

# Investigación, Tecnología y Edificación

## El edificio inteligente: de la utopía a la realidad

José María de las Casas Ayala y Juan Klainsek Zizmond.  
(Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónica. ETSAM)

### Introducción

El término «edificio inteligente» se ha puesto de moda en los últimos años. Figura en la documentación técnica que acompaña a muy distintas instalaciones de un edificio. No es extraño que el conocimiento sea para muchos vago e impreciso y en algunos casos podría decirse que incluso erróneo.

Este artículo pretende aportar un concepto correcto del «edificio inteligente» en la medida en que esto es posible, en un tema en el que intervienen profesionales con puntos de vista muy diferentes.

### Historia

La utilización de la tecnología de vanguardia en el diseño de las instalaciones ha existido, puede decirse que «desde siempre», en el ámbito de ingenierías avanzadas: petroquímica, nuclear y aeroespacial, por ejemplo. Las exigencias de seguridad, automatismo, precisión y calidad han justificado, y siguen justificando, unas inversiones muy elevadas en los proyectos de esa naturaleza.

La moderna tecnología no ha cesado de aportar nuevos materiales, procesos, equipos y sistemas de creciente sofisticación y eficacia. Destacan, como ejemplo, los ordenadores y las telecomunicaciones, cuyo rapidísimo avance se produce con un simultáneo abaratamiento en relación con las capacidades anteriores, gracias fundamentalmente a las nuevas generaciones de microprocesadores.

Por otro lado, las exigencias derivadas de la crisis energética de 1973 inician la expansión de estas tecnologías de vanguardia hacia áreas como la Edificación, donde antes resultaban económicamente prohibitivas. Así, en la década de los 80, se encuentran denominaciones como «High-Tech Building», «Home Automation», y más recientemente, «Smart» o «Intelligent Building», que se refieren a edificios que aprovechan en grado máximo las nuevas tecnologías, como la informática, la telemática, la automática, etc.

Si bien la concepción de «edificio inteligente» se ha llevado a cabo prácticamente en todas las tipologías de edificios, en los últimos años la aplicación más frecuente ha sido la realizada en los edificios de oficinas. Por ello, a veces se confunde el campo específico de la ofimática con el más amplio de los «edificios inteligentes».

### Definiciones

¿En qué consiste el «edificio inteligente»? Se pueden dar diferentes definiciones; el Intelligent Building Institute ha dado, por ejemplo, la siguiente: «edificio inteligente es aquél que proporciona un ambiente productivo y económico a través de la optimización de sus cuatro elementos básicos: **elementos constructivos, sistemas, servicios y gestión.**»

Existen muchas otras definiciones igualmente válidas: «todo edificio que esté equipado con electrónica de alta tecnología», es decir, que disponga de sistemas electrónicos dedicados a la gestión de la energía, seguridad, comunicaciones e informática integrados en un sistema único; «edificios inteligentemente asistidos por ordenador»; «edificio inteligente es el que proporciona un confort experto: confort técnico y térmico»; «edificio dotado

de inteligencia artificial»; «aquél que dispone de un sistema de control distribuido, constituido por un ordenador y una red de transmisión de información que gestiona la misma desde los sensores hacia los órganos finales de regulación y control, con el objeto de regular las condiciones higrotérmicas, la iluminación, protección y extinción de incendios, antiintrusión, control de presencia y ahorro energético», etc.

Todas estas definiciones tratan de establecer como objetivos fundamentales uno o varios de los siguientes:

- Seguridad.
- Confort.
- Productividad.

siempre en condiciones de máxima rentabilidad, lo cual supone nuevas exigencias:

- Optimización de la suma de los costes de inversión y de operación.
- Máxima flexibilidad en los cambios, tanto en los propios de organización espacial del edificio como en los externos, derivados del avance tecnológico.

En definitiva, un edificio es «inteligente» cuando mantiene, desde su fase de diseño hasta su ulterior «gestión» de funcionamiento, toda una filosofía encaminada a optimizar el coste del edificio en relación con los fines para los que fue concebido, mediante el máximo aprovechamiento e integración de todas las tecnologías de vanguardia.

