



## CRITERIOS TECNOLÓGICOS PARA EL DISEÑO DE EDIFICIOS INTELIGENTES

### TECHNOLOGICAL CRITERIA FOR DESIGN OF SMART BUILDINGS

Luz Marina Arciniegas Peña  
Universidad Rafael Belloso Chacín. Venezuela

#### RESUMEN

La introducción de nuevas tecnologías de información ha traído como consecuencia la necesidad de adaptar el hábitat del hombre, a objeto de brindarle mayores niveles de seguridad, confort y economía, así como facilitarle el proceso de integración comunicacional con el entorno. Con el propósito de establecer los criterios tecnológicos necesarios para el diseño de las edificaciones inteligentes se determinó la problemática actual de los edificios, se estudiaron las características de los edificios inteligentes así como sus aplicaciones y los grados de inteligencia que pueden alcanzar. Esta determinación a nivel de la ciudad de Maracaibo, se llevó a cabo utilizando cuestionarios aplicados a un censo poblacional de 18 expertos en el área de las telecomunicaciones y de la arquitectura, así como acudiendo a revisión bibliográfica. El tipo de investigación es descriptiva de campo, y el diseño de la misma es no experimental de tipo transeccional descriptivo. Los resultados obtenidos indican que la seguridad es el problema prioritario a resolver y que a su vez constituye la característica primordial sobre la cual se diseñan edificios inteligentes, seguido de la economía, el confort y las comunicaciones. A su vez se determinó que prácticamente todos los espacios habitables son susceptibles de aplicaciones domóticas, sin embargo el uso comercial-administrativo, residencial y salud ocuparon los primeros puestos en la preferencia de los expertos. Por último se determinó la necesidad de hacer una subdivisión adicional de grados de inteligencia para acercar a la ciudad a las posibilidades de desarrollo de los edificios, transformando la escala de tres grados a cuatro grados de inteligencia. Por tanto se llega al hecho de que el diseño de edificios inteligentes es una alternativa a la problemática del hábitat contemporáneo valorando las posibilidades que esta tecnología brinda al mejoramiento de la calidad de vida de los individuos.

**Palabras Clave:** domótica, edificios inteligentes, niveles de inteligencia.



## ABSTRACT

The incorporation of new technologies of information had brought in consequence the need to adapt the man's habitat in order to give him, higher levels of security, comfort and economy as well as to make easy the process of communicational integration with the environment. On purpose of establishing technological criteria for the design of smart buildings it was determinate in first place the contemporary problematic of the buildings; in second place it was studied the smart building's characteristics an then, their applications. It was determinate the intelligence levels in the smart buildings at the city of Maracaibo. The questionnaires were used to ask to 18 experts in telecommunication and architecture areas, their opinions. The bibliographical review was used too. The kind of investigation is descriptive and a field research. The design of the investigation is non experimental and descriptive transectional. The results of the investigation indicated that the security is the problem to solve and has become to be the primordial characteristic upon the experts have to design their buildings, followed the economy, comfort and communications. Either, was determinate that any kind of buildings could be smart buildings, but the commercial use, residential use and health use are the most important application of domotics principles. At last it was determinate that is necessary an additional subdivision of the intelligence level to approach the city of Maracaibo to a higher levels of development of their buildings. Therefore, the design of smart buildings in an alternative to the contemporary habit problematic, look at the all possibilities that this technology offers to the improvement the life quality of the human beings.

**Key Words:** Domotic, Smart Buildings, Intelligence Level

## INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información amplian su campo de aplicación día a día, pasando a formar parte indispensable de todos los dominios conocidos e incorporándose desde puntos de vista económicos, sociales y culturales. Este hecho exige de esos dominios un esfuerzo mayor orientado hacia la formación y preparación de los sectores que esperan recibir las nuevas tecnologías pero igualmente de quienes deben propiciarlas, de forma tal de incorporarlas, y a través de su manejo eficiente, contribuir a elevar la calidad de vida del hombre.

El espacio no escapa a ese campo de aplicación. A través de la incorporación de criterios tecnológicos de diseño a sus espacios habitables, se está cumpliendo con el objetivo primordial: calidad de vida. Esta  rea es conocida como domótica, encargada de la integración de actividades



automatizadas que mejoran la seguridad y confortabilidad y redundan en mejorar el aspecto económico y los sistemas de comunicación e información en los espacios habitables.

