



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLÁN**

FACTIBILIDAD DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS INTELIGENTES

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

JORGE ALBERTO DÍAZ VILLEDA

Asesor: Ing. Omar Ulises Morales Dávila.

Fecha: Julio-2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A Dios y la su madre la Virgen María por su inmensa bondad y cariño, por bendecirme con su amor y por ayudarme siempre a continuar mi camino A Dios y a la Virgen María, **gracias.**

A mi esposa e hijo por apoyarme y estar conmigo en todas las facetas de mi vida; como ser humano, amigo, estudiante, compañero, profesionista, esposo y padre, por incentivar mis sueños y compartir mis logros; **gracias.**

A mi madre por forjarme como ser humano como hombre y apoyarme en mis estudios, **gracias.**

A la Universidad Nacional Autónoma de México gracias.

Estrellita Morón Beltrán, Jorge Díaz Morón, Yolanda Villeda Monroy, Ma. Antonieta Díaz Villeda, Miguel Ángel Díaz Villeda, Julián Castillo Vorrath, Omar Morales Dávila, Ignacio Lizarraga Gaudry.

GRACIAS.

A mi esposa a mi hijo, dedico esta tesis que a pesar de ser un solo paso más de los muchos que recorrí para poder concluir mi licenciatura, representa la conclusión de una meta que me tracé, sin su apoyo, cariño, ejemplo, comprensión, compañía y consejo hubiera sido mucho más difícil de alcanzar.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día existe una creciente y constante renovación tecnológica, la cual abarca cada día más sectores, desde profesionales, académicos, de investigación, comercio, entre otros. La Ingeniería Civil no es un punto olvidado por las aportaciones tecnológicas del mundo moderno, día a día salen al mercado nuevos y revolucionarios productos que mejoran el desempeño constructivo y económico de las empresas constructoras; así como nuevas paqueterías con avanzados programas de computación y enlaces digitales y electrónicos que resulta imposible dejarlos a un lado. Sin olvidar nunca las bases de la ingeniería misma.

El objetivo de elaborar una tesis profesional cuyo tema sea sobre los edificios inteligentes es promover no solo a los edificios inteligentes como una nueva alternativa de construcción sino de sembrar la idea de el cuidado de los recursos naturales y energéticos y el empleo de nuevas tecnologías dentro de la ingeniería civil.

Cabe mencionar que el término inteligente es meramente distintivo sobre los edificios tradicionales, existen opiniones encontradas de muchos expertos de la materia sobre este nombre, por lo que no pretendo profundizar sobre dicha nomenclatura; de igual manera, este tipo de edificios se les conoce como edificios con equipamiento domótico.

Ésta tesis consta de tres capítulos divididos de manera tal que cualquier lector pueda comprender lo que es un edificio inteligente así como las ventajas de construir edificios inteligentes.

En el primer capítulo se encuesta la definición de edificio inteligente así como las características de los edificios inteligentes, y los sistemas en los cuales se apoyan para su operación.

En el segundo capítulo se hace una comparativa económica de los edificios inteligentes contra los tradicionales en lo que respecta a los costos de construcción, operación y mantenimiento, partiendo desde una estructura idealizada.

Por último en el tercer capítulo están compilados todos los beneficios adicionales de los edificios inteligentes sobre los tradicionales.

Debido a que el tema de los edificios inteligentes es relativamente nuevo, no existe gran número de fuentes de consulta sobre este tema, la información fue tomada en gran medida de distribuidores de equipos para edificios inteligentes.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	7
1.1 Características generales de los edificios inteligentes.	8
1.2 Servicios generales de los edificios inteligentes.	14
1.3 Equipo necesario para adecuado funcionamiento de un edificio inteligente.	17
1.3.1 Controles de mando.	17
1.3.2 Sistema de telefonía y datos.	18
1.3.3 Sistemas de ahorro de energía.	20
1.3.4 Sistemas de control de temperatura.	26
1.3.5 Sistemas de seguridad.	28
CAPÍTULO 2	32
2.1 Estudio de costos de inversión del equipo necesario para una adecuada operación en edificios inteligentes.	35
2.2 Costos de operación de los edificios inteligentes.	45
2.3 Costos de operación de los edificios tradicionales.	48
2.4 Costos de mantenimiento de los edificios inteligentes.	50
2.5 Costos de mantenimiento de los edificios tradicionales.	52
CAPÍTULO 3	54
3.1 Confort	55
3.2 Seguridad	58
3.3 Sistemas de comunicación.	59
CONCLUSIONES	61
CONCLUSIONES CAPÍTULO 1.	61
CONCLUSIONES CAPÍTULO 2.	62
CONCLUSIONES CAPÍTULO 3.	63
CONCLUSIONES GENERALES.	65
FUENTES DE CONSULTA	67
FUENTES DE CONSULTA CAPÍTULO 1.	67
FUENTES DE CONSULTA CAPÍTULO 2	70
FUENTES DE CONSULTA CAPÍTULO 3.	72
GLOSARIO	74
ANEXO I	76

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES.

Objetivo específico: Conocer los principios básicos de funcionalidad de los edificios inteligentes.

“La creciente carencia de energía y de los recursos da como resultado el surgimiento de los edificios inteligentes, los cuales procuran el mejor aprovechamiento y ahorro de estos dos factores.

Éste tipo de edificios toman en cuenta las necesidades del usuario y tratan de satisfacerlas al máximo, incorporando diseño, servicios y la mas avanzada tecnología”

Ing. Guillermo Casar Marcos¹

1.1 Características generales de los edificios inteligentes.

Desde el punto de vista de la Ingeniería Civil el concepto de “Edificio Inteligente”, se puede definir como aquella estructura que desde su diseño hasta la ocupación para el usuario final, centra su objetivo en el ahorro energético y de recursos en general; donde existe un diseño interdisciplinario que satisface las necesidades del usuario en forma segura y confortable a fin de lograr una mayor productividad de las actividades a realizar en dichos espacios, empleando de manera conjunta una serie de equipos dentro de un complejo sistema de control. Así también edificio inteligente puede definirse como la integración óptima de servicios que debe tener una gran edificación cuya finalidad es facilitar su uso, Mantenimiento y Administración (“Facility Managment”). Dicha integración debe comenzar desde el mismo momento que inicia el proyecto de estructura y arquitectura del edificio.

Para lograr un edificio inteligente debe reunirse un grupo de ingenieros y especialistas de distintas disciplinas; ya que éste tipo de edificios cuenta con una plataforma única de cableado para los distintos servicios, como son: voz y datos comúnmente llamada telefonía; datos, video y controles tales como aire acondicionado, luces e incendio, entre otros. Esta plataforma de cableado única para todos éstos servicios es el comúnmente llamado cableado estructurado para edificios inteligentes. Por ello se deberá proyectar las distintas instalaciones a la vez, con el objetivo de hacer chequeos cruzados constantes para optimizar al máximo su diseño.

El cableado estructurado hace más flexible el manejo de los distintos dispositivos ya que la administración de estos servicios es centralizada, modular y con posibilidades de crecimiento fácil, también una edificación inteligentemente conceptualizada permite ahorrar tiempo y dinero ya que cualquier cambio en la parte interna de la estructura puede hacerse

¹ Revista Ingeniería Civil (CICM)

Guillermo Casar Marcos, El Papel de la Ingeniería Civil en los Edificios Inteligentes, Diciembre 1996.

sin mayores complicaciones y al menor costo. Con una buena plataforma de cableado el monto por operación y alteraciones se reduce significativamente.

Otro punto de gran importancia son las dimensiones que deberán tener los ductos, ya que albergarán las necesidades de espacio resultantes de diseños de cada instalación, tanto iniciales como para futuras.

De acuerdo a lo establecido por el Instituto Mexicano de Edificios Inteligentes (IMEI) un edificio inteligente debe cumplir con cinco funciones fundamentales:

1. Eficiencia en el uso de energéticos y consumibles renovables (Máxima Economía).
2. Adaptabilidad a un bajo costo a los continuos cambios tecnológicos requeridos para sus ocupantes y su entorno (Máxima Flexibilidad).
3. Capacidad de proveer un entorno Ecológico interior y exterior respectivamente habitable y sustentable, altamente seguro que maximice la eficiencia en el trabajo a los niveles óptimos de confort de sus ocupantes según sea el caso (Máxima Seguridad para el entorno, usuario y patrimonial).
4. Eficazmente comunicativo en su operación y mantenimiento, (Máxima automatización de la actividad).
5. Operando y manteniendo bajo estrictos métodos de optimización (Máxima predicción y prevención, refaccionamiento virtual)².

Máxima Economía.

“La principal característica de un edificio inteligente está enfocada a la optimización de recursos, lo que redundará en mejor uso de la energía proveniente principalmente de los combustibles; esto implica vigilar en forma constante y directa todos los recursos para el funcionamiento de un edificio inteligente, es importante destacar que es ésta la principal característica de los edificios inteligentes, es decir, cuidar la energía y pobre aprovechamiento de recursos necesarios para la operación óptima de este tipo de edificaciones, motivo por el cual los diseñadores tuvieron que poner su creatividad a trabajar para satisfacer dichos requerimientos, teniendo todo el apoyo de los avances de nuestra era”³

Máxima Flexibilidad.

² IMEI, Diplomado de Edificios Inteligentes. Módulo I “Arquitectura e Ingeniería Civil en los Edificios Inteligentes” México D.F. 2000.

³ Id.

Los diferentes elementos y sistemas que integran a un edificio inteligente son fácilmente adaptados a las necesidades de los usuarios sin importar las modificaciones tecnológicas que sufran dichos elementos, de igual forma la puesta al día del control de mando es muy sencilla. Ya que aparecen nuevas versiones y mejoras sólo es preciso cargar el nuevo programa en el equipo de cómputo en éste sistema. Toda la lógica de funcionamiento se encuentra en el software y no en los equipos instalados. Desde este modo, cualquier instalación existente puede beneficiarse de las nuevas versiones, sin ningún tipo de modificación a los demás equipos.

Máxima Seguridad para el entorno, usuario y patrimonial.

Un buen proyecto maneja elementos constructivos que propician la economía en la operación de los edificios. La planeación de espacios, elementos constructivos, materiales, colores y texturas bien aplicadas producen ambientes propicios para el trabajo y para la producción. Debe buscarse espacios eficientes y sobrios. Un espacio mal resuelto o no resuelto produce costos en términos de productividad, operación y mantenimiento; cuesta en fin, mucho más que un espacio bien resuelto. Un edificio inteligente cuenta no sólo con este tipo de espacios, sino que es su totalidad está pensado en cubrir estos aspectos.

Con espacios creados pensados en escenarios naturales se contribuye a un mejoramiento ambiental tanto dentro como fuera de los edificios inteligentes.

Máxima automatización de la actividad.

Es común que cuando se hable de edificios inteligentes nos venga a la mente la automatización, es decir, puertas que se abran y cierren de manera automática, despachadores automáticos de agua en los sanitarios, envíos neumáticos de mensajería, encendido y apagado automático de luces, sistemas sofisticados de comunicación, etcétera; si bien este es un factor muy importante en un edificio inteligente no hay que pensar que es el único o el más importante. Todo edificio inteligente cuenta con sistemas que ayudan a que los usuarios tengan servicios de forma tal que ellos no tengan que realizar ninguna labor para recibirlos. Por lo que un edificio inteligente se puede catalogar como una edificación altamente servicial y como consecuencia disminuye las labores y costos de mantenimiento.

Operando y manteniendo bajo estrictos métodos de optimización. Máxima predicción y prevención, refaccionamiento virtual.

Dentro de este punto se pueden enumerar varios más, todo ello para lograr una optimización del sistema general, es decir, del edificio inteligente.

- Integración.

Todo sistema funciona bajo el control de una computadora personal (PC), por lo que no deberán existir dificultades de interconexión entre equipos de distintos fabricantes. De esta manera, los usuarios no tienen que estar pendientes de diversos equipos independientes.

- Interrelación.

Una de las principales características que debe ofrecer un sistema para edificios inteligentes es la capacidad para relacionar diferentes elementos y obtener una gran versatilidad en la toma de decisiones. Así por ejemplo, es sencillo relacionar el funcionamiento del aire acondicionado con la apertura de puertas y ventanas, o con que la edificación esté ocupada o vacía, etcétera.

- Facilidad de uso.

Con una sola mirada a la pantalla del control de mando, el usuario está completamente informado sobre el estado de su vivienda o espacio de trabajo y si desea modificar algo, sólo necesitará pulsar un reducido número de teclas. Así, por ejemplo, la simple observación de la pantalla indicará si se tiene correo pendiente de recoger en el buzón, las temperaturas dentro y fuera del edificio, si está conectado el aire acondicionado, cuando se ha regado el jardín por última vez, si la tierra está húmeda o si hay alguien en las proximidades de la edificación.

- Control remoto.

Las mismas posibilidades de supervisión y control disponibles localmente, pueden obtenerse mediante conexión telefónica o desde otro PC, en cualquier lugar del mundo. De gran utilidad es en el caso de personas que viajan frecuentemente, o cuando se trate de residencias de fin de semana, chalets en la playa etcétera.

- Fiabilidad.

Los ordenadores personales actuales son máquinas muy potentes, rápidas y fiables. Si se añade la utilización de un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS), batería de gran capacidad que alimente periféricos, apagado automático de pantalla, etcétera se dispondrá de una plataforma ideal para aplicaciones necesarias, capaz de funcionar por varios años.

Estas funciones son cumplidas por un sistema que ofrece los servicios que está intercomunicado y es operado por una computadora a la cual se le da el nombre de mando central o control de mando, a los sistemas que necesitan los edificios inteligentes para operar de manera inteligente se les llama sistemas domóticos. Una de las principales características que debe ofrecer un sistema domótico es la capacidad para relacionar diferentes elementos.

El sistema domótico consta, básicamente, de los siguientes elementos.

1. Computadora personal de última generación.
2. Servidores o almacenadores de información digital.
3. Sistema de adquisición de datos y control análogo-digital.
4. Módem para conexión telefónica.
5. Módem para conexión inalámbrica.
6. Unidades de marcación y envío de mensajes hablados por teléfono.
7. Tarjeta de sonido y amplificador de audio.
8. Video portero con modulador para TV.
9. Equipo de grabación de imágenes del video portero y cámaras de seguridad.
10. Sondas termométricas de exterior e interior.
11. Detectores volumétricos de presencia.
12. Sonda de iluminación en exterior.
13. Detectores de humo, gas y elevación de temperatura.
14. Sensores de humedad en jardín y maceteros.
15. Sondas de detección de fugas de agua.
16. Sensores magnéticos para puerta y ventanas.
17. Circuito detector de corte en suministro eléctrico.
18. Mandos a distancia y receptor para apertura de puertas, con pulsadores antirrobo y urgencia médica.
19. Sistema de alimentación ininterrumpida.
20. Batería para alimentación de periféricos y alumbrado de emergencia.

21. Electroválvulas para entrada general de agua y riego.
22. Módulo de relees de potencia para control de persianas, aire acondicionado, electrodomésticos, entre otros.⁴

Todos ellos intercomunicados para un funcionamiento óptimo; a continuación se presenta un esquema de todos los sistemas que tiene un edificio inteligente, el cual es llamado esquema funcional.