## 1. Elementos constructivos del edificio inteligente

Un edificio que verdaderamente se pueda conceptuar como «inteligente» debe ser ya diseñado como tal. Para ello es preciso tener en cuenta, con ayuda de las modernas técnicas de diseño y evaluación mediante ordenador, aspectos como:

- Ubicación y orientación del edificio.
- Altura entre forjados, falsos suelos y techos.
- Acristalamientos y muros cortina.
- Cargas de piso y cubierta.
- Circulación normal y evacuación de emergencia.
- Cerramientos opacos y aislamientos.
- Acometidas, montantes y canalizaciones, en función de los criterios establecidos en la normativa obligatoria y/o recomendable.
- Ahorro energético.
- Seguridad contra incendios.
- Aprovechamiento de la luz natural.
- Necesidades espaciales para el cableado, equipos y sistemas.
- Remates, acabado y mobiliario.

Uno de los puntos clave de un «edificio inteligente» es su eficiencia energética, y en este aspecto su ubicación y orientación son tan importantes como la composición de los elementos constitutivos de la envolvente: cubiertas, cerramientos opacos exteriores, particiones interiores —de separación con locales no climatizados—, huecos acristalados y forjados sobre espacio abierto.

El alumbrado natural debe considerarse bajo otro punto de vista además del de ahorro energético, es decir, como calidad de iluminación y su efecto sobre las pantallas de los ordenadores.

La altura entre forjados es fundamental en lo que al diseño de la estructura resistente se refiere. El falso techo/suelo deben diseñarse dejando espacios amplios que permitan un fácil acceso al cableado. Del mismo modo, en el diseño de pisos deben considerarse las cargas correspondientes a los equipos electrónicos, y en las cubiertas los diferentes tipos de antenas. Deben dejarse, además, espacios adecuados para los montantes —patinillos—, cuadros, plenums y otros, a través de los cuales se cablea, o bien donde terminen los cables.

Los acabados interiores deben seleccionarse no sólo por su aspecto estético sino por su calidad luminosa, por su capacidad de acumulación electrostática y acondicionamiento y aislamiento acústicos.

El mobiliario se elige cubriendo las necesidades de acuerdo con el destino de los locales, teniendo en cuenta aspectos ergonómicos.

Tomando en consideración todos estos aspectos, se logran diversos objetivos: aumento de la seguridad de los ocupantes, mayor confort, eficiencia energética y flexibilidad ante los continuos cambios de los sistemas y tecnologías. Los elementos constructivos ayudan a la obtención de los objetivos citados, comportándose como sistemas pasivos del edificio.

Los elementos constructivos, en definitiva, contribuyen a una arquitectura «inteligente»; sin embargo, a menudo se subestima su importancia y sólo se dejan las «funciones inteligentes» en manos de los suministradores de sistemas cuando, en realidad, las soluciones que pueden aportar estos sistemas, por muy inteligentes o modernas que sean, no pueden realizarse plenamente debido a esa falta de previsión inicial en el diseño. Por ejemplo, mal se puede diseñar «inteligentemente» el alumbrado artificial en conjunción con la iluminación natural, si los acristalamientos no se proyectaron con esa finalidad.

## **2. Los sistemas propios de los edificios inteligentes**

Los sistemas más importantes de un edificio, susceptibles de incorporar tecnología «inteligente», son los siguientes:

- Calefacción, ventilación y aire acondicionado.
- Iluminación.
- Potencia eléctrica.
- Ascensores.
- Agua caliente sanitaria.
- Control de acceso.
- Seguridad.
- Telecomunicaciones.

Es necesario comprender las características de cada sistema para poder valorar su respectivo potencial de inteligencia.