El presente artículo, Criterios Tecnológicos para el Diseño de Edificios Inteligentes, se plantea por la necesidad de analizar y estudiar la problemática existente en las edificaciones en las que diariamente se trabaja, vive o estudia, determinando con base en los conocimientos teóricos, aquellos elementos que participen en el proceso de diseño de edificios inteligentes adaptados a la realidad de la ciudad. A su vez estudia las características que de acuerdo con criterios de expertos, deben incorporarse al diseño de edificios inteligentes y sus posibles aplicaciones en la ciudad. Por último, se describen los niveles de inteligencia de los edificios a objeto de incorporar a la región en el proceso de desarrollo de esta tecnología.

Se espera que la investigación presentada aporte las definiciones necesarias de los edificios inteligentes y se comporte como una referencia teórico-práctica para aquellos profesionales que vean la posibilidad cierta de implementar principios de domótica en sus diseños, con la intención de mejorar el entorno y hacer la vida diaria de los ciudadanos mucho más sencilla a través de la tecnología.

### **LA DOMÓTICA COMO RESPUESTA A LA PROBLEMÁTICA DEL HABITAT CONTEMPORANEO**

El marcado desarrollo de las telecomunicaciones y la conjugación de muchos otros factores, entre ellos la seguridad, la economía, la comunicación y el confort, han obligado a la informática a pensar en respuestas técnicas adaptadas a todos los elementos de la vida diaria. Hoy en día no se concibe Internet sólo para empresarios, o no se entienden la supervisión por imágenes sólo para la banca y no se automatiza únicamente en grandes fábricas automotrices.

Todos las funciones que llevan a cabo los individuos de hoy en día son susceptibles de ser apoyadas por estos avances en la informática o las telecomunicaciones y en estos momentos ha dejado de ser ciencia ficción el poder encender los aparatos de aire acondicionado desde el vehículo, planificar los sistemas de riego del jardín desde un celular, o controlar el juego de los niños en el parque desde un televisor de la habitación principal de una vivienda.

A nivel mundial en los países más desarrollados, se ha introducido con fuerza la incorporación de las tecnologías de la información, a objeto de



resolver la problemática planteada por la necesidad de mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Una de estas nuevas incorporaciones es conocida como domótica, término referido a la integración de las nuevas tecnologías al espacio arquitectónico, formado un todo coherente que busca aportar una mayor calidad de vida al usuario (Ángel, 1992).

La realidad latinoamericana es diferente en este sentido. Sólo algunos países como Brasil, Argentina y México han avanzado en el estudio y sobre todo en la implementación de la domótica al diseño de sus edificaciones. Sin embargo, es Latinoamérica, por su situación y sus aspectos económicos y socio-culturales un buen ejemplo de la problemática que la domótica ayudaría a disminuir.

Si bien es cierto que se ha avanzado en la creación de nuevas tecnologías, en Venezuela, y especialmente en Maracaibo estos avances no se han hecho presentes. Para edificaciones ya existentes se plantea la necesidad de incurrir en grandes costos de remodelación, con el único objetivo de colocar una red LAN de cableado estructurado.

Es en los últimos momentos en los que se ha comenzado a tomar en consideración la importancia de este impacto y la posibilidad cierta de involucrar las tecnologías de la información al diseño arquitectónico en su concepto global.

Por otro lado, si el país y la ciudad no se incorporan a los nuevos desarrollos de la domótica, los procesos de crecimiento tanto individuales como de la población en general se mantendrán en el atraso en el que hoy en día se encuentran privando de esta forma a la población del disfrute y la tranquilidad que proporcionan el sentirse protegido, seguro y confortable.

Con miras a brindarle una respuesta tecnológica a esta problemática y establecer los criterios tecnológicos para el diseño de edificios inteligentes se determina la problemática de los edificios en la actualidad, se describen las características de los edificios inteligentes, así como sus aplicaciones y se determinan los diferentes grados de inteligencia que puede tener un edificio. Cumpliendo con estos objetivos es de la forma como se determinarán los criterios tecnológicos para el diseño de edificios inteligentes.

### **TECNOLOGÍA Y ESPACIO: EDIFICIOS INTELIGENTES**

Los trabajos de investigación que sirvieron como antecedentes más importantes para el presente trabajo por el modo en el que tratan la información se titulan: Domótica y Espacios Cotidianos (Ángel, 1993a) y Un



estudio sobre Nuevas Demandas e innovaciones en el Hábitat Contemporáneo, de  ngel (1993b) realizados en Argentina con el objeto de dar a conocer un nuevo dominio de aplicación tecnológica como lo constituye la "Domótica" y Edificios Inteligentes de Kirschning (1992), donde se compendia una descripción teórica relacionada con los edificios inteligentes.

