

INFRAESTRUCTURAS INTELIGENTES. UNA APROXIMACIÓN AL CONCEPTO

Carlos Cárdenas Soriano
Profesor de Ingeniería Eléctrica

Posiblemente los términos mas acuñados en los últimos tiempos han sido los de “Edificio Inteligente, Domótica, Infraestructura Inteligente, et.”, términos en los que cada uno, y según el área del cual procede (enseñanza, empresa, administración, particular, etc.), lo define a su manera.

Y ello es lógico si se tiene en cuenta que los citados conceptos son relativamente “nuevos” y por tanto no han pasado definitivamente del todo el filtro de la estandarización y de la normalización. Hay que decir, no obstante, que son grandes los esfuerzos y los logros obtenidos, hasta la fecha, en este terreno por organismos internacionales en colaboración estrecha con empresas del sector.

No obstante es notoria la disparidad de definiciones y alcances que a cada uno de los conceptos anteriores les atribuye cada autor.

Una entidad que en este sentido sentó las bases en cuanto a la definición de los conceptos básicos, unificación de los términos dispersos que circulaban en diversos ámbitos, y sistematización de esta área del conocimiento y tecnología, fue el Instituto Cerdá, en los finales de la década de los ochenta, realizando un proyecto de investigación financiado por empresas del sector y entidades públicas y privadas. Desde mi punto de vista es el trabajo más serio que en este sentido se haya presentado hasta la fecha.

En el presente artículo trataremos de hacer una aproximación al concepto de “Infraestructura Inteligente”, concepto más general que engloba al de “Edificio Inteligente” (referido normalmente a edificio de oficinas) y al de “Domótica” (referido a las viviendas).

1.- INFRAESTRUCTURAS INTELIGENTES

Desde el punto de vista tradicional, el concepto de infraestructura va asociado a objetos inertes cuya única "inteligencia" reside en su concepción y posterior diseño. Se trata de objetos que fueron diseñados para un fin concreto y con muy pocas o ninguna posibilidad de ofrecer nuevos servicios que no estaban incluidos en su diseño original. Así tenemos edificios, áreas comerciales y empresariales, viviendas, carreteras, etc., que ofrecen unos servicios muy limitados y que requerirían una fuerte inversión para acomodarlos a los nuevos y cada vez más sofisticados servicios demandados por sus usuarios.

La principal función de una infraestructura es la prestación de un servicio a los usuarios que la utilizan. Sin embargo, y debido a los cambios introducidos por las denominadas "Tecnologías de la Información" (Informática y Telecomunicaciones) han cambiado los servicios y la forma de prestarlos que los usuarios de estas infraestructuras demandan. Estas nuevas tecnologías están dando lugar a lo que ya se conoce como "servicios avanzados", que son versiones "inteligentes" de los servicios clásicos ofrecidos por estas infraestructuras, caracterizados por ofrecer mayores prestaciones y de una manera mucho más dinámica.

En una primera definición, una infraestructura es inteligente cuando incorpora los elementos de las Tecnologías de la Información (T.I.) que la capacitan para ofrecer los llamados "servicios avanzados".

Existen una serie de factores que pueden llegar, incluso, a tener mas importancia que la inclusión de las Tecnologías de la Información a la hora de considerar a una infraestructura como inteligente. Estos factores dependerán del tipo de infraestructura que se esté considerando en cada momento.

2.- EDIFICIO INTELIGENTE

Según se señaló en el punto anterior, una infraestructura era considerada inteligente si incluía las Tecnologías de la Información que la capacitaban para ofrecer unos servicios avanzados. Atendiendo a esta definición, y considerando el edificio como una infraestructura destinada a prestar un servicio, se define el "*edificio inteligente*" como aquel que incluye el soporte físico y los equipos para el tratamiento de la información que lo capacitan para ofrecer servicios avanzados a sus usuarios. También se indicó en el apartado anterior, que existían una serie de factores que podían llegar a tener igual o mayor importancia que la inclusión de estas tecnologías y que dependían de cada infraestructura considerada. En el caso de los edificios inteligentes estos factores clave son:

- Flexibilidad del edificio.
- Integración de servicios.
- Diseño: tanto interior como exterior.