Uno de los aspectos más importantes es conocer las redes de cableado de que se dispone para interconectar estos sistemas. En un «edificio inteligente» ha de lograrse que el sistema de cableado tenga la máxima duración al menor coste. Pero, por otra parte, es difícil compaginar las soluciones técnicas con costos adecuados y una flexibilidad a largo plazo. En general, el cable de par trenzado se utiliza en telecomunicaciones, interfonos y transmisión de datos, control de procesos, control numérico, desarrollo de software y tratamiento de datos. Los cables coaxiales suman a las características del cable de par trenzado las exigencias propias de vídeo-conferencias. Las fibras ópticas funcionan adecuadamente en las comunicaciones entre CPU's y entre éstos y sus periféricos que requieren transmisiones en banda ancha, por ejemplo: vídeo-conferencias.

La red de comunicaciones mixta resulta la más adecuada en comunicaciones de tipo heterogéneo y en aplicaciones donde se pueden prever tanto el crecimiento como los cambios. El sistema de cableado único para todo el edificio es conceptualmente claro y atractivo, pero técnicamente es aún demasiado complicado para adoptarlo con criterios económicos.

Los controles de los sistemas del edificio han evolucionado haciéndose más inteligentes, optimizando así los costos. Hace unos pocos años, la electrónica se comenzó a utilizar con el objeto de mejorar algunas de las limitaciones básicas que presentaba el control neumático. Hoy en día, se usan los sistemas de control digital directo en la mayoría de los edificios administrativos, a fin de realizar lo que se conoce como «control dinámico».

Los sistemas actuales hacen funcionar de forma automática un gran número de programas de cierta complejidad diseñados, por ejemplo, para utilizar la energía de manera más eficaz sin alterar las condiciones de confort.

Los ordenadores monitorizan el funcionamiento de los sistemas, reflejando diferentes parámetros, y los comparan después con valores dados, que se toman como objetivos. Posteriormente, los ordenadores determinan la regulación y el control necesarios para conseguir optimizar dichos objetivos.

La seguridad es un aspecto importante que ha influido en la necesidad de diseñar y realizar «edificios inteligentes». La detección de incendio y la seguridad de las personas tienen gran importancia a la hora de diseñar estos edificios, generalmente altos y con la consiguiente dificultad de evacuación. La posibilidad de combinar distintos sistemas de alarma de incendios en los «edificios inteligentes» es grande.

### **3. Los servicios de los edificios inteligentes**

A los sistemas anteriores se pueden añadir los siguientes, que se consideran generalmente como servicios:

- Automatización de equipos de oficinas.
- Servicios de ordenador.
- Fax y fotocopias.
- Correo electrónico: vídeo, datos y voz.
- Funcionamiento de oficinas fuera de horario.
- Limpieza y mantenimiento.
- Formación del personal.
- Aparcamiento y transportes.
- Conserjería electrónica.

Los servicios del edificio pueden incrementarse mediante sistemas centralizados o distribuidos de monitorización y control.

Las nuevas tecnologías están provocando un cambio en el objetivo de los servicios del edificio, sobre todo en lo que a comunicaciones de voz y datos se refiere. Los ocupantes pretenden que el edificio disponga de dispositivos de automatización, correo electrónico, equipos de fax y fotocopias, ya que de esta manera se reducen los costes.

En cuanto a los edificios con una elevada ocupación, los usuarios desean encontrar soluciones constructivas flexibles que les permitan realizar ampliaciones sin tener que hacer modificaciones importantes; a menudo necesitan salones de reuniones compartidos y centros de formación del personal. El «edificio inteligente» proporciona soluciones a costos razonables.