El trabajo de Angel (1993b) realiza un estudio sobre el estado de la opinión pública en relación con la domótica. En una primera etapa el proyecto se orient  a conocer sugerencias y observaciones de los distintos profesionales y empresarios vinculados, directa o indirectamente con algunas de las dimensiones del tema en cuestión. Para cumplir con este objetivo se llevo a cabo una encuesta de opinión cualitativa-cuantitativa dirigida principalmente a estudios de arquitectura e informática, empresas de electrodomésticos, de comunicación y seguridad, y por otra a las distintas unidades académicas y centros de investigación.

El objetivo primordial de la encuesta fue detectar el tipo y grado de relación que establecían los actores entre su actividad y la domótica, exactamente buscando su percepción dentro del campo, su visión sobre potencialidades, áreas de aplicación y grado de factibilidad que de acuerdo con su consideración le asignaban al desarrollo domótico en Argentina (ob cit).

Por otra parte, el trabajo de investigación titulado Edificios Inteligentes (Kirschning, 1992) es un antecedente predominantemente teórico en el cual se plantea como objetivo el dar a conocer este concepto en el medio en el que se desarrolla el trabajo (Méjico). Para ello se comienza con la presentación de una definición generalizada de los Edificios Inteligentes, explicando sus componentes, considerados desde los puntos de vista estructural y funcional. También se presenta un estudio realizado por el Instituto Cerd  sobre los posibles niveles de inteligencia de un edificio inteligente y una breve lista de algunos de los edificios inteligentes existentes en el mundo.

## LA DOMÓTICA

La razón de ser de toda infraestructura es la de proveer algún tipo de servicio y apoyo a las actividades del hombre. Pero estos servicios y actividades han ido evolucionando y han sufrido profundos cambios, donde muchos de éstos, son adjudicados al desarrollo desmesurado de la computación en todo el mundo. De ahí que los edificios han tenido que cambiar también para albergar dichos servicios y satisfacer las necesidades



del hombre de hoy. Y es de aquí de donde surge un nuevo concepto: el Edificio Inteligente.

Se infiere por lo tanto que la domótica es un dominio socio-económico en el que convergen numerosos sistemas tecnológicos y se hace uso de la capacidad de digitalización de la información incorporándolas al hábitat (Angel 1993a). En otras palabras, la domótica se entiende entonces como la integración coherente y efectiva de la tecnología de la información, con el espacio habitable del hombre.

En este sentido, para hablar de domótica debe existir siempre el término integración, que significa que todas las necesidades se deben satisfacer de forma global y en conjunto, pues de lo contrario sólo sería la automatización de cualquier actividad.

El término edificio inteligente es pues una forma simple de definir un aspecto complejo de la domótica. Sin embargo esto no implica que su definición sea única o sencilla, pues diferentes instituciones y profesionales, sobre todo basados en su orientación han brindado una definición propia al novedoso concepto.

Para Ángel (1993a), el término edificio inteligente representa aquel edificio, cuyo objetivo primordial es proporcionar un mayor confort y comodidad a los habitantes, optimizando los recursos disponibles y mejorando la calidad de vida.

El autor tomando como base las definiciones conocidas y su propio criterio considera al edificio inteligente como aquella estructura diseñada por y para el hombre que es capaz de ofrecer a sus ocupantes una serie de herramientas y facilidades que redunden directamente en elementos de seguridad, confort, comunicación y economía, gracias a la utilización y correcta integración de aquellos aspectos tecnológicos propios del mundo de la informática.

El edificio inteligente tendrá por lo tanto, la finalidad de satisfacer las necesidades actuales y futuras de sus ocupantes con un máximo de seguridad y confort que generen en los individuos la mayor productividad y creatividad para alcanzar sus objetivos. Por otro lado este edificio debe proporcionar herramientas de mantenimiento que alarguen su vida útil con el mayor ahorro posible.



## CARACTERÍSTICAS DE LOS EDIFICIOS INTELIGENTES

Una de las principales características de un edificio inteligente es, la flexibilidad, de tal forma que sea susceptible a cambios futuros, tales como: incorporación de nuevas tecnologías, actualización de equipos y cambios en la distribución interna de las oficinas, entre otros. Inclusive se dice que la única característica que tienen en común todos los edificios inteligentes es una estructura diseñada para acomodar cambios de una manera conveniente y económica (Kirschning, 1992)

El edificio inteligente incorpora sistemas de manejo de información que soportan el flujo de ésta a lo largo de todo el edificio (flujo de información interno y externo). Esto permite que el edificio inteligente ofrezca servicios avanzados de (a) Automatización de actividades, (b) Telecomunicaciones, (c) Control automatizado, (d) Monitoreo, (e) Administración y mantenimiento efectivos de los distintos subsistemas o servicios del edificio, de forma óptima e integrada y además de forma tanto local como remota (Kirschning , 1992).

