendios para edificios con atrio. Ha habido intentos de abordar el tema con

atrios definiéndolos como "espacios exteriores seguros" y proporcionando medidas adecuadas para tales espacios. Sin embargo, se ha reconocido que tal método no trata adecuadamente los riesgos específicos asociados con los atrios.

El nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE), que actualmente está en fase de desarrollo, ofrecerá orientación sobre los atrios en un futuro cercano. Existen una serie de "Documentos de Aplicación del Código" (DAC) que se están desarrollando en paralelo con el CTE. En el DAC SI: Seguridad contra incendio, en su sección "SI4-Evacuación en caso de incendio", el tema de los atrios se aborda siguiendo las mismas líneas que el método BS 5588 Parte 7.

#### 5. Limitaciones del método de código

Aunque el método británico se basa en principios de ingeniería de incendios y establece claramente los objetivos para un diseño de seguridad contra incendios de un edificio con atrio, posteriormente trata de simplificar las cosas para el diseñador al proporcionar soluciones modelo para una gama de aplicaciones lo más amplia posible. Esto lo hace a través de 17 organigramas del proceso de toma de decisiones relacionados con 7 tablas que tratan de orientar al diseñador hacia un conjunto adecuado de medidas para un edificio concreto. Como ayuda adicional ofrece 28 representaciones pictóricas, del tipo de las que se muestran en la Figura 3, anteriormente citada, con el fin de ilustrar opciones diferentes.

En el DAC SI4 el conjunto de soluciones se resumen en siete tablas, una para cada combinación de uso de edificio y estrategia de evacuación que se considere. En el caso de que no pueda encontrarse una solución que coincida exactamente con el edificio en estudio, el código aconseja, que si se considere adecuada, se adopte la solución modelo del caso más desfavorable que resulte más próxima.

A pesar de estos intentos de abordar el mayor número posible de combinaciones diferentes en los códigos, en la mayoría de los casos no se encontrará un par exacto a cada atrio particular entre las soluciones modelo. Las autoridades británicas se han dado cuenta que han fracasado en su meta de simplificar el diseño por medio de muchas soluciones modelo, y un nuevo borrador de la normativa sobre atrios contempla eliminarlas.

#### 6. Ejemplos para soluciones con atrio

Pueden mostrarse varios ejemplos posibles para ilustrar esto las limitaciones en el planteamiento basado en un código y demostrar la aplicación de un métodos alternativos.

### a) Oficina con todas sus plantas abiertas a un atrio

Tómese el caso de un edificio simple de oficinas de 3 alturas con todas sus plantas abiertas al atrio, tal y como se muestra en la Figura 2. Existe una solución modelo según el BS 5588 Pt.7; es una variación del caso ofrecido en la Figura 1. Las medidas que se recomienda adoptar en este caso son similares a las expuestas en el punto 3 anteriormente descrito, pero, en vez de cerrar el nivel de planta más elevado, al diseñador se le ofrece la opción de crear un depósito, con la altura de una planta, en el atrio sobre el techo de la planta superior, proporcionando un sistema de evacuación de humo que se sitúa en la cubierta del atrio levantada.

Sin embargo, la adición de un “sombbrero de copa” cuya altura es de una planta en la parte superior del atrio es, con frecuencia, rechazada por motivos de estética, buscándose una alternativa al margen de las soluciones modelo. En este caso, es posible hallar una solución sencilla y mucho más elegante, al reducir la altura del “sombbrero de copa” hasta otra que resulte menos imponente, combinando esta solución con un sistema de ventilación natural que esté abierto permanentemente o bien de apertura automática.

Se pueden realizar cálculos basados en el tamaño del incendio y el caudal de humo que penetra en el interior del atrio, y que, en general, mostrarían que una alternativa, con menos altura y un sistema automático de ventilación natural, puede ofrecer un nivel mayor de seguridad que la solución modelo, con su sistema de evacuación de humo que se hace funcionar manualmente.

### b) Atrio con ventilación natural

Otro ejemplo, tomado de un proyecto real en el que Arup Fire desarrolló la estrategia de seguridad contra incendios, es un edificio de oficinas con un atrio de 11 plantas de altura (Figura 4)..

Desde el principio, el promotor dejó claro que el diseño del edificio debería ser tan eficiente desde el punto de vista medioambiental como fuera posible. Uno de los elementos claves era un sistema de ventilación natural para las oficinas, que introdujese aire fresco a través de la fachada exterior, y que ventilase a través del atrio hacia el exterior. La ventilación por los plenums del techo se complementó con ventanas de apertura manual que daban al atrio, lo que significaba que el espacio de oficinas debería considerarse abierto hacia el atrio a todos los niveles.