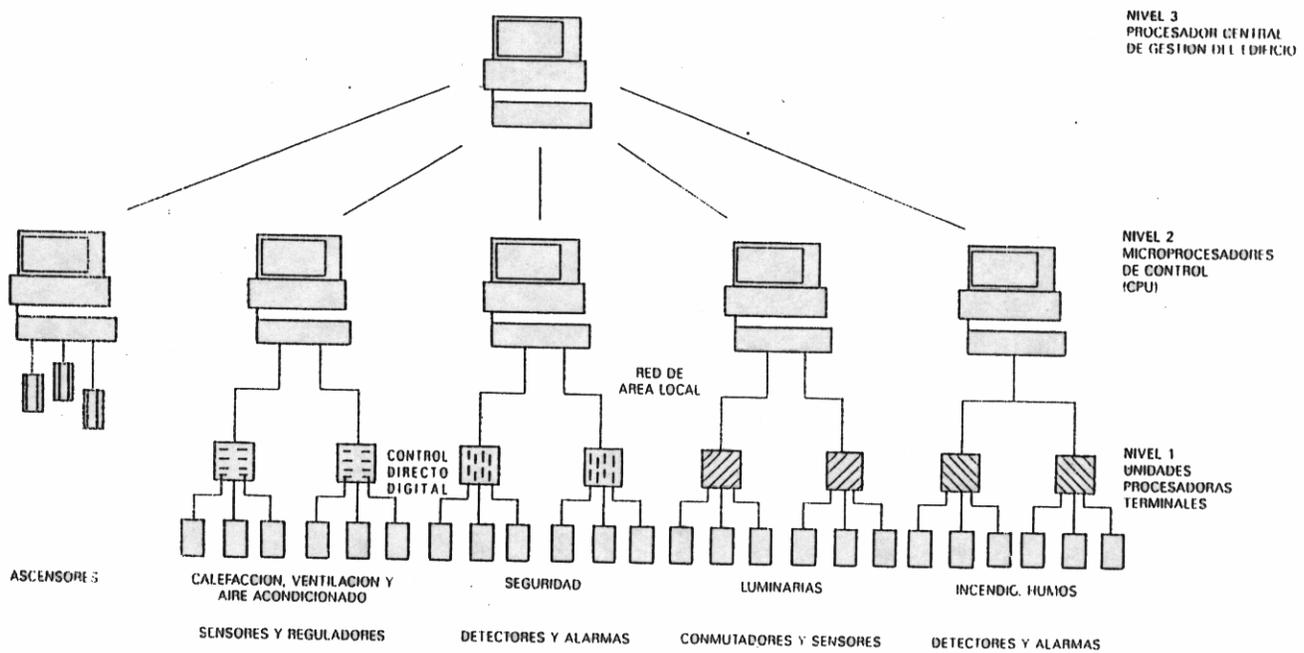
### **4. La gestión de los edificios inteligentes**

Este grupo de aplicaciones es el que hace referencia a los aspectos de la posterior utilización, operación y gestión del edificio, como por ejemplo:

- Mantenimiento de las instalaciones y servicios.
- Contabilidad de los gastos relacionados con la propiedad o el alquiler.
- Informes sobre eficiencia y consumos energéticos.
- Análisis del funcionamiento de los distintos sistemas y de sus averías.

Un sistema de gestión está constituido, generalmente, por (ver figura adjunta):

- Un puesto central, soporte principal de la inteligencia del sistema y lugar de coordinación de la inteligencia distribuida, que está constituido por las diferentes unidades del sistema, y cuyo objeto es vigilar, controlar, editar y modificar los procesos que se desarrollan en la periferia.



- Unidades descentralizadas y autónomas, que actúan como dispositivos gestores del proceso, ya sean unidades principales o locales.
- Unidades periféricas, que son dispositivos receptores o emisores de información.
- Red de transmisión de información, que se desarrolla entre los tres niveles citados.

El sistema de gestión de servicios genera informes referentes a la eficacia energética y usos del edificio; con estos datos la gestión controla los costes. Los informes proporcionan los datos necesarios para conocer el consumo en cada zona, y otros parámetros del funcionamiento del edificio.

Los programas de mantenimiento pueden funcionar de forma independiente; éstos pueden programarse para diferentes tipos de mantenimiento: preventivo periódico, planificación de trabajo, previsión de reparaciones o reparaciones de emergencia. Estos procedimientos proporcionan mejores condiciones de habitabilidad, un menor número de averías, confort de los ocupantes y logran reducir los consumos energéticos.

Así pues, son varios los motivos que justifican la instalación de un sistema de gestión: menores costes operativos y de mantenimiento; mayor funcionalidad respecto de la proporcionada por la suma de los subsistemas; mayor seguridad, tanto de personas como de bienes; mayor rentabilidad. Pero, a su vez, presenta algunos inconvenientes: conocimiento limitado de la funcionalidad por parte de los usuarios del sistema; disparidad de intereses entre proyectistas y propietarios; expectativas exageradas de los resultados; falta de personal especializado, etc.