Por tanto en determinados edificios cuyas características se aproximan a la definición de inteligentes, se pueden encontrar los siguientes elementos:

1. Automatización de servicios: un edificio puede comenzar a llamarse inteligente cuando cuenta con una red de comunicaciones interna, proporcionando software de aplicación con procesadores de datos y de textos (Kirschning, 1992).

2. Diseño inteligente y control centralizado: Otros expertos consideran que para poder llamar inteligente a un edificio, este debe reunir las siguientes características:

Tener un diseño inteligente, es decir, que ha sido diseñado, desde un principio, para proveer todos los servicios de forma óptima y contar con servicios integrados. Se dice que están integrados el control, administración y mantenimiento de todos los sistemas y servicios, cuando todas las señales se encuentran controladas por un sólo equipo (Ob. cit).

3. La inteligencia en base al apoyo: de acuerdo con Finley (1991) un edificio inteligente debe también verse sustentado por un manejo eficiente de sus recursos. La inteligencia de un edificio inteligente reside mucho en el grado en el que sus administradores y usuarios son librados de actividades molestas o tediosas y ayudados en las tareas que deben realizar.

4. Diseño por computadora: para el diseño arquitectónico se cuenta con



sistemas basados en conocimiento, lo cual significa que el diseño de un edificio puede realizarse utilizando inteligencia artificial. Se usa la computadora para representar los objetos que componen un edificio y las relaciones entre sí (Coyne, 1990).

5. Sistemas expertos: lo presentado anteriormente se refiere a la operación del edificio. Sin embargo, dependiendo de las actividades que se realicen dentro del edificio, se pueden tener un sinnúmero de sistemas inteligentes para el apoyo en la toma de decisiones en áreas como: Medicina, Economía, Mercado de Valores, Diseño por computadora, y muchas más. (Kirschning, 1992).

### **ELEMENTOS DE DISEÑO DE EDIFICIOS INTELIGENTES**

La inteligencia de un edificio comienza desde la planificación y el diseño, y debe verificarse hasta su uso, mantenimiento y su flexibilidad a los cambios futuros tales como la incorporación de nuevas tecnologías, actualización de equipos y cambios en la distribución interna de los ambientes, entre otros; en ese momento se puede decir que se diseña un edificio inteligente (Méndez, 2002).

El edificio Inteligente es el producto de la convergencia de una gran cantidad de criterios. Estos, pueden delimitarse en aspectos tecnológicos, sociales y económicos. Los criterios tecnológicos existen porque los edificios inteligentes se basan en una serie de sistemas derivados en su mayoría de la electrónica, de los sistemas de seguridad, de los desarrollos utilizados para sustituir funciones humanas (automatización), y de las telecomunicaciones todo ello haciendo uso de la capacidad de procesamiento digital progresivo de los diferentes elementos (Ángel, 1993a).

Existen criterios sociales debido a que la domótica se basa en la búsqueda de una mejor calidad de vida de todos los individuos bien sea a través de su vivienda, su lugar de trabajo o en aquellos sitios donde satisfaga alguna necesidad humana (atención, diversión, transporte, entre otras).

En último lugar existe el criterio de la economía visto desde diferentes ópticas; una primera visión se refiere a la reducción significativa del gasto operativo de cualquier edificación en el mediano y largo plazo. Otra visión de la economía la representa la oportunidad de diseñar y masificar elementos de automatización y control que abren un nuevo mercado a nivel mundial.

Tomando en cuenta los criterios antes mencionados, la presente investigación se orienta hacia aquellos elementos tecnológicos dentro de las



dimensiones estudiadas que participen en el proceso de diseño de un edificio inteligente. La utilización de todos estos medios tecnológicos debe por lo tanto contribuir a mejorar los siguientes aspectos: el confort tomado en su acepción más amplia tal como térmico, acústico, visual, espacial. La gestión técnica y administrativa del edificio, la comunicación tanto interna como externa y el factor económico nacido de la combinación del mejor confort con una gestión eficaz del edificio.