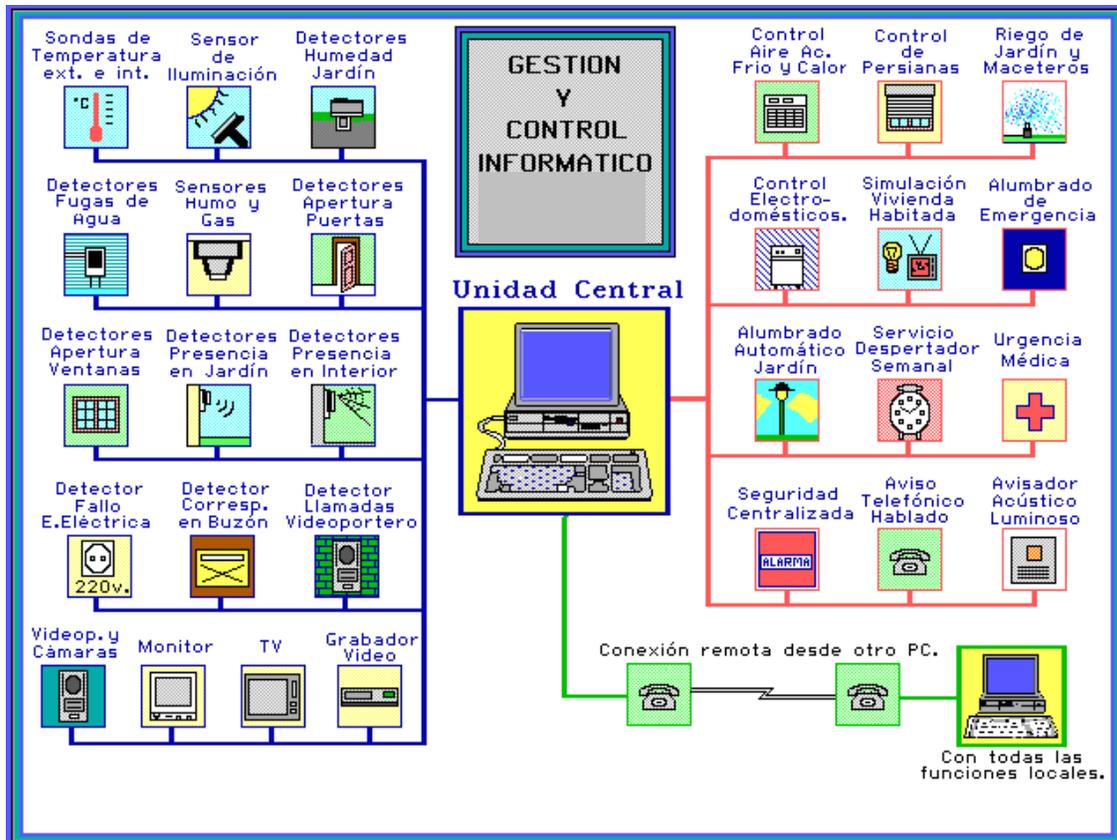


Figura 1.1.1, esquema funcional.

Después de reunidas todas estas características se considera a un edificio como inteligente, es necesario comentar que un edificio no es inteligente cuando se encuentra automatizado; es necesario cumplir con los demás parámetros para que se considere como edificio inteligente y no sólo como edificio automatizado.

⁴ Universidad de España.

1.2 Servicios generales de los edificios inteligentes.

Son innumerables los beneficios y servicios que ofrece un edificio inteligente, ya que estos son diseñados pensando en la "servicialidad" hacia los usuarios, desde el punto de vista de confort, seguridad, administración (Facility Management), etcétera; los edificios inteligentes son sin su totalidad un servicio.

A continuación se describen cada uno de estos servicios.

- Ahorro de energía y recursos.

El ahorro de energía es primordial en el diseño de un edificio inteligente, esto se logra con un sistema de ahorro de energía el cual consta de una serie de elementos que estén diseñados para un consumo mínimo de energía. Aunque más adelante se tratarán estos a continuación se presenta un listado de algunos de ellos.

1. Lámpara de bajo consumo de energía.
2. Sensores de movimiento conectadas a las lámparas y a sistemas de aire acondicionado (en caso de ser necesario)
3. Domos que permitan la entrada de luz natural.
4. Diseño arquitectónico de acuerdo a la luminiscencia en el día.
5. Vidrios inteligentes.
6. Cerrado automático de puertas.
7. Diseño de acuerdo a corrientes de aire para obtener una edificación fresca y evitar consumo de aire acondicionado.
8. Elevadores de bajo consumo de energía, de alta velocidad y con sistema de operación inteligente.
9. Sistema de reuso de agua.
10. Equipos ahorradores de agua.
11. Calentadores solares de agua.
12. Sensores de fugas de agua.

- Comunicaciones.

Sin duda alguna las comunicaciones imperan en el mundo, el sólo imaginar el mundo actual sin las comunicaciones como Internet, intranet, telefonía celular, etcétera; pareciera un mundo un tanto incierto.

Los edificios inteligentes constan de un sistema de comunicaciones, en el cual se apoyan para cumplir uno de sus principales objetivos, el "ser servicial", basta con un pequeño ejemplo para entender la importancia de un buen sistema de comunicación; supóngase que se inicia un incendio, el edificio inteligente acciona alarmas de emergencia y da aviso a los servicios de emergencia, como son bomberos, emergencias médicas, hospitales, etcétera, es decir, avisar del peligro; esto sólo se logra con un buen sistema de comunicación, o bien para transacciones empresariales a larga distancia, un edificio inteligente consta con sistemas vía satelital para que dichas labores se puedan realizar.

- Facility Managment.

El Facility Managment es la viabilidad de usar un edificio inteligente desde el punto de vista de su administración, es un "conserje" que está a cargo de la supervisión del edificio. Este sistema debe estar en constante operación ya que él es quien da aviso de una posible disfunción de algún otro sistema.

- Sistemas de emergencia.

Un sistema de emergencia es aquel el cual proporciona auxilio en situaciones de peligro o emergencia, como son los incendios, sismos, etcétera ya se para advertir de las situaciones de peligro que se presentan o bien prestando auxilio a los usuarios; al diseñar un edificio inteligente debe de pensarse en estos elementos. Así se logrará un punto de los cuales debe cubrir una edificación para que se considere como inteligente la seguridad. Para lo cual esté sistema tendrá contacto directo con los diferentes servicios de emergencia de la zona.

- Control de accesos.

Definitivamente este sistema está íntimamente ligado con la seguridad, ya que al tener un control de las personas que ingresan a una edificación de naturaleza cualquiera, la edificación será más segura y coadyuvará a mantener una mejor vigilancia sobre los movimientos que en ella se realicen.

De igual manera la comunicación está sumamente ligada a este sistema ya que el acceso a ciertas áreas restringidas puede ser monitorizado a través de comunicación con videocámaras o intercomunicadores con reconocimiento de voz.

- Sistemas de control de aire acondicionado y calefacción inteligentes.

“Es muy importante saber que un edificio inteligente no es aquel que consume menos energía sino el que evita al máximo el consumo de ésta. Los sistemas de aire acondicionado y calefacción son los que mayor consumo de energía tienen; por lo que un diseño de horas de asoleamiento y de corrientes de aire para mantener fresco en medio de trabajo es de vital importancia para que un edificio se considere inteligente, ya que con esto se cumpliría uno de los puntos requeridos por el IMEI. Un claro ejemplo de ello se tienen en la Torre de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en donde el diseño permite el flujo de corrientes de aire para evitar al máximo el uso de sistemas de aire acondicionado...”⁵

“En los edificios inteligentes los sistemas ambientales para generar ahorro energético presentan numerosas soluciones tecnológicas adoptadas como la utilización pasiva de la energía solar y demás con diferentes tipos de pantallas (cortinas o venecianas interiores, vidrios tintados, revestidos o dobles, persianas o celosías exteriores, fijas o móviles, etc.) para proteger de la radiación solar las superficies de vidrio en fachadas de los edificios...”⁶

- Manipulación de los sistemas desde lugares alejados.

Es de suma importancia aclarar que un edificio inteligente puede ser manipulado desde cualquier computadora personal con acceso a Internet, aunque no sea la del control de mando, siempre y cuando se cuente con las claves de acceso al sistema, esta función está pensada para que el usuario pueda estar en contacto directo con los sistemas y verificar desde cualquier punto y en cualquier momento que todo está bajo control, y de no ser así tomar las correspondientes para corregir los posibles errores que existan, o bien manipular a su conveniencia los servicios y funciones del edificio.

Con esto se logra que el o los operarios no tengan la necesidad de estar en el edificio para manipularlo; un jardinero por ejemplo puede regar algunos sectores durante el tiempo que él lo considere adecuado, mientras realiza otras actividades de manera simultánea.

⁵ Entrevista con Ing. Trillo Ragnar, Diseñador de la Torre de Ingeniería de la UNAM.

⁶ IMEI, Op Cit.

1.3 Equipo necesario para adecuado funcionamiento de un edificio inteligente.

El equipo necesario para el funcionamiento de un edificio inteligente es muy numeroso y de alto costo, a continuación se mencionan los más relevantes, así como algunas de las compañías proveedoras de estos servicios y equipos.

1.3.1 Controles de mando.

Los controles de mando son el “cerebro” de un edificio inteligente, es quien controla, avisa y en ocasiones corrige a los demás sistemas, los cuales son por completo dependientes de éste, el cual no es más que una computadora con acceso a Internet y de buenas características de hardware, en su mayoría de última generación. Para lograr el control de los demás sistemas se auxilia de sensores, intercomunicadores, periféricos fabricados con fibra óptica, entre otros. En el se indicarán las reparaciones, mantenimiento o posibles problemas que se presenten en el edificio.

Una deficiente comunicación entre el mando de control y los demás sistemas generará constantes problemas así como posibles pérdidas de información.

Algunos de los programas para mandos de control son los siguientes y están basados en el sistema operativo Windows NT, con conectividad abierta: Internet (TCP/IP), Ethernet, OLE, COM, ODBC, BACnet, LONTalk.

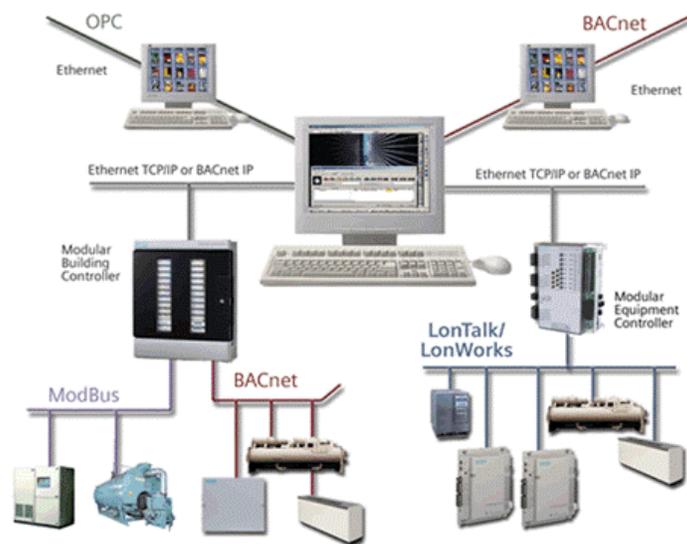


Figura 1.3.1 Esquema de interconexión con sistema LONTalk

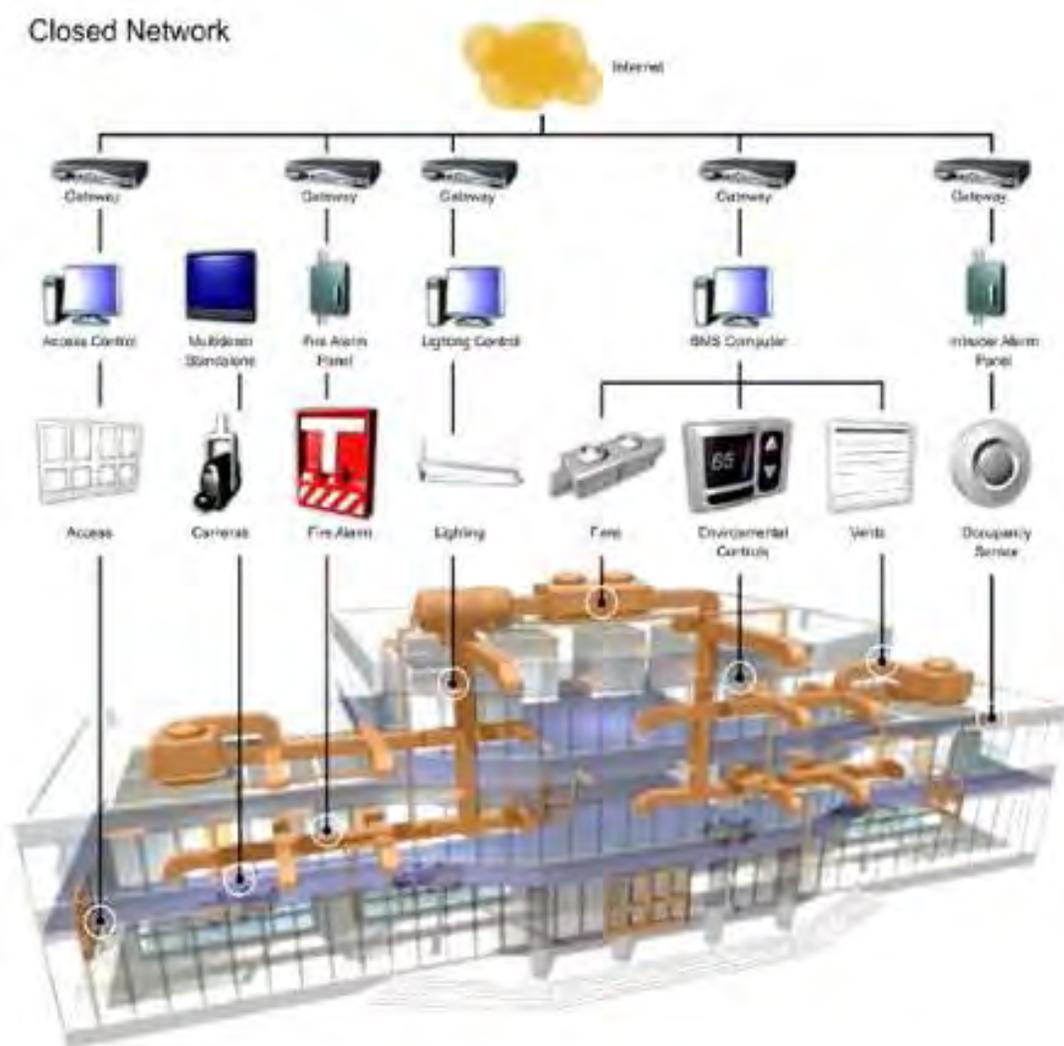


Figura 1.3.2, esquema operacional con LONTalk.

- Proveedores de servicios:
 - www.compaq.com
 - www.hewlettpacard.com
 - www.ibm.com
 - www.panasonic.com
 - www.sony.com

1.3.2 Sistema de telefonía y datos.

La telefonía después del mando de control, es sin duda el sistema más importante de un edificio inteligente, ya que gracias a ella se puede mantener en control y en contacto los diversos sistemas, sería imposible

controlar cualquier sistema aún contando con el control de mando sin la intercomunicación entre ellos.

Con el advenimiento de la fibra óptica este campo se ha abierto considerablemente; con ella se puede mandar información con gran rapidez y fidelidad a lo largo de grandes distancias. De echo la mayoría de los nuevos productos de telecomunicación emplean este recurso por sus grandes beneficios.

Mediante la telefonía se puede controlar el acceso al edificio o a zonas restringidas, estar informado de a que hora y quien ingresó al edificio, así como monitorear sus actividades y como primordial ventaja comunicando a los usuarios del edificio.

Un buen sistema de telefonía garantiza la comunicación tanto en el interior como al exterior del edificio, así por ejemplo, tenemos si una persona desea mandar un fax, entablar una conversación video telefónica, el enlace es función directa de la calidad del sistema telefónico y red de datos, la siguiente tabla menciona sólo algunos servicios de este sistema:

1. Comunicación telefónica al exterior del edificio.
2. Comunicación telefónica al interior del edificio.
3. Fax.
4. Acceso a Internet.
5. Videotelefonía.
6. Audio portero.
7. Video portero.
8. Red de datos.
9. Impresoras.

Con el uso de centrales telefónicas los servicios se multiplicarán, con ello se puede por ejemplo, mantener comunicación con un grupo de personas en forma privada y eficiente, bloqueo de llamadas con cobro a quien llama (largas distancias, celulares), desvío de llamada, privacidad en llamadas externas e internas, interfase a portero electrónico y abre puertas, entre otros.

- Proveedores.
 - www.amx.com.mx
 - www.intectec.com.mx
 - Mextel com S.A. de C.V.
 - Samsung
 - Semo telecomunicaciones.

1.3.3 Sistemas de ahorro de energía.

- Energía eléctrica.
- Iluminación.