### Consideraciones sobre la integración de los sistemas

De todo lo anteriormente expuesto se puede deducir que el «edificio inteligente» totalmente integrado es técnicamente viable, si bien presenta en la práctica ciertas dificultades, sobre todo de tipo operativo, que hay que tener en cuenta.

En muchos casos, es difícil encontrar una persona que pueda operar con un sistema integrado, debido a la complejidad de las diferentes disciplinas en lo que a modos de funcionamiento se refiere. La integración más usual de sistemas agrupa:

- Protección contra-incendios y seguridad.
- Calefacción, ventilación, aire acondicionado e iluminación.
- Comunicaciones y procesamiento de datos.

La unión entre estos tres sistemas se logra a través del sistema de supervisión común, lo cual permite que el operador tenga acceso a la información y pueda accionar los dispositivos, pero manteniendo siempre los sistemas su propio control de forma individual.

Un problema que muchas veces plantea la integración total es que el coste de los sistemas integrados es mayor que el que resulta de la suma de los costos individuales. Ello se debe a que al integrar los diferentes sistemas con sus diferentes necesidades de software y hardware, éstas se hacen más complejas.

Por otro lado, cuando se dispone de un único ordenador en un sistema integrado, es necesario añadir redundancia para los sistemas críticos, como protecciones contra incendios y comunicaciones.

Otra dificultad que se encuentra en la integración es que cada sistema funcional tiene un ciclo de vida diferente. Así, un sistema de telefonía puede encontrarse técnicamente obsoleto a los cinco años mientras que un sistema de alarma contra incendios puede durar tres veces más. El problema se plantea al tener que reemplazar el sistema obsoleto de telefonía por otro nuevo que debe ser compatible con el sistema existente, de cinco años de antigüedad, a fin de que se integren adecuadamente.

Finalmente, un problema importante en la integración deriva del concepto de «protocolo compatible» que se utiliza en sistemas informáticos. Este es un tema poco tratado pero que presenta grandes dificultades, cuando los diferentes equipos del edificio pertenecen a fabricantes distintos con muy difícil compatibilidad en su software y hardware.

## Conclusiones

El concepto de «edificio inteligente» puede sintetizarse en los siguientes puntos fundamentales:

- Un diseño del edificio que considere desde el principio los objetivos que se pretenden lograr durante la vida del mismo.
- Unos sistemas que permitan el máximo ahorro de recursos.
- Unos servicios que compatibilicen y optimicen productividad, confort y seguridad.
- Un edificio que permita la recuperación más rápida de la inversión.

Un «edificio inteligente» debe estar diseñado y construido de forma tal que cubra eficazmente las necesidades impuestas por las actividades que desarrollan sus ocupantes, lo que supone un costo menor a lo largo de la vida del edificio.

El concepto de «edificio inteligente» no se reduce, por tanto, a incorporar a los sistemas convencionales la más moderna tecnología de la informática y de las comunicaciones. Supone una filosofía general de diseño inteligente con una concepción global del edificio: desde sus elementos constructivos a la gestión futura de los recursos energéticos, humanos y financieros. En definitiva, un edificio dotado de sistemas flexibles al cambio y a la obsolescencia, fiables, integrados en la medida de lo razonable. Un edificio concebido, en suma, para proporcionar el máximo confort, productividad, seguridad y rentabilidad.

En la medida en que el usuario se eduque en esta filosofía originará un mercado exigente de estos «edificios inteligentes» y, a su vez, las buenas realizaciones de este tipo de edificios provocarán una mayor demanda de ellos. Lo que es definitivamente cierto, es que el arquitecto se encuentra ante un nuevo reto en el que le toca jugar un papel primordial si, tal como ha sido expuesto, «edificio inteligente» es en el fondo un «diseño inteligente» que utiliza las tecnologías de vanguardia. ■