### **NIVELES DE INTELIGENCIA DE UN EDIFICIO**

El Instituto Cerd , es una fundación privada, que se dedica a asesorar a diversas empresas para el diseño y construcción de edificios inteligentes. Ellos han intentado definir los posibles niveles de inteligencia que se pueden encontrar en un edificio. (Kirschning, 1992)

El calificativo inteligente asociado, en términos técnicos, a un equipo o sistema, implica la existencia de al menos una unidad de proceso en dicho equipo o sistema y, un edificio será tecnológicamente inteligente si incorpora en su propia infraestructura unidades de proceso interconectadas por medio de un sistema abierto de cableado y equipos de comunicaciones (Ob. cit).

Para aclarar la diferencia entre edificio automatizado e inteligente se definen cuatro niveles de inteligencia. Estos se obtienen de la combinación de distintos grados de automatización de un edificio con tecnología de la información. (Cerd , 1989). Las características tecnológicas de un edificio se pueden separar en dos grupos: (a) Servicios de automatización del Edificio y (b) Servicios basados en Tecnologías de la Información. Estos grupos se pueden separar a su vez en varios niveles, de acuerdo con Cerd  (1989).

#### **Servicios de Automatización del Edificio:**

Nivel A0: pocas instalaciones técnicas automatizadas, en el mejor de los casos, se lleva a cabo una supervisión de un cierto número de puntos; no existe control, no existe ningún tipo de integración entre los sistemas técnicos.

Nivel A1: existen sistemas de control centralizado de las instalaciones del edificio, poca o nula integración (sistemas de control funcionando independientemente).

Nivel A2: todas las instalaciones están controladas centralmente totalmente integradas.



### Servicios basados en Tecnologías de la Información:

Nivel I1: existen servicios de automatización de la actividad y de telecomunicaciones sin que estén integrados.

Nivel I2: existen servicios integrados a distintos niveles: cableado, funcionamiento coordinado de los distintos equipos, un entorno digital que integre los diferentes servicios.

Tomando las combinaciones más significativas de estos niveles (A0, A1, A2) con (I1, I2) se obtienen los distintos grados de inteligencia de un edificio:

(A1, I1): Grado de inteligencia mínimo, requiere mayor esfuerzo de gestión para el mantenimiento de las condiciones óptimas de operación.

(A2, I1): Grado de inteligencia medio: posibilidad razonable de que se tienda hacia un mayor grado de integración.

(A2, I2): Grado de inteligencia máximo: requiere mayor inversión, mayor complejidad tecnológica, disponibilidad de herramientas que faciliten la gestión.

### APLICACIONES DE EDIFICIOS INTELIGENTES

Una vez estudiado conceptos, características, componentes del Edificio Inteligente surge la pregunta: ¿quiénes son susceptibles de un sistema domótico o edificio inteligente? La respuesta inmediata a esta pregunta sería a todo el mundo.

Oficinas, hoteles, colegios y viviendas particulares pueden requerir los servicios que proporciona la domótica. Un sistema domótico es flexible, versátil y adaptable a cualquier necesidad, a cualquier tipo de edificio y a cualquier actividad que en él se vaya a desarrollar.

El edificio inteligente proporciona un sinnúmero de beneficios y ventajas inalcanzables mediante una instalación tradicional. Si se tuviera que resumir las principales razones para instalar un sistema inteligente, sin duda serían éstas: seguridad, confort, comunicación y economía. Pero sin duda, estas cuatro razones mencionadas se reducen a una sola razón: aumentar la calidad de vida de los individuos. (Domótica Viva, 2004)

Apartamentos, casas unifamiliares, viviendas en general, despachos, grandes centros industriales, iglesias, instalaciones deportivas, residencias



geriátricas, centros sanitarios, bibliotecas, la domótica no tiene límites de aplicación.

## EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN

Los objetivos de la investigación se alcanzan en la misma, empleando una metodología de investigación que la define como de tipo descriptiva y de campo. Para el caso objeto de estudio, se utiliza un cuestionario que fue aplicado a objeto de recopilar información sobre la realidad de los edificios inteligentes en la ciudad de Maracaibo, de acuerdo con la visión de los individuos seleccionados.

La investigación de los criterios tecnológicos para el diseño de edificios inteligentes es transeccional descriptiva, pues se estudian las características de los edificios inteligentes y sus aplicaciones en un sólo momento en el tiempo y la recopilación de los diferentes datos empleados también fue ejecutada en un sólo espacio de tiempo (Abril del 2004) .