El mayor consumo de energía en casi todas las edificaciones es la eléctrica, por lo tanto es necesario empezar con el tema de ahorro de energía desde el consumo mismo de la electricidad. Para ello se cuenta actualmente con un sin número de productos de bajo consumo de energía eléctrica sin sacrificar su eficiencia. Un ejemplo de ello se tiene al observar los nuevos productos de iluminación los cuales, llegan incluso a ofrecer mayor cantidad de luxes con un consumo mínimo de energía desde 17 a 50 watts y de 12 voltios a contraparte de las antiguas lámparas (bombillas) las cuales consumen de 75 a 100 watts con 110 voltios. A continuación se presenta una tabla comparativa de diferentes lámparas destacando su luminosidad así como su consumo de energía.

Convencionales					De bajo consumo de energía				
Tipo	Lúmenes	Watts	Voltios	Marca	Tipo	Lúmenes	Watts	Voltios	Marca
Bombilla (foco)	4400	100	110	Dantam Prisma	2 Tubos fluorescentes *	6300	17	12	Holophone
Bombilla (foco)	8350	175	110	Dantam Prisma	2 Tubos fluorescentes *	9000	17	12	Philips
Reflector de alógeno	6000	300	110	Philips	Reflector con aditivos metálicos	11250	150	120	Philips
Spot	1650	75	110	Philips	Ahorrador	1650	20	12	Philips
Spot	1125	50	110	Philips	Ahorrador	975	25	12	Philips

* Lámparas que necesitan de transformador para poder operar.

Tabla 1.3.3.1, comparativa de consumo de energía entre lámparas tradicionales y de bajo consumo.⁷

Este tipo de lámparas generan muy poco calor al momento de operar por lo que son una buena opción al diseñar un edificio inteligente, ya que al generar poco calor se evita con esto en parte el uso de aire acondicionado a de ventiladores para mantener fresca el área de trabajo.

⁷ Fuentes: Holophone-Philips-Ligthona Ligtings- Catálogos de luminarias y lámparas

Sin duda el mejor material y recurso a emplear en un edificio inteligente en cuanto a iluminación se refiere es la fibra óptica, la cual, puede conducir luminosidad a través de ella sin generar calor, y sin pérdidas de luminosidad. Los sistemas de iluminación con fibra óptica cuentan con una fuente luminosa que puede ser incluso un foco convencional de 100 watts el cual se aloja en una caja de iluminación y que se le conecta una serie de fibras. La luz se refleja en la fibra óptica a lo largo de diversas distancias y sin pérdida de luminosidad.

La fibra óptica puede ser sumergida en agua por completo sin que esto represente riesgos que no transporta ni electricidad ni calor, por que la fuente luminosa se encuentra en el otro extremo en la caja de iluminación, la cual si requiere de electricidad para poder funcionar.

- Proveedores:
 - www.construlita.com
 - www.lihhona.com
 - Lumina México
 - Motus.com

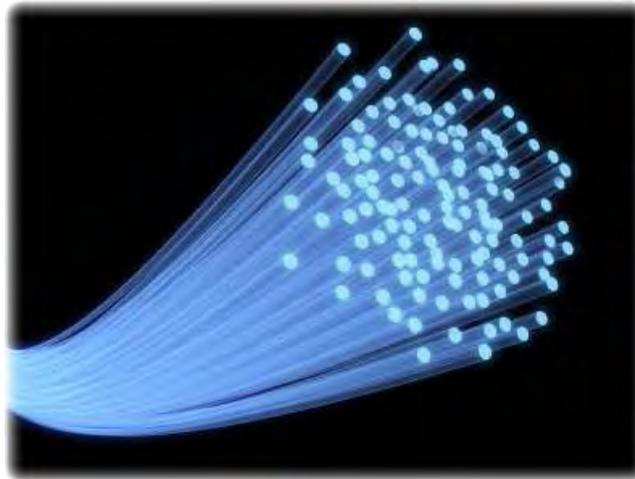


Figura 1.3.3 conductividad luminosa de la fibra óptica

- Elevadores.

De igual manera los elevadores en un edificio inteligente tienen un consumo mínimo de energía y operan en espacios reducidos ya que la mayoría de ellos ya no emplean cuarto de máquinas sino que cuentan con un sistema de discos ubicados en la parte superior del cubo del elevador. Éste tipo de elevadores no emplean cables de acero convencionales sino que cuentan con bandas de acero reforzado,

flexibles y ligeras envueltas en poliuretano rígido; esto elimina los engranes empleados tradicionalmente favorecidos con ello a la eficiencia de los elevadores y como consecuencia, la disminución en el consumo de energía eléctrica.

En los edificios inteligentes se puede encontrar elevadores de alta velocidad y dividido en zonas por ejemplo un número de elevadores da servicio a los primeros pisos mientras que otro grupo de elevadores da servicio al resto de los pisos.

En la figura 1.3.4 se presenta un esquema de este tipo de elevadores.

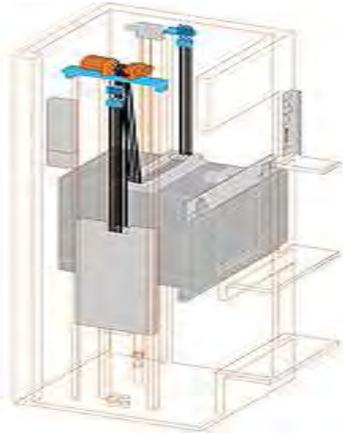


Figura 1.3.3 (elevador Gen 2)

- Proveedores:
 - www.kone.com
 - www.otis.com
 - www.mitsubishi.com

- Uso de energía solar.

La energía solar se ha utilizado desde la aparición de la vida en la tierra. Los micro organismos, plantas, células anaeróbicas, entre otros la emplean para poder vivir, el mismo ser humano la emplea como fuente luminosa natural. Hoy en día existen diversos productos para el aprovechamiento de esta fuente "inagotable" de energía, ya sea para generar electricidad por medio de fotoceldas, como apagadores automáticos de alumbrado, para calentar agua, en secadores, en veraneros (cámara con clima controlado para cultivos), entre muchas otras aplicaciones.

- Colector solar.

Un colector solar sirve para calentar el agua empleando energía solar. Este colector cuenta con tubería de cobre colocada en lugares

específicos de la edificación en donde el soleamiento exista durante todo el día como ejemplo la azotea. Este sistema ofrece alta absorción una baja emisividad, es decir, absorbe fácilmente la energía calórica pero no permite su pérdida; cuenta con aletas de cobre soldadas ultrasonicamente a conductos de cobre, así como un tanque contenedor, en donde se almacena el agua ya calentada, por lo que este tanque debe cumplir con características especiales para garantizar una baja emisividad. Algunas de estas características se mencionan a continuación.

1. La superficie interna de los termotanques está enlizada en esmalte horneado a altas temperaturas. Éste revestimiento le otorga larga duración.
2. La superficie externa de los termotanques es terminada con una cubierta de epoxi poliéster horneado, para proporcionar una protección contra los agentes climáticos.
3. Una capa de aislamiento de poliuretano vertido de un espesor de 30 mm para asegurar la retención del calor del agua.
4. La capacidad de los tanques no es de suma importancia, ya que en el mercado existen con capacidades desde 80 a 3,000 litros.

Termo tanque.





5. Figura 1.3.5 calentadores solares y termotanques

El caudal recomendado es de 50 a 60 litros/hora por m² del colector con lo cual se garantiza una producción de calor en verano de 1.2 a 1.6 kw y en invierno de 0.52 a 0.71 kw, esto depende directamente de las condiciones climáticas de la zona así como del fabricante.

- Proveedores.
 - www.chromagen.com
 - www.heliocol.com
 - www.solel.com
- Sistemas fotovoltaicos.

Estos sistemas son una serie de foto celdas las cuales reciben la energía solar, transformándola en energía eléctrica.

Los sistemas fotovoltaicos están integrados por 4 elementos principales, los cuales son:

1. Celdillas
Panel solar, hecho en cristales ionizados de silicio, un circuito semiconductor en estado sólido laminado entre capas de etileno vinílico para resistencia a la humedad, estabilidad a la luz ultravioleta y aislamiento eléctrico.
2. Dispositivo de control
 - a. Cargador, él regula la corriente eléctrica para proteger la batería de cargas o descargas excesivas.
 - b. Convertidor (solo para 220v), utiliza la corriente directamente de la carga o de la batería.

3. Batería de 12 v, de ácido o de níquel-cadmio.
4. Dispositivos de consumo, los cuales pueden ser, televisores, electrodomésticos, lámparas, computadoras, etcétera.



Figura 1.3.5 colectores fotovoltaicos

- Proveedores.
 - www.chromagen.com
 - www.heliocol.com
 - www.solel.com
- Sensores de presencia.

Los sensores como su nombre lo indica detectan la presencia de actividad en un cuarto o bien en cierta área específica como puede ser los accesos del edificio, para que automáticamente se enciendan las luces sin la necesidad de activar algún interruptor en forma manual. Es común que por descuido los usuarios al salir de una habitación no apaguen el interruptor de las luces dejándolas encendidas, lo que representa un consumo innecesario de energía eléctrica y de vida útil de las mismas lámparas. Con estos sensores de presencia no sólo se obtiene comodidad sino que al no existir actividad en algún sector al cabo de un par de minutos las luces se apagarán automáticamente, generando con ello ahorro de energía.

Otro campo de uso para los sensores de presencia en lo que respecta a ahorro de energía, en el caso de que un edificio empleara sistemas de aire acondicionado y calefacción la pérdida del clima deseado en el interior del edificio puede ser por que alguna o algunas puertas se encuentren abiertas, provocando con esto el uso de mayor potencia en los sistemas de acondicionamiento de aire, y con ello el consumo excesivo de energía. Una manera de mantener cerrados los accesos a la edificación es con el uso de sensores de presencia, los cuales activan la apertura de las puertas del edificio aún cuando alguien se acerca a la entrada las puertas se abren automáticamente, y una vez dentro del edificio, las puertas volverán a cerrarse de manera automática; éste sistema funciona en ambos sentidos tanto para entrar como para salir. Con esto se garantiza que los accesos estarán cerrados y por lo tanto los sistemas acondicionadores de clima trabajarán a menor capacidad y durante menos tiempo ayudando a consumir menor energía.



Figura 1.3.6, puerta con sensores para operación automatizada.

1.3.4 Sistemas de control de temperatura.

En cuanto a los sistemas de aire acondicionado y calefacción como ya se mencionaba los edificios inteligentes se diseñan pensando en el soleamiento en el uso de pisos falsos, los cuales no son otra cosa que una estructura metálica que soporta placas intercambiables sobre la losa o piso terminado espacio suficiente para que circule aire. A este proceso del diseño de un edificio inteligente se llama Arquitectura bioclimática, es fácil pensar en este tipo de diseños, vasta con tomar como principio una ventana abierta por la cual circula el aire en forma natural.

Figura 1.3.7 Piso falso con rejilla de ventilación



Un buen recurso para el diseño bioclimático de los edificios inteligentes es el uso de vidrios inteligentes, este tipo de vidrios puede controlar la cantidad de luz que pasará a través de ellos. Los vidrios inteligentes son el resultado de la evolución del cristal líquido y de los efectos de ellos al reaccionar con la electricidad. Cabe mencionar que esto redundará en ahorro de energía al entrar menor calor al edificio el sistema de acondicionamiento climático reduce el consumo de energía al no requerir tanta potencia al operar.

“Una ventana inteligente se construye al encerrar entre dos capas de cristal una delgada película plástica recubierta a su vez con una suspensión líquida de color azul oscuro, la cual presenta dos características primordiales: conduce la electricidad y es transparente. En la superficie se encuentra una gran cantidad de diminutas gotas de ducha suspensión formada por cristales que absorben la luz o la dispersan de manera aleatoria. El grado de transparencia depende del voltaje aplicado, pues el flujo de electricidad propicia la alineación de los cristales suspendidos. Así, a mayor voltaje se transmite más luz, por ello, al graduar la intensidad de la corriente eléctrica es posible obtener diversos rangos de luminosidad en los espacios. Específicamente, la transparencia y los diversos rangos de emisión de luz de la ventana en funcionamiento dependen de la alta o baja concentración de las partículas”⁸

La cantidad de luz y con ello el calor transmitidos a través de un vidrio inteligente, puede regularse eléctricamente, sin el uso de persianas o cortinas para graduar la luminosidad u obtener una discreción deseada.

⁸ Pérez Estañol Mireya, Vidrios Inteligentes, Revista Obras, México D.F. Marzo 2001.

Si a pesar de estos estudios fuera necesario el uso de aire acondicionado y calefacción éste se diseña de forma tal que el consumo de energía sea mínimo, esto se logra por medio de un estudio de flujo de corrientes de aire por medio de programas de cómputo y apegándose a las normas vigentes de consumo mínimo de energía, como por ejemplo NOM-014-ENER-1996, por mencionar tan sólo una de ellas; en la cual se muestra la forma de diseño, medición y aceptación de un sistema de acondicionamiento de aire con consumo mínimo de energía.

- Proveedores.
 - www.besco.com.mx
 - www.wirsbo.com
 - www.impco.com

1.3.5 Sistemas de seguridad.

La seguridad que un edificio inteligente ofrece es tan amplia como el diseñador así lo decida, ya que actualmente existe un sin número de productos y fabricantes que ofrecen sus servicios con tal de garantizar seguridad a sus usuarios.

Desde el monitoreo de las actividades hasta el control de acceso al edificio se puede lograr fácilmente con ayuda de un buen equipo de seguridad, esto no quiere decir que en un edificio inteligente existe un ejército de guardias; en realidad el personal de seguridad se reduce en los edificios inteligentes.

Algunos de los sistemas de seguridad son los siguientes:

- Sistemas de control de acceso.

Ofrecen al los usuarios una manera sencilla de implementar el acceso a lugares críticos, de personas, o de bienes e información. Los sistemas de control de acceso y administración de seguridad empresarial son totalmente compatibles con los estándares operativos de PC. Estos sistemas de pueden integrarse a otros, como sistemas de automatización, información, circuito cerrado de televisión (CCTV), alarmas, incendio y evacuación.



Figura 1.3.8, lectora biométrica de retina (Iris scanner)

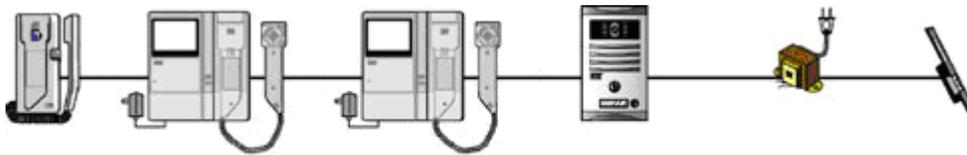


Figura 1.3.9, diagrama unifilar de video portero con intercomunicación

- Sistemas de monitoreo (CCTV)

Este sistema no es otra cosa más que el uso de video cámaras motorizadas conectadas a monitores y equipo de almacenamiento de información, para la constante vigilancia del edificio, así con esto un vigilante podrá monitorear la entrada principal como la trasera al mismo tiempo sin la necesidad de desplazarse.

Existen numerosas y nuevas tecnologías que ofrecen la posibilidad de aumentar el valor de los sistemas, empleando técnicas digitales de adquisición, procesamiento, control y automatización, almacenamiento y administración así como trasmisión con enlaces por fibra óptica, microondas, radiofrecuencia, telefonía, redes LAN y WAN e Internet.

- Proveedores.
 - www.amx.com.mx
 - www.intec.com.mx
 - Mextelcom
 - Samsung

- SEMO telecomunicaciones.
- Sistemas de detección y extinción de incendios.

Un edificio inteligente es capaz de detectar un conato de incendio y atacarlo mientras arriban los servicios de emergencia. Los sistemas de detección y descarga rápida del agente extintor con el objeto de minimizar los daños causados por el fuego y la formación de productos de combustión.

Los sistemas que se usan hoy en día se basan en agentes limpios y químicos secos y húmedos que protegen instalaciones de procesamiento electrónico de datos, telecomunicaciones, equipos electrónicos de alto valor, museos y depósitos de almacenamiento de archivos, así como equipos e instalaciones industriales, comerciales y equipos de transporte en donde la interrupción de las operaciones pueden significar pérdidas irreparables tanto por remplazo de equipos como por la interrupción de sus operaciones.