Las opciones ofrecidas por las soluciones modelo BS 5588 Parte 7 eran separar las oficinas del atrio con elementos constructivos resistentes al humo o proporcionar un sistema de ventilación mecánica de humos. Ninguna de estas dos opciones era compatible con la filosofía de diseño del edificio. La primera podía lograrse sólo suprimiendo el

sistema de ventilación natural para las oficinas o instalando cierres de accionamiento automático (de precio prohibitivo) en todas las ventanas que se abrían al atrio. La segunda opción habría implicado la instalación de un sistema de ventilación mecánica en un edificio ventilado de forma natural, sólo de utilización o para la extracción de humo.

La solución ideal para este edificio era justificar el uso de un sistema de evacuación del humo con ventilación natural desde el atrio de 42 metros de altura. Las soluciones modelizadas no cubren la ventilación natural de un atrio de más de 30 metros de altura, debido a las preocupaciones que existen sobre la estratificación del humo. Un método, que se acordó al principio con las autoridades responsables de la seguridad contra incendios, fue analizar el atrio como si fuera de 30 metros de altura con las previsiones recomendadas por la solución modelo, y, posteriormente, demostrar qué medidas eran necesarias para asegurar un nivel de seguridad equivalente con el atrio de 42 metros de altura.

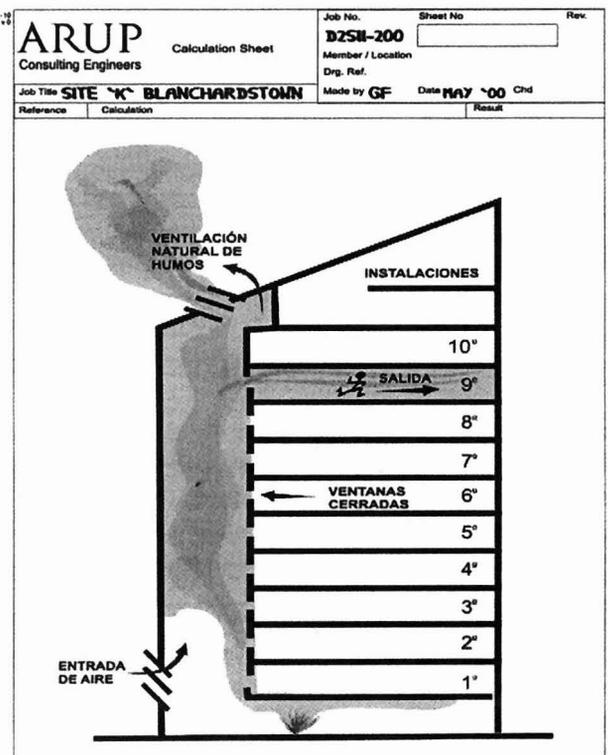


Figura 4.- Atrio de 11 plantas de altura en el edificio en Blanchardstown, Dublin.

El análisis reveló que, incluso dentro del límite de 30 metros de altura, la solución modelo no proporcionaba un nivel adecuado de seguridad. Una nueva investigación reveló que éste se debía a la reducida superficie de este atrio. En lo que respecta a todas las soluciones codificadas, deben hacerse suposiciones, y, en este caso, parece que se supuso una determinada superficie de atrio en la deducción que se hizo de la solución modelo. Sea cual sea el código, en ninguna parte se menciona la superficie de atrio

como algo que deba considerarse. Cuando hicimos esta observación a las autoridades responsables de la seguridad contra incendios, se mostraron mucho más dispuestos frente a una solución basada en un análisis de principios.

La solución para este edificio, que cumplía los requisitos de diseño al tiempo que proporcionaba un nivel de seguridad aceptable, incluía una estrategia de evacuación simultánea de todo el personal del edificio y un atrio que estaba ventilado de forma natural a nivel del techo, estando cerrada sólo la planta de oficinas del nivel superior con acristalamiento resistente al humo.

### c) Atrios del Parque Empresarial Foresta

Los atrios de los edificios del Parque Empresarial de Foresta (Figura 5), actualmente en desarrollo en Madrid, son de tres plantas de altura y están separados del espacio de oficinas en todos los niveles. A primera vista parecen ajustarse a una de las soluciones modelo incluida en la BS 5588 Parte 7, hasta que se observa que estas soluciones suponen, por lo general, que haya rutas de evacuación por las cuales se alejan del borde del atrio.

En el caso de los edificios de Foresta, uno de los dos recorridos de evacuación alternativos desde cada una de las oficinas hace uso de las escaleras abiertas situadas en el atrio.

En una reunión preliminar con Protección Civil se acordó que esta solución era aceptable, siempre que se pudiera demostrar que el sistema de control de humo previsto mantenía el humo por encima de la altura de la cabeza en las escaleras y sus rutas de acceso dentro del atrio. Ello exigía un análisis para determinar las cantidades de humo que entraban al atrio y la que se expulsaban del mismo, comparadas con el volumen del atrio.