En el presente estudio se ha considerado la utilización del censo poblacional, pues se hizo indispensable recurrir a opiniones de expertos en el área de las edificaciones inteligentes a fin de determinar los criterios tecnológicos necesarios para el diseño de edificios inteligentes. Los expertos de la muestra deben tener el perfil profesional que les permita conocer la vinculación entre los criterios tecnológicos planteados y la arquitectura.

En la ciudad se lograron contactar dieciocho profesionales que tenían conocimiento, vinculación o experiencia en estas áreas sealadas. Pertenecen a diferentes disciplinas como la arquitectura o la ingeniería en computación, analistas de sistemas, técnicos en obras civiles con experiencia en diseño e instalación de sistemas domóticos en Maracaibo.

Se utilizó el instrumento de investigación conocido como cuestionario con el objeto de presentarlo a los dieciocho expertos seleccionados. Este cuestionario persigue medir la categorización de la importancia que les otorgan a los indicadores de la variable, aquellos individuos que conocen de la materia, se utilizó como herramienta de medición la Escala de Lickert.

Est  conformado por dieciocho preguntas agrupadas de la siguiente forma: las primeras cuatro preguntas está relacionadas directamente con la problemática de las edificaciones existentes. A partir de la pregunta cinco hasta la pregunta nueve éstas se relacionan con las características de los edificios inteligentes sometiendo a la valoración de los expertos los diferentes indicadores que corresponden a dicha dimensión. Por último de la pregunta



diez a la pregunta dieciocho, el cuestionario aborda la dimensión de las aplicaciones de los edificios inteligentes con la finalidad de detectar de acuerdo con el criterio de los expertos qué tipo de edificaciones pueden implementar los principios de la domótica.

## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Una vez recopilada y analizada la información de la aplicación del instrumento, la discusión de los resultados mismos se enfoca desde el punto de vista de la contrastación con aquellos conocimientos teóricos estudiados y los antecedentes tomados como base para el estudio.

En primer lugar al analizar la problemática que confrontan los edificios desde el punto de vista tecnológico basados en elementos tales como la seguridad, el confort, la economía y las comunicaciones, se encuentra que la escasa seguridad de las personas y de los bienes se convierte en el tema prioritario a solucionar. Sin embargo cabe destacar que aún por encima de este resultado, el consumo energético excesivo constituye el valor más elevado de todos los resultados pertenecientes a este objetivo.

Este resultado es significativo pues le otorga a un criterio como el de la economía una leve prioridad sobre la seguridad en uno sólo de sus elementos, el gasto excesivo en consumo energético. En contraposición con el estudio de Ángel (1993b) en la cual la seguridad es el factor relevante aunque sus porcentajes se distribuyen de manera más uniforme entre los distintos criterios que la abarcan.

Este hecho no es sorprendente si se consideran otros elementos que van más allá de la tecnología y se introduce en el mundo de la sociología y los factores de carácter económico que convierten a la ciudad en un sitio con alta peligrosidad y de gran riesgo donde la principal preocupación consiste en brindar protección a los individuos sobre todo en su hábitat, así como se busca tener mayor comodidad con el menor gasto posible.

El factor económico en la problemática se convierte en la segunda preocupación después de la seguridad, mientras que en el estudio realizado en Argentina, los inconvenientes relacionados con la economía ocupan posiciones diferentes de menor prioridad. En la ciudad el poder adquisitivo de los individuos y su constante preocupación por economizar a través de la reducción de costos en los consumos energéticos surge como un elemento de alta consideración al momento de diseñar un edificio inteligente con miras a regular esa situación.



Los resultados obtenidos en el estudio argentino señalan que la característica económica menos elegida fue precisamente el menor costo de mantenimiento. Se piensa que es probable que se asuma el edificio inteligente con una imagen de high tech de la domótica y por lo mismo lleve a suponer la existencia de altos costos de mantenimiento. Sin embargo, las experiencias ya existentes sobre ello demuestran lo contrario: el edificio inteligente, consta de dispositivos que detectan preventivamente gran cantidad de desperfectos y accidentes y permite operar sobre el sistema antes de que la falla suceda, ahorrando de esta forma, un número considerable de gastos (Ángel, 1993a).

Existe un elemento a resaltar con respecto a las comunicaciones producto de la observación de los resultados. Si bien es cierto que gran cantidad de expertos seleccionados se encuentran en el área de las telecomunicaciones o la informática, los criterios relacionados con las comunicaciones ocupan el cuarto lugar entre cuatro elementos. La respuesta no parece encontrarse en el hecho de considerarlo menos importante, sino mas bien que los otros criterios son de una importancia capital. Este fenómeno se observa también en el estudio realizado en Buenos Aires, donde se señala que curiosamente la capacidad de la domótica para brindar mayores posibilidades de comunicación no es el aspecto el más valorado. (Ángel, 1993b).