Algunos de los productos empleados en este sistema son:

- Sistema de detección de humo convencionales e inteligentes.
- Detección temprana de humo.
- Sistema de supresión de fuego a base de:
 - Agentes limpios: CO₂, FM-200, FE-13
 - Químicos secos y húmedos.
 - Agentes secos.
 - Sistemas de inundación total o aplicación local, fijos y portátiles.
 - Detección de atmósferas explosivas.
- Sistemas de voceo y evacuación.
- Salida de emergencia

Todos los edificios inteligentes no sólo dan aviso de un siniestro sino que ayuda a que sus usuarios tengan la confianza de encontrarse en un lugar seguro incluso en caso de eventos sísmicos el edificio guía a las personas a desalojar el inmueble y ubicarlos en espacios seguros, esto se logra a través de un sistema en donde se monitorean las salidas y por medio de alarmas visuales se guía a los usuarios hasta ellas, lo que obliga a que los usuarios la conozcan y tengan presentes las salidas más cercanas en cada zona.

Algunos de los productos empleados en este sistema son:

- Cámaras y lentes.
- Soportes y carcasas.
- Unidades de movimiento horizontal/vertical.
- Domos.
- Iluminadores infrarrojos.
- Monitores.
- Secuenciadores.
- Videograbadoras de lapso de tiempo.
- Grabación digital.



Figura 1.3.10, videocámaras.

- Sistemas de comunicación.

La comunicación es factor fundamental para garantizar la seguridad en un edificio inteligente, con ella se mantiene contacto con los diversos servicios de emergencia como hospitales, bomberos y policía, también activa alarmas sonoras y visuales en casos de siniestros para el desalojo de los ocupantes, así como mantiene enlazados a los usuarios del edificio con el exterior por medio de redes telefónicas.

Como se mencionaba el sistema de operación es centralizado; de este sistema depende el funcionamiento y correlación de todos los sistemas.

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO EMPLEADO EN EDIFICIOS INTELIGENTES, COMPARADOS CON LOS EDIFICIOS TRADICIONALES.

Objetivo específico: Determinar la factibilidad económica de un edificio inteligente (inversión inicial, costos de operación y mantenimiento), comparándolos contra los edificios tradicionales.

“En toda construcción es muy importante una adecuada ingeniería de costos, la cual se encarga de los aspectos financieros y económicos de la obra; de nada servirá planear un edificio inteligente si la ingeniería de costos no es la adecuada, evaluar correctamente los posibles proyectos, elaborar flujos de efectivo a corto, mediano y largo plazo, programación de obra entre otros, son factores que en ningún momento se deberán perder de vista”⁹

En este capítulo se considera únicamente el equipo excedente entre un edificio inteligente y uno tradicional, es decir, las estructuras no se considera dentro de este análisis de costos debido a que la estructura empleada para una edificación sea inteligente o tradicional sería la misma; por lo tanto los costos de la estructura son los mismos, únicamente se diferencian cuando se implementa el equipamiento para desarrollar un edificio inteligente.

Supóngase la construcción de la figura 2.1 (anexo I); esta construcción representa un valor de \$ 49,727,907.05¹⁰, en cuando a construcción como edificio tradicional (incluye IVA), en donde se tiene lo siguiente:

Superficie de predio	=	2,521.70 m ²
Superficie de estacionamiento por nivel	=	1,613.08 m ²
Superficie planta tipo	=	482.23 m ²
Número de niveles en oficinas	=	7
Número de niveles en estacionamiento	=	2
Superficie construida en oficinas	=	3,375.61 m ²
Superficie construida en estacionamiento	=	3,226.16 m ²
Superficie total construida	=	6,601.77 m ²
Costo por metro cuadrado	=	7532.51 \$/m ²
Costo total	=	49,727,907.05

Tabla 2.1, datos de superficies y costos por metro cuadrado de la figura 2.1 (anexo I) como edificio tradicional.

⁹ Reflexión del autor

¹⁰ BIMSA

Catálogo de Precios Unitarios Enero 2010

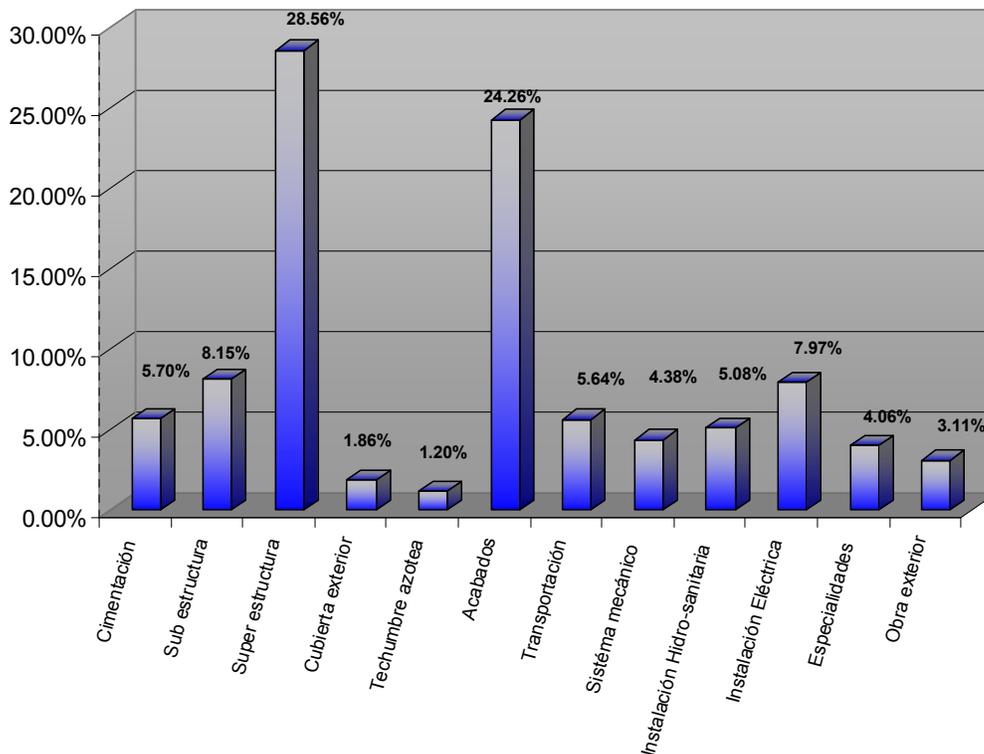
México D.F. 2010

En donde se observa la siguiente distribución en el presupuesto

PARTIDA	%	\$/m2	Importe (\$)
Cimentación	5.70%	\$ 429.59	\$ 2,836,034.86
Sub estructura	8.15%	\$ 614.13	\$ 4,054,319.85
Super estructura	28.56%	\$ 2,151.45	\$ 14,203,379.71
Cubierta exterior	1.86%	\$ 139.90	\$ 923,576.05
Techumbre azotea	1.20%	\$ 90.64	\$ 598,368.55
Acabados	24.26%	\$ 1,827.57	\$ 12,065,165.24
Transportación	5.64%	\$ 425.07	\$ 2,806,199.31
Sistema mecánico	4.38%	\$ 330.16	\$ 2,179,652.74
Instalación Hidro-sanitaria	5.08%	\$ 382.89	\$ 2,527,734.17
Instalación Eléctrica	7.97%	\$ 600.57	\$ 3,964,813.20
Especialidades	4.06%	\$ 306.06	\$ 2,020,529.80
Obra exterior	3.11%	\$ 234.50	\$ 1,548,133.58
TOTALES	100.00%	\$ 7,532.51	\$ 49,727,907.05

Tabla 2.2, distribución presupuestal de un edificio tradicional.

Porcentajes estimados por partida



Gráfica 2.1 porcentaje por partida edificio tradicional

2.1 Estudio de costos de inversión del equipo necesario para una adecuada operación en edificios inteligentes.

Es necesario mencionar como punto muy importante que el siguiente estudio puede aumentar o disminuir según el criterio de cada proyectista, ya que aunque existe normatividad en relación a los niveles de iluminación, niveles de acondicionamiento de aire y ventilación, tipos y tamaños de elevadores y espacio libre no así con las características del sistema de control y operación de seguridad (CCTV principalmente), así como las necesidades a cumplir con el sistema de voz y datos por lo que se menciona que el edificio planteado en la figura 2.1 es como se puede observar un edificio corporativo de oficinas.

Así entonces se presenta el siguiente presupuesto:

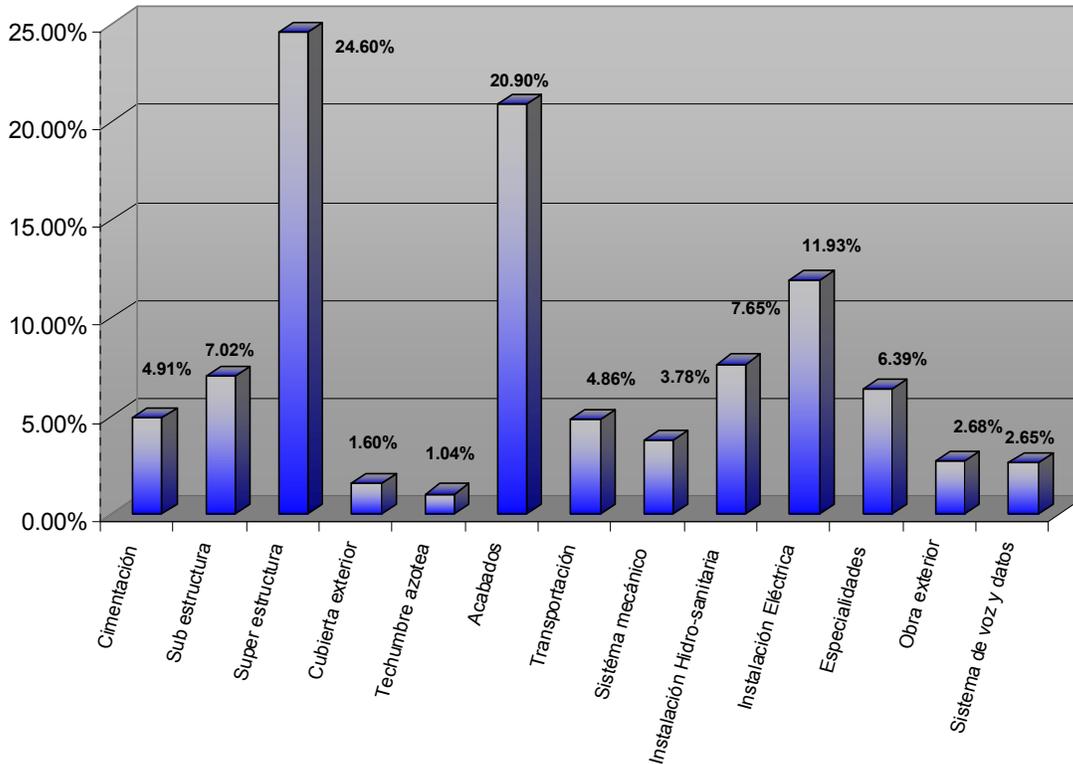
PARTIDA	%	\$/m2	Importe (\$)
Cimentación	4.91%	\$ 429.59	\$ 2,836,034.86
Sub estructura	7.02%	\$ 614.13	\$ 4,054,319.85
Super estructura	24.60%	\$ 2,151.45	\$ 14,203,379.71
Cubierta exterior	1.60%	\$ 139.90	\$ 923,576.05
Techumbre azotea	1.04%	\$ 90.64	\$ 598,368.55
Acabados	20.90%	\$ 1,827.57	\$ 12,065,165.24
Transportación	4.86%	\$ 425.07	\$ 2,806,199.31
Sistema mecánico	3.78%	\$ 330.16	\$ 2,179,652.74
Instalación Hidro-sanitaria	7.65%	\$ 688.91	\$ 4,548,025.37
Instalación Eléctrica	11.93%	\$ 1,142.92	\$ 7,545,294.97
Especialidades	6.39%	\$ 658.50	\$ 4,347,265.55
Obra exterior	2.68%	\$ 234.50	\$ 1,548,115.07
Sistema de voz y datos	2.65%	\$ 269.53	\$ 1,779,375.07
TOTALES	100.00%	\$ 9,002.85	\$ 59,434,772.32

Tabla 2.1.1 distribución presupuestal de un edificio inteligente figura 2.1 (anexo I)¹¹

De los datos de la tabla anterior se construye la grafica de porcentajes.

¹¹ Idem

Porcentajes estimados por partida



Grafica 2.1.1 distribución presupuestal en edificio inteligente.

Comprobando las graficas 2.1 y 2.1.1 así como las tablas correspondientes a dichas graficas, se puede observar que las partidas que cambian son; instalación eléctrica, instalación hidro-sanitaria, sistema de voz y datos y especialidades (aire acondicionado, vidriería térmica y CCTV). Esta variación es representada de la siguiente manera:

Es sabido que el porcentaje de cualquier cantidad es la misma cantidad por el porcentaje dividido en cien, numéricamente esto es:

$$X_1 \left(\frac{P}{100} \right) = X_{\%}; \text{ en donde}$$

X_1 , es la cantidad cualquiera

P es el tanto por ciento

$X_{\%}$ es la cantidad correspondiente a ese porcentaje

De esta misma ecuación se puede deducir el porcentaje aumentado de una cantidad cualquiera; es decir; sumar un tanto por ciento.

$$X_1 \left(\frac{P}{100} \right) + X = X_2$$

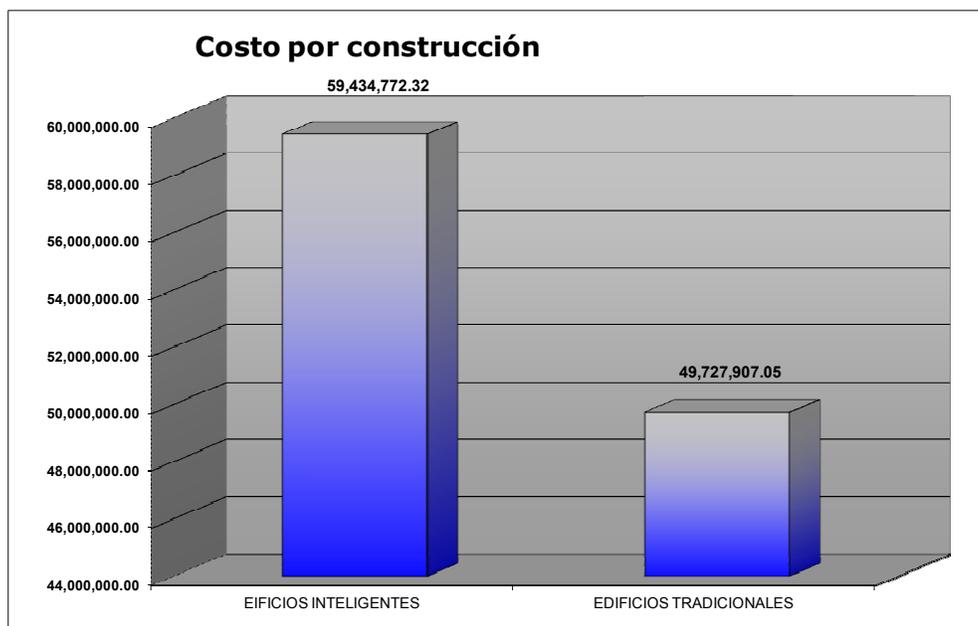
Despejando a P se puede conocer su valor siempre y cuando se conozcan los valores inicial y final; entonces se tiene:

$$P = \left(\frac{X_1}{X_2} - 1 \right) \times 100 \dots\dots\dots 1$$

En donde P es el porcentaje de variación entre esas dos cantidades.

Importe	edificio	Importe	edificio	% de
Tradicional (C_{et})		Inteligente (C_{ei})		variación
\$ 49,727,907.05		\$59,434,772.32		$= \left(\frac{C_{ei}}{C_{et}} - 1 \right) \times 100$
				19.52%

De la tabla anterior se llega a un primer parámetro de diferencia; se aprecia el análisis empleado un edificio inteligente tiene porcentaje de costo inicial del 19.52 % mayor que un edificio tradicional. Este sobre costo será el correspondiente al del equipamiento del edificio para que reúna las características de un edificio inteligente citadas en el capítulo I.