Otro factor, sin duda, a tener en consideración es el factor económico. En éste no solo se incluye la rentabilidad del edificio, que debe serlo, sino que también se incluye la "*rentabilidad de imagen*" que proporciona este tipo de edificios actualmente, tanto a quien emprende este proyecto, como a quien participa de él en calidad de usuario.

A partir de estos conceptos se puede definir el edificio inteligente como:

"aquel que incorpora sistemas de información que soportan el flujo de ésta a lo largo de todo el edificio, ofreciendo servicios avanzados de automatización de la actividad y de telecomunicaciones, permitiendo además, un control automatizado, monitorización, gestión y mantenimiento de los distintos subsistemas o servicios del edificio, de forma optima e integrada, local y/o remota, diseñados con la suficiente flexibilidad como para posibilitar de forma sencilla y económica la implantación de futuros sistemas".

A continuación se tratará cada uno de estos factores clave.



◆◆

Desde el punto de vista tradicional, el concepto de infraestructura va asociado a objetos inertes cuya única inteligencia reside en su concepción y posterior diseño. Se trata de objetos que fueron diseñados para un fin concreto y con muy pocas o ninguna posibilidad de ofrecer nuevos servicios que no estaban incluidos en su diseño original

◆◆

2.1.- Flexibilidad de un Edificio

Se trata de un factor primordial para poder considerar a un edificio como inteligente. Gracias a ella, el edificio será



Foto 1.- Infraestructuras "tradicionales"

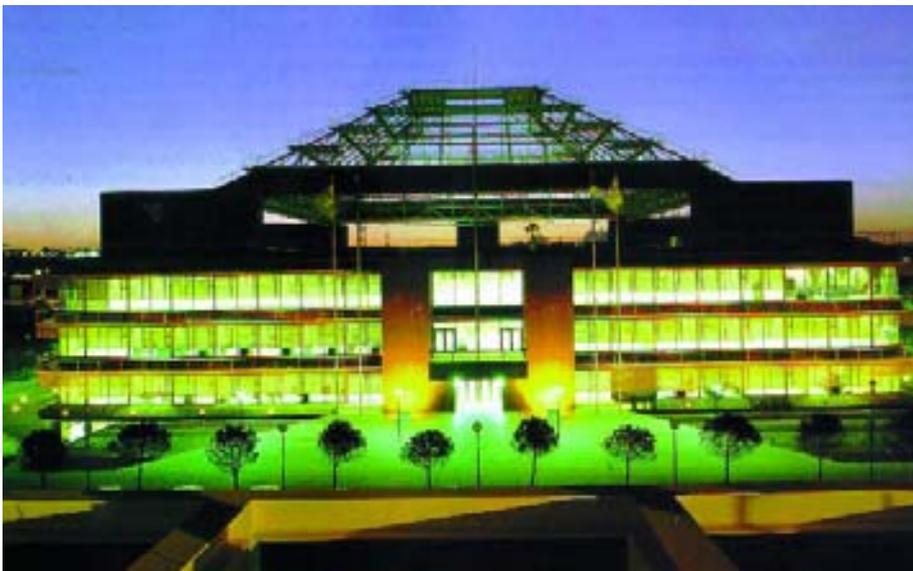


Fig. 2.- Edificio de oficinas "Inteligente"

capaz de albergar los elementos tecnológicos necesarios para ser denominado inteligente a lo largo de toda su vida útil. Esta era una de las razones que se exponían como gran inconveniente de las infraestructuras clásicas: la escasa o nula posibilidad de ofrecer nuevos servicios que no fueron incluidos en su diseño original. Debido a esta circunstancia, la vida útil de muchos edificios se acorta a veces de forma drástica, pasando a ser edificios con una oferta de servicios muy limitada y de escaso valor.