El presente estudio pretende igualmente, evaluar las aplicaciones del edificio inteligente desde el punto de vista de los expertos. Desde este punto de vista los resultados muestran que la actividad comercial-administrativa referida tanto a funciones de comercio y de oficinas es el sector al cual se aplica mejor el diseño de edificios inteligentes. La vivienda y el sector salud son los siguientes en el orden de importancia. Por el contrario Ángel (1993b) señala que "llamó la atención el bajo porcentaje otorgado al uso de la domótica en conjuntos habitacionales, hecho éste que parece responder a la imagen que los encuestados tienen de la domótica, como algo de alta sofisticación" (p. 24)

El sector comercial por el contrario es un sector de crecimiento, a pesar de las diferentes coyunturas. En estos espacios la evolución de los costos, la rentabilidad y la competencia hacen necesario repensar la organización de los mismos. La vulnerabilidad de las empresas a raíz del desarrollo de Internet y las telecomunicaciones requiere que a través de ellas mismas se controle la seguridad. Por lo tanto, es este sector el que los expertos consideran como el más apropiado para el diseño en función de los criterios de inteligencia estudiados.

En cuanto a la aplicación en la vivienda la inclinación se lleva hacia tres



elementos principales: las telecomunicaciones y los medios de comunicación masiva que se presentan en la vivienda como un servicio por su capacidad de procesar, recibir, almacenar, modificar, transmitir información y permitiendo incorporar a la vivienda a su entorno. Otro elemento se encuentra en los electrodomésticos inteligentes cuyo marcado desarrollo los convierte en parte fundamental de la vivienda inteligente.

El resultado de otras aplicaciones en sectores como educación, gobierno, industrias y hoteles se ubican por detrás de las ya descritas. Son coincidentes en aspectos como la detección de incendios y factores de seguridad y determinantes como el caso del acceso a Internet en las edificaciones educativas, en las cuales el 100 por ciento de la muestra (18) la consideran indispensable. Se entiende claramente que con el avance de aplicaciones como lo es Internet, el sector educativo debe ser partícipe directo y ofrecer esos servicios a todos sus integrantes.

Sobre la base de los resultados anteriores se determinaron los niveles de inteligencia de los edificios en la ciudad de Maracaibo, estableciendo comparaciones con los niveles de inteligencia propuestos en el marco teórico (Cerdá, 1989). Allí se describieron tres grados de inteligencia a considerar, de acuerdo con los distintos parámetros de automatización, control e integración.

De acuerdo con el criterio del autor de esta investigación la inteligencia de los edificios en la región debe clasificarse en cuatro (4) niveles en lugar de tres, de la siguiente forma:

Nivel 1: Grado de Inteligencia mínimo: este nivel estará definido como aquel en el cual las edificaciones muestren algún tipo de automatización, bien sea de sus servicios o bien de sus sistemas, pero donde no exista ningún grado de integración. En otras palabras, el edificio presenta algún tipo de automatización pero en el mismo, cada subsistema no está de ninguna forma relacionado o integrado con otro.

Nivel 2: Grado de Inteligencia bajo: en este nivel los sistemas de automatización que presente el edificio se combinan a través de un sistema central dando como resultado una integración mínima. El edificio puede poseer más de un sistema inteligente, sin embargo la integración se percibe de una forma muy discreta.

Nivel 3: Grado de Inteligencia Medio: el edificio, sus sistemas y sus servicios poseen un nivel de integración mucho mayor, pero además, existe la factibilidad de tender hacia un mayor grado de integración en la medida del



crecimiento o incorporación de nuevos servicios.

Nivel 4: Grado de inteligencia Máximo: en este nivel la inteligencia del edificio viene dada por la total integración de sus servicios, de sus sistemas y de sus funciones. El sistema es de una mayor complejidad tecnológica pero la respuesta a todas las situaciones determina la menor intervención humana posible. Este a su vez, pone a la disposición de usuarios y administradores las herramientas necesarias para facilitar la gestión y el proceso de aprendizaje requerido para brindar respuesta a las diferentes situaciones que se presenten.

En Venezuela, la incorporación de muchos avances de carácter tecnológico se ha visto dificultada por la gravedad de problemas que se confrontan de índole política y económica. Con esta nueva clasificación es posible incorporar a la ciudad de una forma progresiva al desarrollo tecnológico, a un nivel mucho más adaptado a las posibilidades del medio, así como también promover el diseño de edificios inteligentes con aquellas herramientas tecnológicas que están a la disposición en la región.