Retomando las tablas 2.1 y 2.1.1 se procede a analizar los porcentajes de variación en cada partida con la ecuación 1, se tiene:

Partida	Importe edificio Tradicional (C_{et})	Importe edificio Inteligente (C_{ei})	% de variación $= \left(\frac{C_{ei}}{C_{et}} - 1 \right) \times 100$
Instalación Hidro-sanitaria	\$ 2,527,734.17	\$ 4,548,025.37	79.92%
Instalación Eléctrica	\$ 3,964,813.20	\$ 7,545,294.97	90.31%
Especialidades	\$ 2,020,529.80	\$ 4,347,265.55	115.15%
Sistema de voz y datos	\$ 0.00	\$ 1,779,375.07	

Tabla de 2.1.3 porcentaje de variación por partida.

Nota: en especialidades están considerados el sistema de aire acondicionado y la colocación de vidrios térmicos, para aislamiento del edificio y CCTV.

En la tabla anterior se define matemáticamente los incrementos en por ciento de las diferentes partidas; en el sistema de voz y datos no se puede calcular el incremento porcentual, debido a que en un edificio tradicional no cuenta con este sistema; sino que cuenta con sistema de redes únicamente para transferencia de datos de manera análoga sin que exista un manejo centralizado como sucede en un edificio inteligente.

Otra forma de apreciar el porcentaje de variación es desde el análisis de precios unitarios; para lo cual supóngase los siguientes análisis tomando en forma aleatoria; inicialmente se analizarán para edificios tradicionales y posteriormente para edificios inteligentes.

Análisis de precios (edificio tradicional)

Análisis T1

DESCRIPCION

Suministro y colocación de luminaria, con tubos fluorescentes 2X40 de 1.2 m de longitud, incluye: balastro, acarreo verticales y horizontales, mano de obra, material de sujeción, material aislante.

UNIDAD PZA

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO	÷	CANTIDAD	IMPORTE	%
MATERIALES							
	LUMINARIA METÁLICA LÁMPARAS FLUORESENTES (TUBOS 2X40)	PZA	\$ 355.29	X	1.0000	\$ 355.29	68.28%
		PZA	\$ 75.00	X	2.0000	\$ 150.00	18.62%
	CABLE THW CAL 12.	M	\$ 3.55	X	0.6000	\$ 2.13	0.26%
	CINTA DE AISLAR PLASTICA	PZA	\$ 7.21	÷	10.0000	\$ 0.72	0.09%
						\$ 508.14	87.26%
MANO DE OBRA							
	CUADRILLA No 19 (1 ELECTRIC.+AY.ESP)	JOR	\$ 575.50	÷	6.0000	\$ 95.92	11.91%
						\$ 95.92	11.91%
EQUIPO Y HERRAMIENTA							
%MO1	HERRAMIENTA MENOR	%	\$ 95.92	X	3%	\$ 2.88	0.36%
%MO2	ANDAMIOS	%	\$ 95.92	X	4%	\$ 3.84	0.48%
						\$ 6.71	0.83%
COSTO DIRECTO						\$ 610.77	

Análisis de precios (edificio tradicional)

Análisis T2

DESCRIPCION

Suministro y colocación de fluxómetro marca Urrea para mingitorio, incluye: material de conexión cinta teflón, mano de obra y acarreo verticales y horizontales

UNIDAD PZA

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO	÷	CANTIDAD	IMPORTE	%
MATERIALES							
	FLUXÓMETRO MANUAL, CON CONEXIONES	PZA	\$ 625.00	X	1.0000	\$ 625.00	80.77%
	CINTA TEFLÓN	PZA	\$ 6.55	÷	10.0000	\$ 0.66	0.08%
						\$ 625.66	80.85%

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 20 (1 PLOMERO.+AY.ESP)	JOR	\$	575.50	÷	4.0000	\$ 143.88	18.59%
						\$ 143.88	18.59%

EQUIPO Y HERRAMIENTA

%MO1	HERRAMIENTA MENOR	%	\$	143.88	X	3%	\$ 4.32	0.56%
						\$ 4.32	0.56%	

COSTO DIRECTO **\$ 773.85**

ANALISIS T3

Análisis de precios (edificio tradicional)

Análisis T3

DESCRIPCION

Suministro y colocación de maneral manual para lavabo marca galvex cromada, incluye conexiones mano de obra, cinta teflón y acarreos.

UNIDAD PZA

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO	÷	CANTIDAD	IMPORTE	%	
MATERIALES								
	Maneral marca galvex cromada con conexiones	JGO	\$					
			250.00	X	1.0000	\$ 250.00	82.09%	
	CINTA TEFLÓN	PZA	\$					
			6.55	÷	10.0000	\$ 0.66	0.22%	
						\$ 250.66	82.31%	
MANO DE OBRA								
	CUADRILLA No 20 (1 PLOMERO.+AY.ESP)	JOR	\$					
			575.50	÷	11.0000	\$ 52.32	17.18%	
						\$ 52.32	17.18%	
EQUIPO Y HERRAMIENTA								
%MO1	HERRAMIENTA MENOR	%	\$	52.32	X	3%	\$ 1.57	0.52%
						\$ 1.57	0.52%	
COSTO DIRECTO						\$ 304.54		

ANALISIS E1

Análisis de precios (edificio tradicional)

Análisis E1

DESCRIPCION

Suministro y colocación de luminaria, lámparas T-8 de 17 w de alta eficiencia ahorradoras de energía soft lighth 56/67 marca construlita, incluye: balastro, acarreos verticales y horizontales, mano de obra, material de sujeción, material aislante.

UNIDAD PZA

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO	÷	CANTIDAD	IMPORTE	%
MATERIALES							
	LUMINARIA METÁLICA LÁMPARAS FLUORESENTES (TUBOS 2X40)	PZA	\$ 605.00	X	1.0000	\$ 605.00	69.10%
		PZA	\$ 82.50	X	2.0000	\$ 165.00	18.85%
	CABLE THW CAL 12. CINTA DE AISLAR PLASTICA	M	\$ 3.55	X	0.6000	\$ 2.13	0.24%
		PZA	\$ 7.21	÷	10.0000	\$ 0.72	0.08%
						\$ 772.85	88.28%
MANO DE OBRA							
	CUADRILLA No 19 (1 ELECTRIC.+AY.ESP)	JOR	\$ 575.50	÷	6.0000	\$ 95.92	10.96%
						\$ 95.92	10.96%
EQUIPO Y HERRAMIENTA							
%MO1	HERRAMIENTA MENOR	%	\$ 95.92	X	3%	\$ 2.88	0.33%
%MO2	ANDAMIOS	%	\$ 95.92	X	4%	\$ 3.84	0.44%
						\$ 6.71	0.77%
COSTO DIRECTO						\$ 875.48	

ANALISIS E2

Análisis de precios (edificio tradicional)

Análisis E2

DESCRIPCION

Suministro y colocación de
fluxómetro con sensor marca
Toto de pilas para mingitorio,
incluye: material de conexión
cinta teflón, mano de obra y
acarreos verticales y
horizontales

UNIDAD PZA

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO	÷	CANTIDAD	IMPORTE	%
MATERIALES							
	FLUXÓMETRO AUTOMÁTICO PARA MINGITORIO MARCA TOTO CON PILAS	PZA	\$ 3,110.00	X	1.0000	3,110.00	95.26%
	CINTA TEFLÓN	PZA	\$ 6.55	÷	10.0000	\$ 0.66	0.02%
						\$ 3,110.66	95.28%
MANO DE OBRA							
	CUADRILLA No 20 (1 PLOMERO.+AY.ESP)	JOR	\$ 575.50	÷	4.0000	\$ 143.88	4.41%
						\$ 143.88	4.41%
EQUIPO Y HERRAMIENTA							
%MO1	HERRAMIENTA MENOR	%	\$ 143.88	X	3%	\$ 4.32	0.13%
%MO2	ANDAMIOS	%	\$ 143.88	X	4%	\$ 5.76	0.18%
						\$ 10.07	0.31%
COSTO DIRECTO						\$3,264.60	

Análisis de precios (edificio tradicional)

Análisis T3

DESCRIPCION

Suministro y colocación de maneral con sensor marca DNP con pilas para lavabo, incluye conexiones mano de obra, cinta teflón y acarreos.

UNIDAD PZA

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO	÷	CANTIDAD	IMPORTE	%
MATERIALES							
	Maneral con sensor para lavabo	JGO	\$ 4,353.00	X	1.0000	\$ 4,353.00	98.76%
	CINTA TEFLÓN	PZA	\$ 6.55	÷	10.0000	\$ 0.66	0.01%
						\$4,353.66	98.78%
MANO DE OBRA							
	CUADRILLA No 20 (1 PLOMERO.+AY.ESP)	JOR	\$ 575.50	÷	11.0000	\$ 52.32	1.19%
						\$ 52.32	1.19%
EQUIPO Y HERRAMIENTA							
%MO1	HERRAMIENTA MENOR	%	\$ 52.32	X	3%	\$ 1.57	0.04%
						\$ 1.57	0.04%
						\$ 4,407.54	
			COSTO DIRECTO				

De acuerdo con los análisis de T1 e I1 se observa un porcentaje de variación de:

$$\% \text{ variación} = \left(\frac{P_{et}}{P_{ei}} - 1 \right) \times 100 = \left(\frac{\$ 805.48}{\$ 610.77} - 1 \right) \times 100 = 31.88\%$$

Como se puede apreciar, el gasto por colocar cada lámpara ahorradora de energía implica un gasto mucho mayor que en un edificio tradicional; sin embargo falta mencionar que los niveles de iluminación de una lámpara ahorradora de energía son mayores a los de una lámpara tradicional del ejercicio.

Para estos dos análisis se consideraron las siguientes luminarias y lámparas.



Figura 2.1

Marca: Holophone. Modelo:6163. Potencia: 80 watts, lúmenes: 1250, voltaje: 27 volts, lámparas: dos tubos lineales fluorescentes 2x40, tiempo de vida 4,000 horas, Nota: requiere balastro para su operación.¹²



Figura 2.2 luminario construlita

Marca: Construlita, Modelo: 55/6T, soft Light, Potencia 64 watts, lúmenes: 1750, voltaje: 12 volts, lámpara: Dos tubos fluorescentes lineales T-8, tiempo promedio de vida 20,000 horas; nota: requiere balastro para su funcionamiento.¹³

De lo cual se observa una diferencia considerable en los niveles de iluminación; por otra parte el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal en su artículo noveno transitorio inciso F, Párrafo VI dice: "Los niveles de iluminación en luxes que deberán proporcionar los medios artificiales de iluminación serán como mínimo los siguientes:

¹² Fuente: Holophone, Op Cit. Pp 24

¹³ Fuente: Construlita, Op Cit, pp 28 y 58

Tipo	Local	Niveles de iluminación
...		
II.1 Oficinas	Áreas y locales de trabajo	250
...		
II.9 Comunicaciones y transportes, Estacionamientos	Áreas de estacionamiento	30

¹⁴
...

Recordando la superficie por nivel en oficinas es igual a 482.23 m².

Por definición:

$$lx = \frac{lum}{m^2} \dots\dots\dots 2$$

$$\Rightarrow 250 lx = \frac{lum}{482.23m^2} \Rightarrow 250lx \times 482.23 m^2$$

$$Lum = 120,557.50$$

Ya que el luminario tradicional proporciona 1250 lúmenes \Rightarrow

$$No.lamps = \frac{Lum.requerido}{Lum / lamp} \dots\dots\dots 3$$

$$No.lamps = \frac{120,557.50}{1250lum / lamp} = 96.5lamp \approx 97lamp$$

Mientras que para un luminario con lámparas ahorradores de energía se tiene:

$$No.lamps = \frac{120,557.50}{1750lum / lamp} = 68.89lamp \approx 69lamp$$

Retomando los análisis de precios unitarios realizados se tiene:

Tipo de luminaria	Tradicional	Con lámparas
-------------------	-------------	--------------

¹⁴ Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, Ed. Porrúa, ed. 21, México D.F. 1998, pp 190 y 191.

		ahorradoras
Precio unitario (\$)	610.77	875.48
Cantidad de luminarias por nivel	97	68
Cantidad total luminarias por edificio.	679	483
Importe (\$)	414,712.83	422,856.84

Tabla 2.1.4, importe total por luminarias

Es decir, existe una variación porcentual de 1.9638 %.

Como se puede observar el porcentaje de variación es muy bajo, comparando el porcentaje de variación por importe total de la instalación eléctrica, esto es debido a que la instalación eléctrica emplea otros aditamentos como son: sensores de presencia, reguladores lumínicos, entre otros.

2.2 Costos de operación de los edificios inteligentes.

Continuando con la edificación de la figura 2.1 y con los estudios de cantidad de luminarias se puede observar la carga que emplea la instalación eléctrica interior en lo referente a iluminación. Así como la carga por iluminación exterior, elevadores CCTV, contactos y acondicionamiento de aire.

Tipo	Cantidad	Watts por unidad	Watts totales	Horas empleadas	Kwatts/hora
Luminaria construlita Mod 55/6T	483	64	30,912	9	278.21
Contactos	605	150	90,750	9	816.75
Elevadores	3	6,600	19,800	9	178.20
Iluminación estacionamiento	20	150	3,000	9	27.00
Acondicionamiento de aire	1	43,300	43,000	9	389.70
Control de mando y CCTV	1	3,850	3,850	9	34.65
				Total	1,724.51

Tabla 2.2.1 plena carga de edificio inteligente figura 2.1 (anexo I)

Aquí se tiene el consumo de kilowatts/hora en la estructura considera; para obtener el costo es necesario multiplicar el consumo de energía eléctrica por el costo de kw/h actual; el cual en México está determinada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), de con estudios estadísticos los costos por consumo de energía eléctrica de 2009 son:

mes	Costo por Kw/h (\$)
ENERO	0.9963
FEBRERO	0.9893
MARZO	0.9968
ABRIL	1.0064
MAYO	1.0041
JUNIO	0.9874
JULIO	0.9888
AGOSTO	0.9998
SEPTIEMBRE	1.0031
OCTUBRE	1.0054
NOVIEMBRE	1.0146
DICIEMBRE	0.9992
PROMEDIO	0.9992

Tabla 2.2.2 costos Kw/h durante 2009

AÑO	Costo por Kw/h (\$)
2002	0.9993
2003	1.0083
2004	1.0173
2005	1.0069
2006	1.0069

2007	1.0032
2008	1.0110
2009	0.9993

Tabla 2.2.3 costos de kw/h de 2002 a 2009.

Nota: se considera plena carga con el fin de homologar el criterio para ambos casos, es decir para edificios inteligentes y tradicionales.

Con los datos de la tabla 2.2.1 se construye la tabla de consumos para periodo de tiempo considerados para 2009.

Periodo de tiempo	Costo por operación (\$)
Día	1,723.24
Semana	12,062.71
Mes	51,697.36
Año	628,984.55

Tabla 2.2.4, costo anual por consumo eléctrico.

Otro gasto que se realiza en la operación de cualquier edificación es el generado por el consumo de agua, tanto para limpieza como para consumo humano; de acuerdo con las características de los edificios inteligentes, la aportación que estos tienen al ahorro de agua es considerable, ya que al emplear de manera óptima este recuso se obtiene como consecuencia ahorro económico. Así entonces se puede analizar el siguiente caso:

De acuerdo con diversas especificaciones de empleados en edificios inteligentes, estos contribuyen en un ahorro de hasta el 30%, del consumo total diario promedio de agua. Lo cual se logra empleando sensores, los cuales activan el paso de agua de manera automática cuando el usuario coloca sus manos por debajo de maneral, cuando este retira sus manos de la salida de agua el paso de esta se interrumpe instantáneamente. De igual manera la fisonomía está pensada en el ahorro de agua, las llaves ahorradoras están diseñadas de manera tal que el caudal proporcionado no fluye como una masa uniforme, sino que

es en forma de partículas separadas entre sí, tal como sucede en una regadera.