La flexibilidad viene definida por dos características:

- a) Posibilidad de actualización del edificio a nuevos o a futuros servicios avanzados.
- b) Posibilidad de modificar la distribución física tanto de personal como de equipos y departamentos

sin perder capacidad de seguir ofreciendo unos determinados servicios avanzados.

Esta segunda característica es muy importante en edificios que no van destinados a un solo usuario, como es el caso de los edificios de oficinas, en los cuales cada usuario necesita una determinada distribución de su entorno y donde además los usuarios no son permanentes, sino que están sujetos a cambios a lo largo de la vida útil del edificio.

La flexibilidad de un edificio se ve muy favorecida al aplicar el concepto de "modularidad" en el diseño del edificio. Esto supone la división del edificio en unas determinadas distancias-patrón o módulos que facilitan la modificación de la distribución física de los distintos departamentos y siempre con la condición de no perder ninguno de los servicios ofrecidos.

El llegar a conseguir este objetivo supone un cuidadoso y profundo estudio del edificio en la fase inicial de diseño, para evitar errores que puedan llegar a limitar la vida útil del edificio, como ya se comprobó que ocurría con las infraestructuras clásicas. Este diseño inicial no solo debe contemplar las necesidades actuales del edificio respecto a los servicios que ofrece, sino que debe contemplar y dejar una puerta abierta a futuras modificaciones y ampliaciones de estos servicios.

Para ello se debe proveer al edificio de una serie de elementos que posibiliten estas actuaciones sin disparar su coste por reformas innecesarias. Esto puede suponer un sobredimensionamiento del diseño inicial al incluir, por ejemplo, falsos suelos y techos, zonas de servicios, etc.

2.2.- Integración de Servicios

Se trata uno de los factores que mas peso tienen dentro de la caracterización de lo que es un edificio inteligente. Se indicó en el primer apartado, como condición fundamental para poder denominar a una infraestructura como inteligente, la incorporación de las Tecnologías de la Información, ya que ello posibilitaba la oferta de servicios avanzados. En este apartado se indica como la introducción de estas tecnologías modifican los servicios clásicos para convertirlos en servicios avanzados gracias a su integración. Esta integración tiene dos vertientes:

- Integración del control, gestión y mantenimiento de todos los sistemas y servicios ofrecidos por el edificio, produciéndose una automatización

de la actividad y un alto nivel en las telecomunicaciones.

– Integración del cableado de manera que en un único soporte físico se combinen señales de distintos sistemas, de manera que se consiga un nivel de integración de los servicios mucho mayor y un considerable ahorro de cara a la rentabilidad económica del edificio.

Los servicios ofrecidos por un edificio inteligente se pueden dividir en cinco grandes áreas:

a).- *Área de automatización del edificio:* se incluyen el control, gestión, uso óptimo y mantenimiento de todos los sistemas del edificio.

b).- *Área de automatización de la actividad:* para dotar a los usuarios de sistemas de transmisión, almacenamiento, procesamiento de datos, etc., que facilitan y dan soporte a su actividad.

c).- *Área de telecomunicaciones:* una sistemas electrónicos internos con redes exteriores que posibilitan el intercambio de voz y datos entre los usuarios del edificio y el exterior.

d).- *Área de planificación ambiental:* destinada a la creación de un entorno de trabajo confortable para sus usuarios.

e).- *Servicios compartidos:* son servicios opcionales ofrecidos a los usuarios bajo una determinada tarifa.

Área de Automatización del Edificio.

Se divide en tres sistemas:

Sistemas de base.

Sistemas de seguridad.

Sistemas de control y gestión energéticos.

a).- *Sistemas de base.* Son aquellas instalaciones mínimas destinadas a proporcionar un entorno de servicios suficiente y confortable donde desarrollar la actividad.

Entre estos servicios pueden citarse:

Suministros de agua, gas, electricidad.