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El desarrollo del trabajo de investigación titulado Criterios Tecnológicos para el diseño de Edificios Inteligentes permitió en primer lugar determinar aquellos problemas prioritarios que confrontan las edificaciones determinados en función de la necesidad inmediata de brindarles solución.

La escasa seguridad de las personas y sus bienes, el consumo energético excesivo y los problemas de información y comunicación constituyeron los inconvenientes a los cuales se les debe buscar solución con carácter prioritario.

A su vez, en relación a la problemática detectada, la posibilidad de reducir el gasto de energía excesivo y la falta de mantenimiento preventivo constituyen a su vez inconvenientes cuya solución pasa por la aplicación de los criterios de edificaciones inteligentes.

Con respecto a las características de los edificios inteligentes, se concluye de forma categórica que la seguridad de las personas y de los bienes, es el criterio de diseño de edificios inteligentes, más importante considerando la valoración que los individuos le otorgan.

Así mismo las ventajas que ofrece el aumento de la seguridad y funcionalidad, la reducción de gastos de energía, el control y registro de los



consumos, la reducción en los costos de mantenimiento y la mejora de las comunicaciones internas y externas de una edificación, emergen como características de los edificios inteligentes de consideración el momento del diseño.

Cada una de estas características se engloba dentro de los diferentes criterios estudiados. En la generalidad para los expertos, el aspecto seguridad fue el criterio preponderante seguido de la economía, el confort y las comunicaciones.

La presente investigación abordó el campo de aplicación de los edificios inteligentes. Las opiniones determinaron que es el comercio y las oficinas el uso en el cual la domótica satisface mayor cantidad de necesidades y requerimientos, así como en el sector salud y en la vivienda. Sin embargo no existe limitación en el uso del edificio al momento de plantearse un diseño inteligente.

Por último, los elementos tecnológicos con los que se diseñen las nuevas edificaciones demarcan el grado de inteligencia que se le quiera otorgar. Por este motivo una nueva clasificación de los grados de inteligencia de los edificios permite a la ciudad, incorporarse progresivamente a estos desarrollos tecnológicos que impulsen en el corto plazo, la necesidad de diseñar empleando los criterios estudiados a fin de brindarle a los individuos una respuesta adecuada para elevar su calidad de vida, a través del desarrollo de su hábitat.

De acuerdo con el estudio realizado, se recomienda a los profesionales de la ingeniería en el área telemática, la elaboración de una propuesta que involucre los criterios aquí estudiados y sirva de manual para aquellos profesionales de la arquitectura o ingeniería que se involucren en el diseño de edificios inteligentes.

A los Colegios de Ingeniería y Facultades de Ingeniería a través de sus centros de divulgación, abrir la posibilidad de canales de información por medio de los cuales se interesen a las diferentes disciplinas participantes en el diseño de edificios inteligentes para su estudio e implementación. Este canal brindará lineamientos teóricos y prácticos que faciliten la comprensión del tema, la adquisición de información, materiales, equipos y funcionamiento, así como la posibilidad de acceder a ellos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angel, P. (1993a). *Domótica y Espacios Cotidianos*. Argentina: Secretaría de Cultura y Tecnología.



- Angel, P. (1993b). *Estudio sobre nuevas demandas e innovaciones en el hábitat contemporáneo*. Argentina: Secretaría de Cultura y Tecnología.
- Coyne, R. (1990), *Knowledge-Based Design Systems*.,. Diseño de Sistemas Expertos. U.S.A.: Addison-Wesley Publishing Company.
- Finley, M., Karakura, A. y Nbogni, R. (1991). *Survey of Intelligent Building Concept*. Encuesta sobre el Concepto de Edificios Inteligentes. IEEE Communications Magazine.
- Hernandez, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (1991). *Metodología de la Investigación*. Méjico. Editorial McGraw-Hill.
- Instituto Cerdá (1989). *Area de Telecomunicaciones. Edificios y Areas Inteligentes*. España
- Kirschning, I. (1992). *Edificios Inteligentes*. Tesis de Grado sin publicar. Universidad de las Américas. Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Mexico.
- Mendez, G. (2002). *Edificios Inteligentes o Diseño de Edificios con Alta Tecnología*. Recuperado el 15 de Marzo de 2004 en <http://www.universia.com.ar/contenidos/internet/domotica.html>
- Urriza, A. (1991). *Domótica. Conceptos de Integración*. Méjico: Editorial McGraw-Hill.