Además de esta característica en los despachadores de agua de un edificio inteligente está equipado con manómetros digitales, por los cuales se puede saber si existe una fuga y su ubicación reduciendo considerablemente el tiempo de reparación evitando a su vez que por medio de fuga exista pérdidas en el sistema.

En lo que respecta al sistema de riego además de ser automático y equipado con sensores de humedad en los jardines, en los edificios inteligentes con grandes áreas se cuenta con almacenadores de agua pluvial, es decir, se aprovecha el agua de lluvia para fines de riego y no se desaloja por medio del drenaje tal como sucede en la mayoría de las construcciones de nuestro país.

Debido a que los consumos de agua varían no solo de edificación sino de usuario a usuario según sus hábitos personales no se ha podido determinar los consumos reales por tipo de edificación; sin embargo se estima que el ahorro total de agua en un edificio inteligente en relación a un tradicional es del 38.50 % de la dotación anual. Lo que representa un ahorro de no solo el 38.50 % del costo de agua hay que recordar que de acuerdo con el tabulador de gasto-consumo en México no está calculado linealmente sino que el costo del metro cúbico no es el mismo cuando el consumo promedio mensual es de 10 m³ a 100 m³.

2.3 Costos de operación de los edificios tradicionales.

Continuando con el mismo criterio en el estudio para determinar los costos de operación para edificios inteligentes se tiene:

Tipo	Cantidad	Watts por unidad	Watts totales	Horas empleadas	Kw/h
Luminario Holophone modelo 6163	97	679	30,912	9	488.88
Contactos	605	150	90,750	9	816.75
Elevadores	3	8,000	8,000	9	72.00
Iluminación estacionamiento	20	300	6,000	9	54.00
Acondicionamiento de aire	1	120,000	43,000	9	1,080
				Total	2,511.63

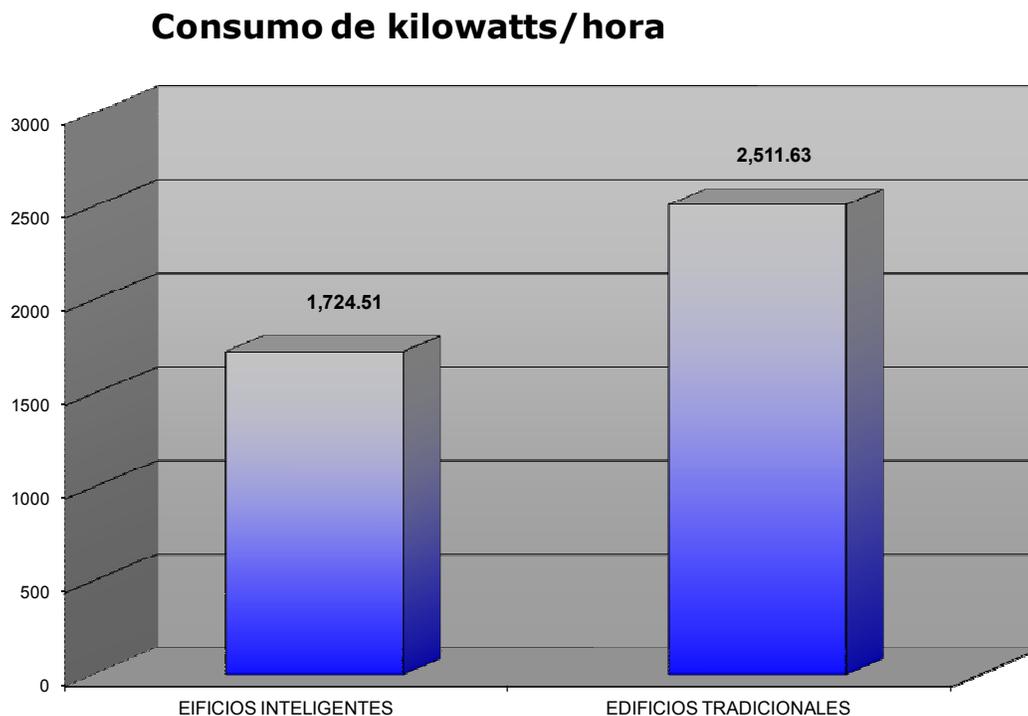
Tabla 2.3.1, plena carga de edificio tradicional figura 2.1 (anexo I)

De acuerdo a los datos de la tabla anterior se construye la tabla de consumos por periodo de tiempo para 2009.

Periodo de tiempo	Costo por operación (\$)
Día	2,509.89
Semana	17,568.89
Mes	75,293.64
Año	916,072.67

Tabla 2.2.4, costo anual por consumo eléctrico.

Con las tablas 2.2.1 y 2.3.1 se construye la gráfica de kilowatts/hora de consumo.

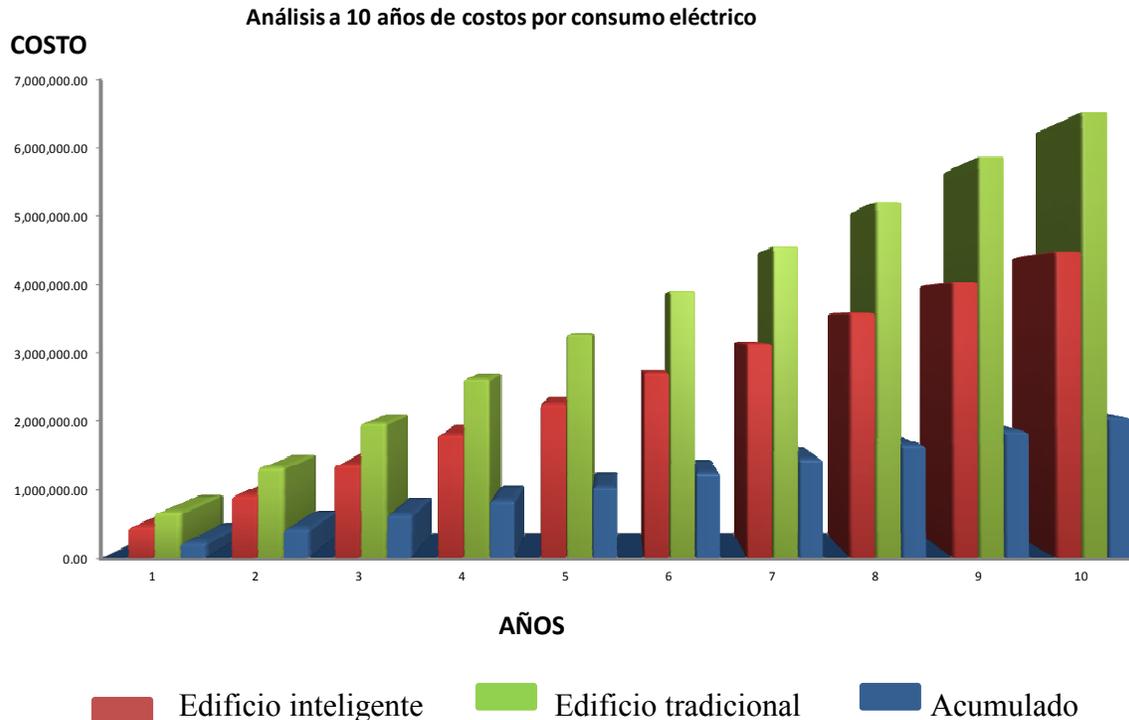


Gráfica 2.2.1, comparativa de consumo de energía eléctrica a plena carga por día entre edificios tradicionales e inteligentes.

Empleando la ecuación 1, se deduce el porcentaje de variación en el consumo de energía eléctrica entre edificios inteligentes y tradicionales:

$\left(\frac{E_{et}}{E_{ei}} - 1\right) \times 100 = \left(\frac{2,511.63}{1,724.51} - 1\right) \times 100 = 45.64\%$; es decir, el consumo de energía eléctrica en un edificio tradicional es de 45.64%, mayor que en uno inteligente.

La siguiente gráfica presenta los costos por consumo eléctrico anualizado, de edificios inteligentes contra tradicionales.



Gráfica 2.2.2 Análisis de costos a 10 años por consumo eléctrico

2.4 Costos de mantenimiento de los edificios inteligentes.

De acuerdo con las características de las lámparas empleadas, se tiene un promedio de vida útil de 20,000 horas y continuando con el estudio a plena carga el costo anual por mantenimiento por luminarias en oficinas es el siguiente:

Considerando jornadas de 9 horas, en un año se emplearán 273 días, descontando sábados, domingos y días festivos, las horas de vida de cada lámpara por año es de:

$$\text{Horas por año} = 9 \times 273 = 2457 \text{ horas}$$

En donde el tiempo de vida de cada lámpara es de 20,000 hrs. Cada lámpara se cambiará en un tiempo promedio de:

$$\text{Tiempo por cambio} = \frac{20,000}{2,457} = 8.14 \text{ años (en condiciones ideales)}$$

El costo en el mercado de cada lámpara T-8 es de \$74.00 por lo que el costo de mantenimiento por luminarias es igual a:

$$\text{Costo T-8} = 483 \text{ lámpara} \times (\$ 74) = \$ 35,742.00 \text{ en } 8.14 \text{ años.}$$

En cuanto al mantenimiento de los elevadores empleados del tipo de disco, mencionados en el capítulo I, el costo promedio mensual es de \$2,000, es decir, anualmente se tendrá un costo de \$24,000

Reparaciones menores se considera un promedio anual del 0.1% del costo total de la edificación¹⁵ por lo que anualmente se invertirá en gastos por reparaciones menores \$ 59,434.77; el porcentaje considerado para calcular el costo promedio anual por mantenimiento considera el bajo costo de mano de obra por búsqueda de fallas, ya que en un edificio inteligente el control de mando indica con exactitud la localización de las fallas así como la naturaleza de las mismas.

Nota: todos los importes aquí mencionados están considerados en el presente; para saber el valor real de estas cantidades en el trascurso del tiempo se deberá de trasladar dichos cantidades a importes en el futuro.

Un punto que no se debe perder de vista es el hecho que un edificio proporciona un beneficio adicional en lo que respecta a costos de mantenimiento; el cual es denominado ahorro por predicción de fallas, ya que en un edificio inteligente, al saber el lugar preciso de la falla de naturaleza cualquiera la reparación es de manera inmediata; provocando con ello abatir costos en tiempos de reparación así como todas las consecuencias que conlleve la falla misma; así por ejemplo un corto circuito eléctrico por sobrecarga al ser detectado instantáneamente se evitará un posible incendio, de igual manera sucede con las instalaciones de gas. Como consecuencia de esta forma de operar, un factor severamente afectado es la productividad, ya que no es necesario tener un gran número de empleados de mantenimiento, incrementando con ello el ahorro de recursos económicos de los usuarios.

¹⁵ Fuente: Intelligent Building Institute

2.5 Costos de mantenimiento de los edificios tradicionales.

Con las características de las lámparas consideradas por la estructura como edificio tradicional se tiene una vida útil de lámpara de 4,000 horas así entonces se tiene:

$$\text{Horas por año} = 9 \times 273 = 2457$$

En donde el tiempo de vida de cada lámpara es de 4,000 hrs. Cada lámpara se cambiará un tiempo promedio de:

$$\text{Tiempo por cambio} = \frac{4,000}{2457} = 1.62 \text{ años.}$$

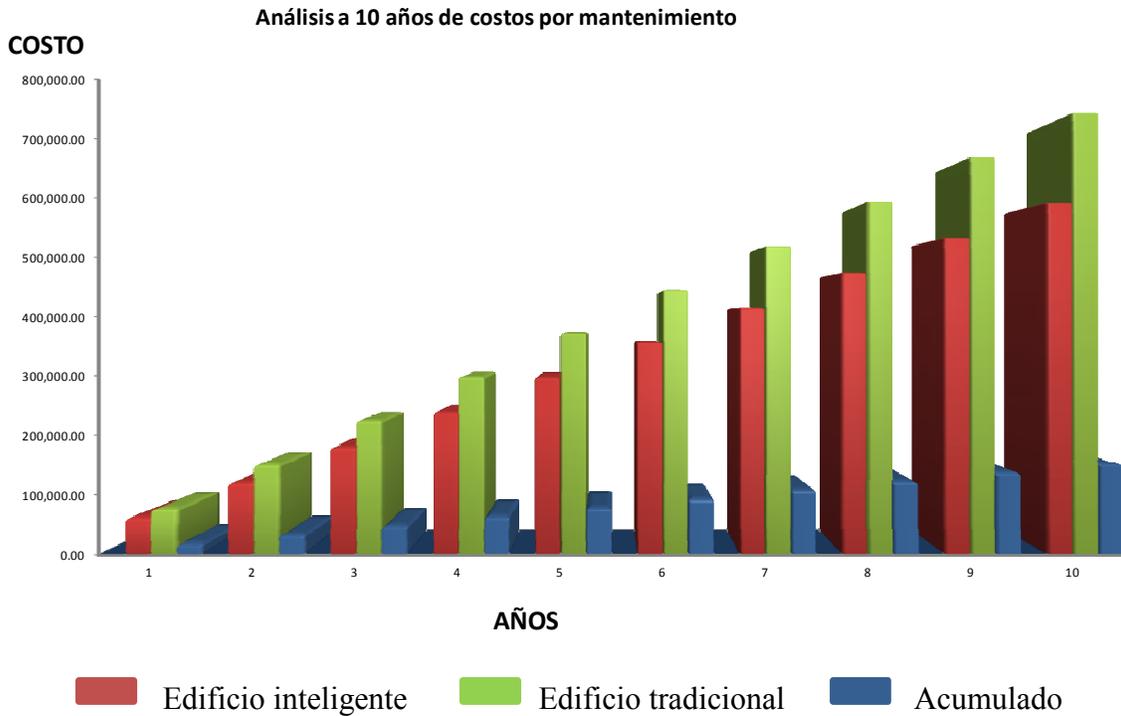
El costo en el mercado de cada lámpara de 2x40 w de 1.2 m es de \$34.00 por lo que el costo de mantenimiento por luminarias es igual a:

$$\text{Costo (2x40)} = 679 \text{ lámparas} \times \$ 34 = \$ 23,086 \text{ en 1.62 años.}$$

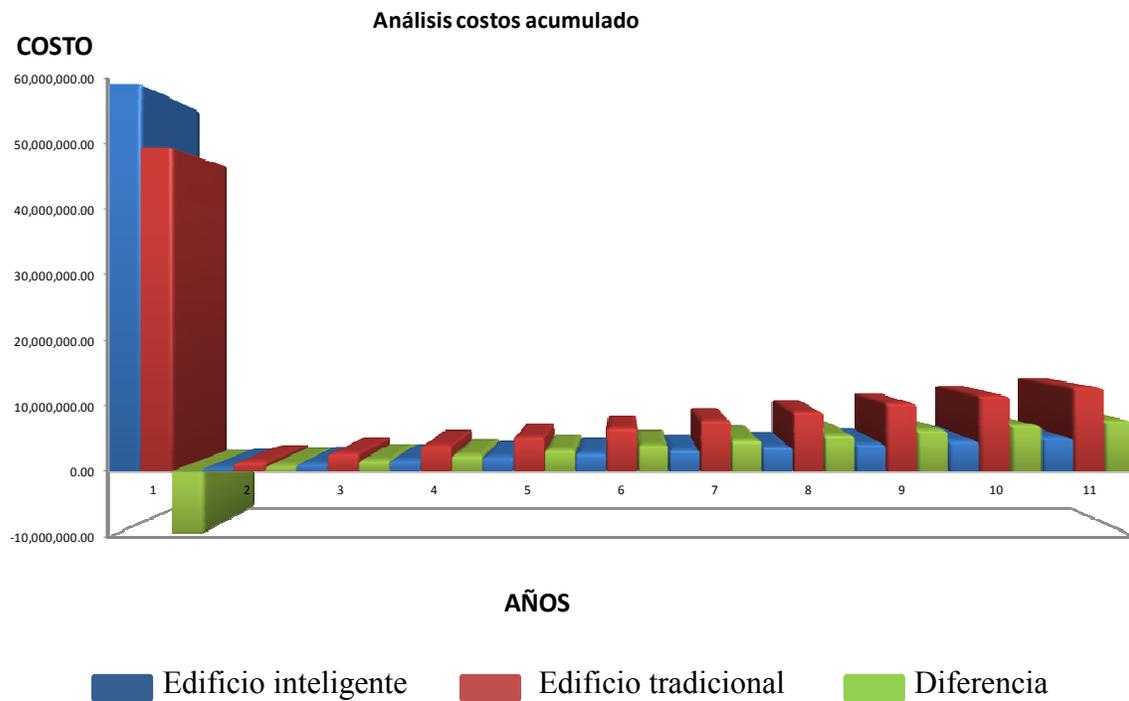
En cuanto al mantenimiento de los elevadores empleados del tipo de disco, mencionados en el capítulo I, el costo por mantenimiento promedio mensual es de \$2,000 representando un total por año de \$ 24,000.