Climatización (aire acondicionado, calefacción, ventilación).

Iluminación (interior y exterior).

Control del parking.

Bancos de ascensores.

Señalización dinámica.

etc.

b).- *Sistema de seguridad.* Tiene dos funciones principales:

b.1).- *Control de accesos, salidas y protección de los bienes e información.*

Se incluye:

Circuito cerrado de televisión.

Conexión con policía.

Detectores de presencia.

Control de rondas.

Vigilancia perimetral y periférica.

Sistemas de alimentación ininterrumpida.

Vigilancia de locales y objetos.

Gas extintor en centros de calculo.

Control y bloqueo de accesos.

Seguridad informática.

Sistemas de verificación de alarmas, etc..

Protección contra sabotajes y mal funcionamiento de las instalaciones.

b.2).- *Salvaguarda de vidas humanas en caso de emergencias.* Se incluye:

Detección de fuego y humo.

Megafonía de emergencia.

Red de rociadores.

Intercomunicadores de emergencia.

Evacuación automática del humo.

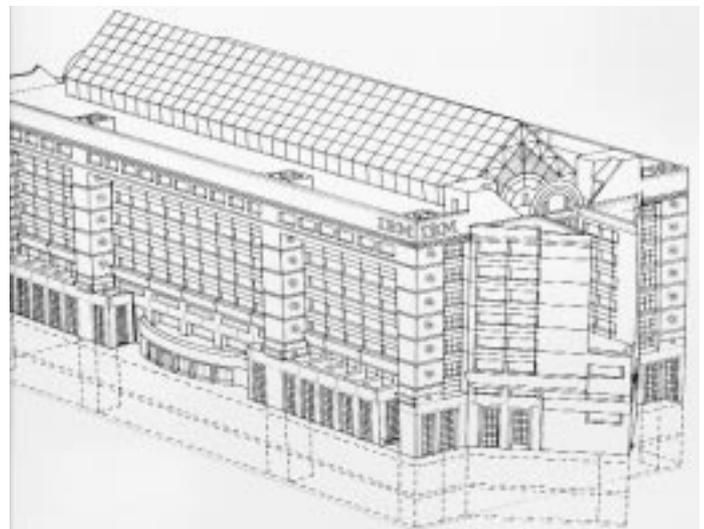
Señalización de emergencia.

Detección de escapes de gas.

Sistemas de conexión con bomberos.

Detección de escapes de agua.

Fig. 3.-
Modularidad del edificio



Sistemas de verificación de alarmas,
etc..
Alarmas.

c).- Sistema de control y gestión energéticos. Tiene como objetivo la optimización de los sistemas con respecto al consumo energético. Gracias a esta optimización se consigue por una parte un considerable *ahorro energético*, al funcionar los equipos en máximo rendimiento dependiendo de las circunstancias; por otro lado se consigue un *ahorro en mantenimiento* ya que los equipos son continuamente vigilados detectándose posibles fallos.

Este control suele realizarse mediante un ordenador centralizado donde se reciben todos los datos de las distintas variables a estudiar, proporcionados por los sensores de los distintos sistemas, y se comparan con los valores de las variables previamente establecidas. Del resultado de esta comparación, y siempre que se encuentren dentro de los márgenes establecidos, el ordenador manda una serie de ordenes a los actuadores de los distintos sistemas en los cuales se halla producido una desviación de su funcionamiento óptimo. En el supuesto que los resultados de esta comparación no se encuentren dentro de los márgenes establecidos, se activaran una serie de señales de alarma, avisando al operador de la salida de un determinado sistema fuera de los límites establecidos. El sistema se complementa con un registro de todas las posibles incidencias con el fin de recopilar datos históricos, que sirvan tanto al operador del sistema como al personal de mantenimiento; también se incluye un registro gráfico



Gracias al uso de estos equipos la toma de decisiones a partir de una determinada información es mucho más rápida y efectiva. Se consigue un mejor y más eficaz atención al público y se minimiza el riesgo de pérdida de información.



en tiempo real de los valores de las variables en los distintos sistemas.