Nuestros cálculos mostraron que para un incendio en el nivel superior, las rejillas de ventilación en la cubierta podrían proporcionar suficiente aireación para mantener las rutas de evacuación libres de humo a todos niveles, pero

para un fuego que se declarase en el nivel inferior, el humo no se expulsaría lo bastante rápido. Por lo tanto, en este caso debe limitarse la cantidad de humo que entraría en el atrio desde el nivel inferior para las rutas de escape libres de humo.

Los dos factores principales que influían en la cantidad de humo que se acumulaba en el atrio eran los límites en la cantidad de aire de entrada que era posible proporcionar al nivel inferior para el sistema de ventilación natural, y el grosor del vertido de humo potencial desde las oficinas al atrio. La solución óptima se alcanzó limitando la cantidad de humo vertido al atrio desde las plantas baja y primera, por medio de la sustitución de parte del acristalamiento de la fachada que da al atrio por cristal resistente al fuego.

El análisis también mostró que, debido a la amplia separación de las escaleras abiertas del acristalamiento del atrio, la mayoría de los cristales no necesitaban tener ninguna propiedad de aislamiento particular. Por tanto, en lugar de cristales RF-30 de resistencia plena contra incendio, podían usarse en casi toda la superficie cristales PF-30 para cumplir los requisitos de rendimiento.

## 6. Conclusiones

La incorporación de un atrio a un edificio introduce algunos riesgos para la seguridad de la personal que de otro modo no existirían. Los riesgos, por lo general, pueden dividirse en dos categorías: el riesgo asociado con los efectos sobre la emergencia de evacuación debido al confinamiento del humo en el recinto del atrio, y el riesgo de propagación del fuego entre plantas.

Un método normativo como el esbozado en BS 5588 Parte 7 (o el método que se incorporará al nuevo CTE en España) identifica los riesgos y los objetivos que un diseño de seguridad contra incendios debe tener en cuenta, y, a continuación, proporciona directrices sobre las medidas que deben adoptarse para lograr esos objetivos. El código también proporciona una serie de soluciones modelo para identificar las medidas de seguridad necesarias para dar respuesta a los objetivos.

Las soluciones modelo son útiles hasta cierto punto, ya que al establecer soluciones a la medida deben realizarse ciertas suposiciones, que no se corresponden necesariamente con el edificio concreto que se está estudiando. Además, el trazado o concepto previsto por el diseñador a menudo no se corresponde con ninguna de las soluciones modelo. El código BS 5588 Parte 7 reconoce este hecho, cuando afirma que “la amplia gama de diseños posibles en la construcción de atrios hace imposible que este código cubra todos los esquemas imaginables..., y es necesario aplicar una valoración inteligente de los principios del diseño de seguridad contra incendios...” a las recomendaciones normativas.

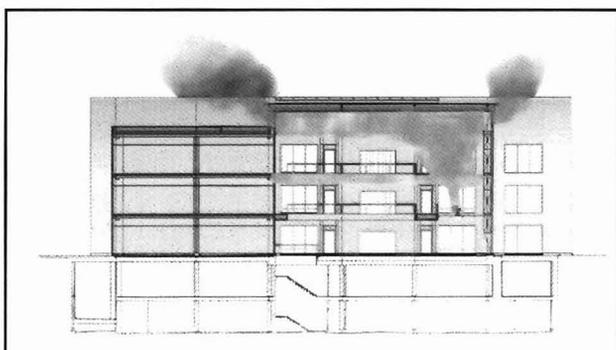


Figura 5.- Atrio de 3 plantas de altura en uno de los edificios Foresta en Madrid.

Un método más flexible para diseñar atrios es usar un análisis de ingeniería contra incendios, que identifique los objetivos de diseño y emplee técnicas simples de cálculo para demostrar formas alternativas de alcanzar dichos objetivos. Es éste el enfoque que promueve Arup Fire, ya que da al diseñador mucha más flexibilidad en el proyecto del edificio, en lugar de tener que adaptarlo a un conjunto de medidas predeterminadas por algún código. Tal método asegura también un nivel de seguridad más coherente que una solución normativa predeterminada, aplicada a una amplia variedad de trazados. Además, identificará también con mucha más exactitud las medidas que deben ponerse en práctica y en las que deba gastarse el dinero para lograr que las medidas instaladas tengan un coste/beneficio óptimo.

Finalmente, al tratarse de edificios con atrio debe recordarse también que la solución óptima para la seguridad contra incendios del edificio consistirá en un abanico de medidas integradas, incluidas la estrategia para los medios de evacuación y la de sectorización, así como los sistemas de ventilación y extinción y otras instalaciones de seguridad contra incendios. Cuanto antes se tenga en cuenta el consejo del ingeniero de protección contra incendios en el proceso de diseño, menos impacto tendrá la incorporación de las medidas de seguridad contra incendios. Lo ideal es que el ingeniero de protección contra incendios pudiera intervenir en la fase de diseño conceptual, para presentar estrategias alternativas que ofrecieran al arquitecto la máxima flexibilidad para lograr la forma deseada del edificio.

\* \* \*