Reparaciones menores se considera el 0.15 % promedio anual del costo total de la edificación,¹⁶ por lo que anualmente se invertirá en gastos por reparaciones menores el importe de \$ 74,591.86; como se puede apreciar el costo por mantenimiento es mayor en un edificio tradicional que en un inteligente, a pesar que la diferencia en costos iniciales sea de manera contraria; esto se debe a que la mano de obra emplea mayores tiempos de reparación debido al proceso de búsqueda ya que en muchos casos es por prueba y error, sin saber el origen de las fallas. De igual manera suponiendo una fuga de agua en cualquier tubería de la instalación hidráulica, el humedecimiento y reblandecimiento de los muros o losas aledañas a la fuga tiene como consecuencia mayores gastos de reparación; son por estos motivos que el costo de mantenimiento de un edificio tradicional es mayor que un uno inteligente.

¹⁶ Fuente: Intelligent Building Institute



Gráfica 2.5.1 Análisis de costos a 10 años por mantenimiento



Gráfica 2.5.2 Análisis de costos acumulados a 10 años incluyendo inversión inicial y gastos de operación

CAPÍTULO 3. BENEFICIOS ADICIONALES DE LOS EDIFICIOS INTELIGENTES SOBRES LOS TRADICIONALES.

Objetivo específico: Estudiar los beneficios adicionales que presentan los edificios inteligentes sobre los tradicionales, en función de la vida de los usuarios.

“La gente tiene diferentes tipos de necesidades. Las básicas integran, entre otras, la seguridad y las condiciones laborales. Un ambiente confortable y seguro propician el aumento de productividad y eficacia en el desempeño de sus actividades”¹⁷

Robert Heller

3.1 Confort

El vocablo confort es un anglicismo el cual deriva de la palabra comfort que empleado en su idioma original se entiende como bienestar o comodidad; de acuerdo con la naturaleza misma de la Ingeniería Civil, toda edificación debe cumplir con tres características únicas e insustituibles, estas son: segura, económica y funcional; en la tercer característica es donde el confort o comodidad hace presencia, ya que una edificación disfuncional no es viable. Así por ejemplo no es correcta la construcción con escaleras con peraltes muy altos o huellas demasiado grandes; ya que el tránsito sobre estas resultaría incómodo. De acuerdo con diversas normas y reglamentos las edificaciones deben cumplir con lineamientos para garantizar la comodidad a los usuarios.

Un edificio inteligente no sólo cumple con estas características; sino que las amplía, al ofrecer mayor grado de confortabilidad a los usuarios. El poder aumentar las características de confortabilidad, los edificios inteligentes se apoyan en gran medida de la automatización; de hecho gran parte del sobre confort que ofrecen los edificios inteligentes son proporcionados por la automatización.

La automatización es el resultado de la aplicación de nuevas y cambiantes tecnologías; las cuales se encargan de realizar operaciones que le corresponderían al ser humano. Los diversos equipos que ofrecen la automatización van desde el encendido y apagado de luces, hasta la operación de equipos de ambientación (video y música generalmente).

En el mercado existen diversos productos que contribuyen a la automatización de los edificios inteligentes, todos ellos apoyados por diferentes tipos de sensores (presencia, movimiento, temperatura, humedad, luminiscencia, humo, etcétera).

¹⁷ Heller Robert, Como dirigir al personal, ED. Grijalbo, Barcelona España 2000.

- Apertura automática de puertas.

La apertura de puertas se realiza con el simple hecho que un usuario se aproxime a ellas, digite su nip (número de identificación personal) de entrada, acerque su ojo al iris scan, coloque la mano en el lector de huellas o bien introduzca o aproxime su tarjeta de acceso.

- Encendido automático de luces.

En cualquier momento se podrá encender y mantener encendida alguna zona de trabajo o toda el área de trabajo sin la necesidad de activar el interruptor alguno o bien a la salida de todo el personal las luces se apagarán automáticamente quedando en operación únicamente el alumbrado exterior, el inicia su servicio cuando la presencia de luz natural ha disminuido considerablemente, de igual manera este servicio se desactivará con la presencia de luz natural al siguiente día.

- Encendido y selección automática de la climatización del edificio.

En los edificios inteligentes que emplean equipos acondicionadores de aire, este ejecuta los ciclos necesarios de acuerdo a la temperatura interna del edificio, logrando con esto el correcto acondicionamiento de aire. Lo que representa un improbable error en el tipo de climatización, contribuyendo a que los usuarios estén en un ambiente confortable.

- Operación automática de los sanitarios.

En los edificios inteligentes, la operación del desagüe en escusados y mingitorios se realiza en el momento que el usuario se retira, sin que este accione ningún mecanismo de manera manual. La limpieza de manos es igualmente automatizada, cuando el usuario coloca sus manos debajo de la salida de agua esta es suministrada instantáneamente, de igual manera operan los dispensadores de jabón y secadores.

- Riego automático de jardines.

Este se realiza de manera automática y con la cantidad exacta que requieran los jardines sin ser necesario que alguien active de manera manual el sistema de riego, este servicio no se realiza en temporada de lluvia, ya que los sensores de humedad detectan que el jardín o jardines tienen la humedad necesaria para subsistir.

- Sistemas de ambientación.

En este ámbito, se consideran innumerables posibilidades, es un buen ejemplo mencionar la programación de melodías a determinado tiempo con la finalidad de dar inicio o fin a las actividades del día, encendido de fuentes, ambientación en elevadores únicamente cuando este se encuentre en uso, proporcionar pronósticos de tiempo por medio de comunicación general, encendido de PC de manera automática, entre otros, son los servicios que se pueden obtener de un edificio inteligente debidamente programado, de esta manera los usuarios estarán recibiendo un "saludo de bienvenida o despedida por parte del edificio".

- Sistemas neumáticos de envío.

Los sistemas neumáticos de envíos son un conjunto de dispositivos electromecánicos y neumáticos, integrados que organizan automáticamente el flujo de envíos, los envíos pueden ser desde documentos, efectivo o medicamentos. Los sistemas neumáticos de envíos cuentan básicamente de control de operaciones, es el sistema que se encarga de canalizar los documentos por enviar a sus destinatarios; elige la ruta de envío, ductos de envío; son las vías de comunicación entre dos usuarios, estaciones son las terminales de cada ruta en ellas se encuentra una terminal del control de operaciones por el cual se indica la estación destino y compresor provee de presión neumática en los ductos de envío.

Con los sistemas neumáticos de envío se incrementan varios parámetros entre ellos están:

- Permitir enlazar físicamente oficinas, recepción y departamentos.
- Agilizar sus procesos al evitar que su personal salga de su área de trabajo.
- Evita el desplazamiento de personal.
- Incrementa la eficiencia de flujo de información.
- Ayuda en el auxilio de situaciones de emergencia como puede ser en hospitales donde la presencia de medicamentos resulta vital en algunas ocasiones.

- Facilidad de uso.

El uso de los servicios que proporcionan los edificios inteligentes es de suma facilidad, el complejo sistema de operaciones digital no significa que el usuario debe entender todos los lenguajes de programación con los que operan los edificios inteligentes para poder usarlos, por el contrario el habitar un edificio inteligente resulta sumamente cómodo y sencillo.

Dentro del confort y cumpliendo con las condiciones que debe tener un edificio inteligente, se debe tener una adecuada arquitectura de interiores, la cual propicia la comodidad de los usuarios, mobiliario cómodo y funcional, espacios bien definidos, accesibilidad a las diversas zonas son factores que en ningún momento se deben perder de vista.

Los puntos importantes para el desarrollo de una distribución en un edificio inteligente son:

- Plantilla de usuarios.
- Necesidades de usuarios.
- M2 por usuario.
- Áreas vacías.
- Electrificación.
- Mobiliario adecuado a:
 - Necesidades y confort del usuario.
 - Espacios interiores y necesidades del edificio.

3.2 Seguridad

Hasta el momento se ha mencionado la seguridad como un servicio hacia los usuarios; los edificios inteligentes cumplen también con seguridad estructural; ya que están diseñados como cualquier edificación, cumpliendo normas y reglamentos vigentes sobre seguridad estructural. Sin embargo en sismos los edificios inteligentes cuentan con sensores que detectan el comportamiento estructural durante algún

evento sísmico. Así lo menciona Juan Espinoza-Aranda "El sistema acelerométrico digital para estructuras, SADE, es una red digital para adquisición de datos, que interconecta acelerómetros distribuidos en una estructura para obtener información simultánea sobre su comportamiento dinámico, cuando queda sujeta a la acción de sismos fuertes. Esta información es básica para perfeccionar el conocimiento sobre el diseño sísmico de estructuras. El SADE es un desarrollo tecnológico del Centro de Instrumentación y Registro Sísmico, integrado con microprocesadores, fibra óptica para comunicación digital de alta velocidad y memorias de estado sólido con gran capacidad de almacenamiento; su funcionamiento controla localmente mediante una computadora portátil y adicionalmente puede ser telecontrolado vía modem"¹⁸ Así entonces se puede saber el comportamiento de la estructura durante sismos, y conocer si existen fallas o debilitamientos estructurales.

De igual manera los edificios inteligentes cuentan con disipadores de energía, los cuales son sistemas amortiguadores, estos cuentan con aisladores sísmicos o aisladores de base de acuerdo con su ubicación dentro o fuera del edificio respectivamente. Los sistemas disipadores de energía tanto internos como externos a la estructura actúan como primera defensa ante los sismos, en la cual se disipa la energía sísmica durante un evento telúrico, quedando así la reserva inestática de la estructura como una auténtica reserva de resistencia o segunda línea ante sismos.

3.3 Sistemas de comunicación.

Una vez más se menciona a la comunicación como una característica de los edificios inteligentes, además de proporcionar seguridad, y aumentar el control de los edificios inteligentes, aumenta con ello la productividad de los usuarios o de los habitantes de los espacios de un edificio inteligente. Al mantener un contacto constante con todo el personal se puede saber la productividad de cada individuo sin importar siquiera que se encuentre o no en el edificio, la administración de una empresa cualquiera se facilita considerablemente con los diversos sistemas de comunicación; con los cuales se basan en el uso de redes de comunicación.

El personal puede realizar sus funciones desde la red de trabajo; inclusive se puede acceder de manera remota a cualquier PC con tan

¹⁸ Espinoza_Arana, Juan. El sistema acelerométrico digital para estructuras, Revista Ingenierica Civil, CICM junio 1997

solo contar con conexión a Internet y clave de acceso a la red. La restricción a información clasificada puede continuar si la configuración de la red está programada para estos fines.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES CAPÍTULO 1.

Los edificios inteligentes son un avance tecnológico promovido por la escasez de energía, aunado a los altos costos que conlleva generarla. El apoyo de diversas ramas como son la electrónica y la computación han ayudado al cuidado y conservación de la energía.

Un edificio inteligente debe ser una estructura segura, funcional y estética, pero sobre todo económica, la cual en la fase conceptual del proyecto sus configuraciones tendrán que ser lo más regular posibles.

La planeación de espacios adecuados para ductos de instalaciones, será la capacidad de servicios que pueda manejar un edificio inteligente, de las necesidades presentes y futuras.

Un edificio inteligente se puede concebir no sólo como un conjunto de servicios sino como en sí un servicio, en el cual se busca confort de los usuarios y con ello la maximización de la productividad. Para ello se planea en forma especializada todos y cada uno de los sistemas que lo integran.

Cada sistema es independiente de los demás, sin embargo operan en forma conjunta y operados bajo el mando del control central el cual regula desde el aire acondicionado, hasta el riego de los jardines o bien las áreas y horarios de iluminación.

La seguridad no es un punto olvidado por los edificios inteligentes, aunque esta rama puede ser limitada, sobre todo contra ataques terroristas. Un edificio inteligente contribuye al auxilio de los usuarios que se encuentren en situaciones de peligro; esto no significa que sea impenetrable o indestructible, sólo basta mencionar desastres de grandes magnitudes como son los terremotos o los ataques a las Torres Gemelas en la Unión Americana en el 2001.

La comunicación nunca debe fallar en un edificio inteligente, ya que si este sistema falla, se puede perder el control del edificio, esto no quiere decir que se volverá inoperable, sino que sus sistemas se volverán aislados y no será posible su operación de manera integral. Esto les da un gran peso a los sensores los cuales deben de funcionar en todo momento.

Al diseñar un edificio inteligente es necesario pensar en la compatibilidad de los equipos, en el mercado actual existen un sin número de marcas y proveedores de productos los cuales por lo general son compatibles con diversos sistemas operativos de controles de mando, sin embargo, nunca hay que olvidar comprobar compatibilidades en este punto al adquirir cualquier producto.

CONCLUSIONES CAPÍTULO 2.

Definitivamente uno de los principales problemas de los edificios inteligentes es su alto costo, el cual respecto a una estructura convencional tiene diferencias importantes en cuanto a la inversión inicial se refiere, pero definitivamente los costos por consumo de energía se disminuyen de inmediato cuando empieza a operar, además de los costos de mantenimiento que son optimizados al máximo lo que fundamenta una buena inversión al decidir diseñar y construir un edificio inteligente. Por lo tanto el retorno de la inversión ya sea en el caso de renta, venta o uso propio se presenta en mucho menor tiempo que en los edificios tradicionales. Hoy día las grandes compañías del mundo buscan a los edificios inteligentes, lo cual garantiza considerablemente su comercialización ya que los tiempos de colocación total en el mercado de bienes raíces de este tipo de edificios se abaten con respecto a los edificios convencionales.

En épocas de crisis como la que se vive hoy en día, lo que se puede hacer es contemplar dentro de su diseño todas las tecnologías planteando y dejando los espacios necesarios para futuras instalaciones, así como las preparaciones necesarias, es decir, construir un edificio "parcialmente inteligente" y transformarlo poco a poco de acuerdo con las entradas económicas de los usuarios hasta tener un edificio en su totalidad inteligente; sin embargo con este procedimiento el monto total invertido en la construcción de un edificio inteligente es mucho mayor que si de un principio se hubiese construido como inteligente.

Un punto que puede contribuir al ahorro de recursos principalmente en agua es el de reusar este recurso, no solo con tratamiento sino con una red de agua residual que envíe el agua usada en lavamanos a contenedores para ser re usado en servicios como mingitorios y wc.

Todos los estudios relacionados en la factibilidad económica de construir un edificio inteligente están apoyados en la Ingeniería de costos, la cual

determina los importes presentes y su traslado a futuro, dicho en otras palabras la representación económica de los gastos de construcción operación y mantenimiento de un edificio inteligente en cualquier momento considerando los porcentajes de rebajas económicas de los equipos en el mercado para saber con certeza el tiempo exacto del retorno de la inversión.

En los edificios inteligentes no se tiene calculado el tiempo de vida tanto útil como vida económica ya que esta rama de la ingeniería está en pleno desarrollo; por lo que resultaría muy precipitado hablar de tiempos de vida útil; sin embargo si se puede partir desde el tiempo de vida de un edificio tradicional el cual es de 50 a 60 años en promedio, los edificios inteligentes tienen como expectativa de vida superar también es ese punto a los edificios tradicionales, debido a el soporte tecnológico con el que operan.

CONCLUSIONES CAPÍTULO 3.

Los edificios inteligentes al ser una estructura unificada en sus sistemas proporciona no sólo un servicio, generalmente proporcionan otros adicionalmente como por ejemplo; al tener sensores de humedad en jardines no sólo se contribuye a la confortabilidad de los usuarios sino que contribuye a el ahorro de agua y de recursos económicos al no tener que emplear a un jardinero haciendo trabajos de riego pudiendo emplearse en otras actividades, así como se contribuye a tener una arquitectura bioclimática en el entorno.