Las opciones de un sistema de control y gestión energéticos son:

- Zonificación de la climatización
- Intercambio de calor entre el edificio y aire exterior.
- Uso de acumuladores y depósitos de hielo que permitan la utilización de tarifas eléctricas mas baratas.
- Uso de la energía solar.
- Conocimiento del consumo en los distintos puntos de demanda (analizadores de redes)
- Control automático centralizado de la iluminación.
- Control de ascensores.
- Control del agua caliente sanitaria, etc..

Estas posibilidades se consiguen gracias a la centralización y a la integración del sistema con otros sistemas de automatización.

Área de Automatización de la Actividad.

Dentro de este área se incluyen los equipos y sistemas que servirán de soporte y ayuda a la actividad de los usuarios del edificio. Estos sistemas y equipos dependen de la actividad y variaran de un usuario a otro. El caso mas general son los edificios de oficinas.

El uso de estos equipos y sistemas consiguen un aumento de la productividad que se traduce en un aumento de la rentabilidad y de los beneficios. Estos equipos están destinados al tratamiento de todo tipo de información y van desde servicios telefónicos avanzados hasta ordenadores de gran tamaño, pasando por redes de área local.

Gracias al uso de estos equipos la toma de decisiones a partir de una determinada información es mucho mas rápida y efectiva. Se consigue una mejor y mas eficaz atención al publico y se minimiza el riesgo de perdida de información por transito de papeles desde su origen a su destino, lo que se conoce por "traspapelar la información".

Entre estos equipos y sistemas cabe mencionar:

- Redes de área local privadas.
- Servicios de impresión de calidad: tinta, láser, plotters, etc..
- Servicios de información al publico.
- Acceso a redes externas.
- Estaciones de trabajo integradas.
- Servicio de dictáfonos, scanners y OCR, etc..
- Software de soporte: agendas, procesadores de textos, gráficos, etc..
- Gestión de la información: bases de datos, backups, etc..
- Reprografía.



Fig. 4.- Automatización del edificio

Área de Telecomunicaciones.

En apartados anteriores se indicó como la incorporación de la Informática y las Telecomunicaciones a las infraestructuras era un paso fundamental para considerarlas inteligentes. Por tanto, es posible hacerse idea de la repercusión que tiene esta tecnología dentro de los edificios inteligentes. También se indicó que uno de los principales retos que ofrecen estas tecnologías es su rápido y continuo avance. Son estas razones las que confieren al tema de las Telecomunicaciones aplicadas a los edificios inteligentes un matiz crítico tanto en su diseño como en su posterior mantenimiento y actualización.

En cuanto al diseño, habría que tener en consideración varios puntos:

- Asignar espacio suficiente y acondicionado para los equipos.
- Asignar espacio suficiente para la infraestructura de cableado.
- Continúa actualización tanto de infraestructuras y equipos como del personal a cargo.
- Sistema de telecomunicaciones abierto y muy flexible.

La toma en consideración de estos puntos acaba dando un sobredimensionamiento inicial del área de las telecomunicaciones, pero que dotará de flexibilidad y capacidad de actualización posterior, con un mínimo coste, a un área tan crucial del edificio.

Como elementos básicos se incluyen una infraestructura y equipos de transmisión interiores, equipos e infraestructura de conexión con redes externas (tipo Internet) y una centralita de conmutación privada o PABX.

Algunos de los servicios ofrecidos podrían ser:

Servicios telefónicos avanzados.

Facturación Detallada, Etc..
 Telefonía Móvil y avanzada.
 Comunicaciones Vía Satélite.
 Transmisión de Datos.
 Televisión.
 Teletex.
 Videoconferencia.
 Videotex
 Radiobúsqueda.
 Correo Electrónico.
 Intercomunicadores.
 Servicios Vía Cable.
 Hilo Musical.

Área de Planificación Ambiental.

Dentro de este área se incluyen aquellos servicios y prestaciones relacionadas con la consecución de un ambiente laboral agradable, de manera que se incremente la productividad y se estimule el trabajo. Aquí esta incluido desde el adecuado diseño del puesto de trabajo, hasta la utilización por parte de los usuarios de salas de conferencias, reuniones, áreas de descanso, etc.



Fig. 5.-
 Automatización de
 la Actividad. Centro
 de Procesos de
 Datos de un edificio
 de oficinas.

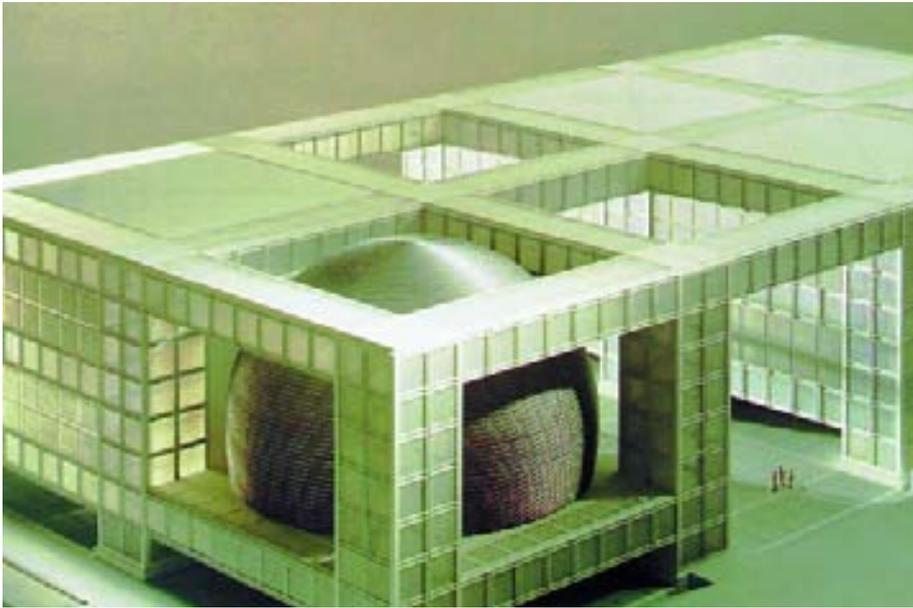


Fig. 6.- El diseño exterior e interior es un factor clave para definir a un edificio como "inteligente"

Los principales aspectos a considerar son:

- a).- Zonificación y personalización de los servicios.
- b).- Redistribución del espacio para incluir lugares de descanso, espacios libres, etc.
- c).- Ergonomía del puesto de trabajo desde el mobiliario hasta la luz, pasando por los sistemas que eliminen el "Síndrome de Edificio Enfermo".
- d).- Elementos que creen en el usuario una alta sensación de seguridad, como escaleras de incendios, accesos restringidos, señalización, etc..
- e).- Servicios como restaurantes, cafeterías, guarderías, jardinería, etc.,

que producen sensación de bienestar y comodidad en el usuario.

Servicios Compartidos.

En este apartado se incluyen los servicios "opcionales" que se ofrecen de forma centralizada y bajo una cuota, a todos los usuarios del edificio, consiguiendo de esta manera una reducción de los costes de estos servicios. Estos servicios pueden ser ofrecidos por una empresa ajena al edificio, pero con una delegación en el mismo, desde donde comercializa sus servicios y mantiene al personal necesario para la prestación de los mismos.

Entre estos equipos y servicios que se ofrecen podemos destacar:

Alquiler de servicios telefónicos avanzados a través de una PABX.
 Alquiler, venta y mantenimiento de ordenadores y redes de área local.
 Centro de mensajes y correo electrónico.
 Servicios de módems, contestadores automáticos, fax, etc..
 Acceso a transmisión vía satélite.
 Acceso a servicios por cable.
 Salas de videoconferencia.
 Acceso a una CPU central.
 Servicios de CAD.
 Seguridad y asesoramiento informáticos.
 Reprografía e impresión de calidad.
 Servicios de dictado y mecanografiado de documentos.
 Servicios de formación en hardware y software.
 Servicios de seguridad.



En los servicios compartidos se incluyen los servicios "opcionales" que se ofrecen de forma centralizada y bajo una cuota, a todos los usuarios del edificio, consiguiendo de esta manera una reducción de los costes de estos servicios.



Servicio de mensajería y correo.
 Mantenimiento de instalaciones.
 Gimnasio, restaurantes, guarderías.
 Cajeros automáticos, etc..

Los beneficios de este sistema son múltiples tanto para los usuarios de los servicios como para la empresa que los suministra. Entre ellos cabe destacar:

Acceso a servicios que serían inasequibles para los usuarios debido a su coste
 Asesoramiento en temas desconocidos para los usuarios
 Despreocupación por el costo de mantenimiento de unas infraestructuras que en algunos casos solo se utilizan de forma ocasional
 Aumento de beneficios sin realizar una inversión considerable

2.3.- *Diseño*

Se trata del tercer factor clave a tomar en consideración en la definición de edificio inteligente.

Existen dos vertientes del diseño:

Diseño exterior, donde predomina la arquitectura
 Diseño interior, dirigido principalmente hacia la ergonomía y la distribución del espacio

El diseño arquitectónico exterior es importante a la hora de transmitir una imagen tanto de la entidad promotora como de sus usuarios. Se busca que el diseño este en concordancia con la imagen que se quiere transmitir. Al tratarse de un edificio a la vanguardia de la tecnología, se requiere que el

diseño también sea vanguardista y proyecte esta imagen. Por otro lado, el diseño también debe ser soporte y complementar los distintos sistemas que componen el edificio. De poco sirve un diseño vanguardista que está en contradicción con los sistemas en el incorporados o con la sensación de confort que se pretende transmitir a sus usuarios.

Con respecto al diseño interior, el edificio debe estar diseñado para las personas, de manera que se aumente la sensación de confort a sus usuarios y la relación entre ellos. El interior debe ser diseñado ergonómicamente de manera que se consiga un aumento de la productividad aumentando el nivel de confort de los entornos de trabajo. Se debe potenciar también la posibilidad de relación entre los distintos usuarios del edificio proporcionando áreas de expansión y zonas de encuentro donde realizar contactos informales e intercambiar puntos de vista. Se suele afirmar que los grandes negocios se realizan en las comidas y contactos informales, y se cierran en los despachos.

3.- *DOMÓTICA.*

El término "domótica" procede de doméstico e informático. Puede decirse que todos los términos utilizados para definir al Edificio Inteligente son de total aplicación, en la medida de lo posible, para definir una "vivienda inteligente" o vivienda "domótica".

En España comienza a hablarse de domótica a principios de los 90, una vez sentadas las bases de lo que venimos llamando "Edificios Inteligentes". A esas

alturas, Estados Unidos ya poseía gran experiencia en "edificios de oficinas" y Japon y Francia en el entorno doméstico.

Podemos resumir que la incorporación de las Tecnologías de la Información a edificios y viviendas están orientadas a proporcionar una mejor gestión en aspectos como el confort, la seguridad y el ahorro, así como la optimización en la gestión energética, las comunicaciones y la información.



El edificio debe estar diseñado para las personas, de manera que se aumente la sensación de confort a sus usuarios y la relación entre ellos. El interior debe ser diseñado ergonómicamente de manera que se consiga un aumento de la productividad aumentando el nivel de confort de los entornos de trabajo. Se debe potenciar también la posibilidad de relación entre los distintos usuarios del edificio proporcionando áreas de expansión y zonas de encuentro donde realizar contactos informales e intercambiar puntos de vista.