La comodidad en cualquier entorno da como resultado mayor productividad, mejor desempeño laboral, saneamiento mental, participación laboral y empresarial, entre otros; dando como consecuencia inmediata crecimientos empresariales y económicos.

Al contar con acceso remoto a las estaciones de trabajo no es necesaria la presencia física de los operadores de dicha estación así por ejemplo el director general de una empresa puede consultar la información que el requiera en cualquier momento. Este tipo de operaciones puede ser de gran utilidad en un viaje de negocios en donde la cantidad de información que se tenga la mano puede ser determinante en el cierre de cualquier negociación.

Los edificios inteligentes cuentan y están equipados para ofrecer confortabilidad, seguridad, comunicación, ahorro energético y de

recursos por lo cual son una excelente opción en la proyección de nuevas edificaciones.

Los costos relacionados con la construcción de un edificio inteligente tienden a reducirse con el paso del tiempo, esto es ocasionado por la constante creación de nuevos equipos que emplean los edificios inteligentes así como el incremento de las marcas que construyen este tipo de equipos.

Un edificio inteligente ayuda al ser humano sin embargo no se pretende su remplazo ya que a pesar de grandes avances tecnológicos que día a día se logran, ningún equipo es capaz de tomar decisiones que dependen del uso del criterio el cual es una capacidad únicamente del ser humano.

Es muy importante comentar que cualquier edificación sea o no inteligente debe ser construida y proyectada siempre pensando en el ahorro de recursos y de energía, en la confortabilidad y en la eficiencia de los sistemas que en el operen.

CONCLUSIONES GENERALES.

Los edificios inteligentes son una nueva y prometedora rama de la Ingeniería Civil, ya que desde el momento del proyecto se deben coordinar muchas especialidades, inclusive de Ingeniería Electrónica, en Computación, Eléctrica y Arquitectura debido a que el diseño no es como un edificio común en donde las instalaciones son diseñadas y calculadas de manera independiente a todas las demás, no así en un edificio inteligente donde todos los sistemas está integrados para un óptimo funcionamiento.

Los procesos constructivos son distintos en lo que se refiere a edificios inteligentes porque en ellos se albergan instalaciones especiales que requieren mayores espacios en ductos tanto para operaciones a inmediato como a largo plazo, es decir, están contruidos pensando en su crecimiento y adaptabilidad a nuevas tecnologías. En lo que respecta a Ingeniería de costos también cambian, esto es porque se deben tener siempre presentes los tiempos esperados de retorno económico de inversión inicial, y los costos por mejoramiento de servicios empleando nuevas tecnologías, un mal proporcionamiento económico redundará en pérdidas económicas para los usuarios de edificios inteligentes, poniendo en riesgo posibles inversiones en la construcción de este tipo de inmuebles; lo que daría como resultado rescisión a esta nueva rama. Todo esto obliga a Ingenieros, Arquitectos, constructores, contratistas, y en general a todo aquel involucrado en la industria de la construcción a cambiar sus procesos de diseño y construcción teniendo siempre la mente abierta a cualquier tipo de cambios, desde paqueterías de cómputo hasta emplear nuevos procesos constructivos con la finalidad de ampliar terreno de aplicación de la Ingeniería misma y evitar que se desplace a la Ingeniería Civil por cualquier otra actividad profesional con el fin de dar mayores y mejores opciones a los participantes directos de la ingeniería Civil. Aunado a ello hay que señalar que; los procesos constructivos hoy en día cambian constantemente y no sólo en edificios inteligentes, es necesarios que los ingenieros civiles y las instituciones académicas en donde se imparte esta carrera pongan especial atención en ello ya que esto da como pauta un pensamiento abierto a nuevas posibilidades así como ayuda a resolver cualquier imprevisto de forma óptima.

Una conciencia ecológica es necesaria en México y en el mundo, los edificios inteligentes ayudan a cambiar la manera de pensar de sus usuarios ya que dentro de cada edificio inteligente y su entorno se procura mantener un ambiente ecológico apoyándose en la Arquitectura

bioclimática; además que una de sus principales características es el propiciar el ahorro de energía.

Los costos de inversión en un edificio inteligente son mucho mayores que los edificios tradicionales; sin embargo el tiempo de retorno de la inversión es reducido; dando como consecuencia que a mediano plazo un edificio inteligente resulta ser un edificio que contribuye al ahorro de recursos económicos.

Todos los servicios proporcionados por los edificios inteligentes dan como resultado final un mejor desempeño laboral de sus usuarios.

Mantener comunicado al personal es vital importancia en cualquier empresa sin importar su naturaleza, con los edificios inteligentes este punto queda cubierto sin mayor problema, así un empleado que se encuentra de viaje de negocios puede enviar sus informes de manera instantánea y en tiempo real a cualquier persona conectada a la red o bien consultar y modificar cualquier archivo desde su computadora y compartirla instantáneamente en el servidor de la empresa.

Los edificios inteligentes no sólo son de oficinas, esto puede ser cualquier edificación de gran magnitud, por ejemplo; una unidad habitacional, hoteles, escuelas, presas, puentes, edificios de inteligencia gubernamental, etcétera.

Las construcciones pequeñas como son casas, edificios de tres o cuatro niveles, estacionamientos, entre otros no es conveniente que sean inteligentes ya que muchos de sus servicios y sistemas no se emplean dando como resultado la inviabilidad económica; sin embargo muchas personas optan por automatizar sus hogares lo cual resulta una buena opción.

De manera general concluyo que los edificios inteligentes superan a los edificios tradicionales desde cualquier punto ya sea servicios, control, operación, mantenimiento y costos; es decir, si es factible su construcción.

FUENTES DE CONSULTA.

FUENTES DE CONSULTA CAPÍTULO 1.

BIBLIOGRAFÍA

- Boed Víctor
Networking and integration of facilities
Ed. Press
Seattle 1999.
- Comisión Federal de Electricidad.
Aspectos relevantes de la Norma Oficial Mexicana de Eficiencia de Energía de Acondicionamiento de Aire Tipo Central.
México 1997.
- Ferrer Dura Ricardo
Clasificación y proyectos de edificios inteligentes.
Universidad Politécnica de Valencia
Valencia, España 1995
- Institute of Advanced Architectural, York University
Reinventig work place
Universidad de York
Oxford 1997.
- Instituto Mexicano de Edificios Inteligentes.
Diplomado multimedia en edificios inteligentes.
Módulo 1 "Arquitectura e Ingeniería Civil en los edificios inteligentes"
México 1999.
- Instituto Mexicano de Edificios Inteligentes.
Diplomado multimedia en edificios inteligentes.
Módulo 3 "Seguridad e instalaciones de sistemas"
México 1999.
- Instituto Mexicano de Edificios Inteligentes.
Diplomado multimedia en edificios inteligentes.
Módulo 6 "Operación y mantenimiento de los edificios inteligentes"
México 1999.

- Merrick Gay Charles
Mechanical and electrical equipment for building.
Ed. Library of Congress.
3^{er} ed. USA 1995.
- Michio Kaku
Visiones "Como la ciencia revolucionará la material, la vida y la mente en el siglo XXI"
Ed. Temas de debate
España 2000
- Munner Abodahab, Weir y Kubie
Windows in building thermal, acoustics visual solar performance
Ed. Architectural Press.
Oxford 2000
- Riewoldt Otto
Intelligent Spaces
Ed, Laucence King Publishing
New York 1993
- Setrag Khoshatian
Edificios inteligentes
Ed. Paraninfo
Madrid, España 1994
- Travi Valerio
Advanced Technologies
Ed Better Books
Oxford 2001
- Wacker David Alan
The complete guide to how automation
Ed. Bettet books
Cincinnati Ohio 1993

HEMEROGRAFÍA

- Revista Ciudades, Año 4 no 13

Dinámica Urbano-Regional de los 90's
Departamento del Distrito Federal, Red Nacional de Investigación Urbana
México, enero – marzo 1992.

- Revista Ingeniería Civil (CICM)
Casar Marcos Guillermo, **El papel de la Ingeniería Civil en los Edificios Inteligentes**, Diciembre 1996
- Revista Obras
Pérez Estañol Mireya, Vidrios Inteligentes
México D.F. Marzo 2001
- Revista Scientific American
The Computer in the 21st Century
N.Y. 1995

FUENTES ALTERNAS

- Casas inteligentes S.A. de C.V.
Video "Casas Inteligentes; "Tour virtual"
- Catálogo Construlita "Catálogo 99/00"
- Catálogo Damm Romita "Sistemas de seguridad"
- Catálogo Holophone "Lámparas y luminarias"
- Catálogo Impco "Sistemas de energía solar térmicos"
- Catálogo de pisos falsos Bescos "Piso Besco"
- Catálogo Wisbo "Radiant floor heating and ice meeting Systems"
- Catálogo Stanley "Opening Oportunities"
- Orozco González Eduardo
Conferencia "Casas inteligentes" EXPOCIHAC 2001
- Ragnar Trillo, Diseñador de la Torre de Ingeniería de la UNAM
Entrevista, Ciudad Universitaria 2001.
- Visita a la Torre de Ingeniería de la UNAM.

México D.F. 2001

PÁGINAS WEB

- Facultad de Arquitectura, División de Postgrado de la UNAM.
www.fa.unam.mx
- Intelligent Building Institute.
www.ibi.org
- Instituto de Ingeniería de la UNAM.
www.fi.unam.mx
- Instituto Mexicano de Edificios Inteligentes
www.imei.org.mx
- Universidad de España
Domótica para edificios inteligentes, proyecto vivienda unifamiliar
www.domotica.sp
- www.chromagen.co.il
- www.controljons.com
- www.soleo.com
- www.intec.com
- www.cmic.org

FUENTES DE CONSULTA CAPÍTULO 2

BIBLIOGRAFÍA

- Becerril Diego
Instalaciones Eléctricas Prácticas.
Ed 11, México D.F.
- BIMSA
Catálogo de Precios Unitarios Enero 2010

México D.F. 2010

- Comisión Nacional del Agua
Manual de diseño de agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento
México 2002.
- Instituto Mexicano de Edificios Inteligentes (IMEI)
Diplomado multimedia en edificios inteligentes.
Módulo 4 "Ahorro de Energía y Tecnologías Ambientales"
México 1999.
- Instituto Mexicano de Edificios Inteligentes (IMEI)
Diplomado multimedia en edificios inteligentes.
Módulo 6 "Operación y mantenimiento de los edificios inteligentes"
México 1999.
- Suarez Salazar Carlos
Costos y tiempos en edificación.
Ed. Limusa, ed. 3er, México 2001.

FUENTES ALTERNAS

- Catálogo Construlita
- Catálogo Holophone "Lámparas y luminarias"
- Neodata 2001. (Base de datos "Edifica")

PÁGINAS WEB

- www.cfe.gob.mx
- www.construlita.com
- www.cna.gob.mx
- www.ibi.org
- www.imei.org.mx
- www.inegi.gob.mx

FUENTES DE CONSULTA CAPÍTULO 3.

BIBLIOGRAFÍA

- Ferrer Dura Ricardo
Clasificación y Proyectos de Edificios Inteligentes.
Universidad Politécnica de Valencia
Valencia, España 1995.
- Heller Robert.
Como dirigir al personal
Ed. Grijalbo.
Barcelona, España 1995.
- Institute of Advanced Architectural
Reinventig workplace
Universidad de York.
Oxford 1997.
- Riewoldt Otto
Intelligent Spaces
Ed. Laurence King Publishing
New York 1993.
- Setrag Khoshafian
Edificios inteligentes.
Ed. Paraninfo
Madrid, España 1994.

HEMEROGRAFÍA

- Revista Ingeniería Civil (CICM)
Martinez Romero Enrique, Diseño de estructuras en edificios
inteligentes.
Méx. D.F. junio 1997.

FUENTES ALTERNAS.

- Casas inteligentes S.A. de C.V.
Video "Casas inteligentes, tour virtual"

- Sistemas neumáticos de envío S.A. DE C.V.
Video "La manera más rápida y segura de desplazar"

PÁGINAS WEB.

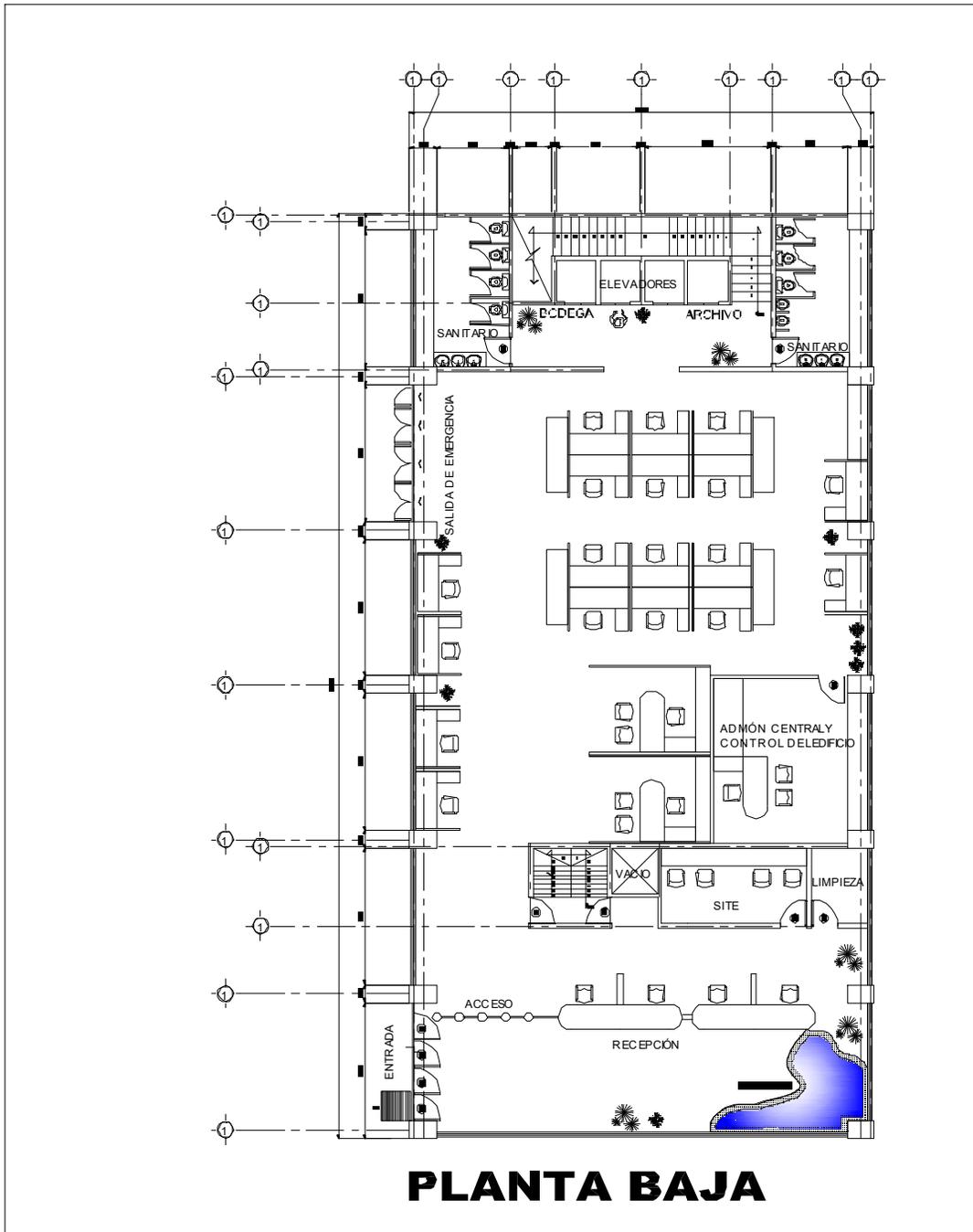
- www.casainteligente.com.mx
- www.hon.com
- www.ibi.org
- www.imei.org.mx
- www.nordplan.com
- www.sistemasneumaticosdeenvio.com

GLOSARIO.

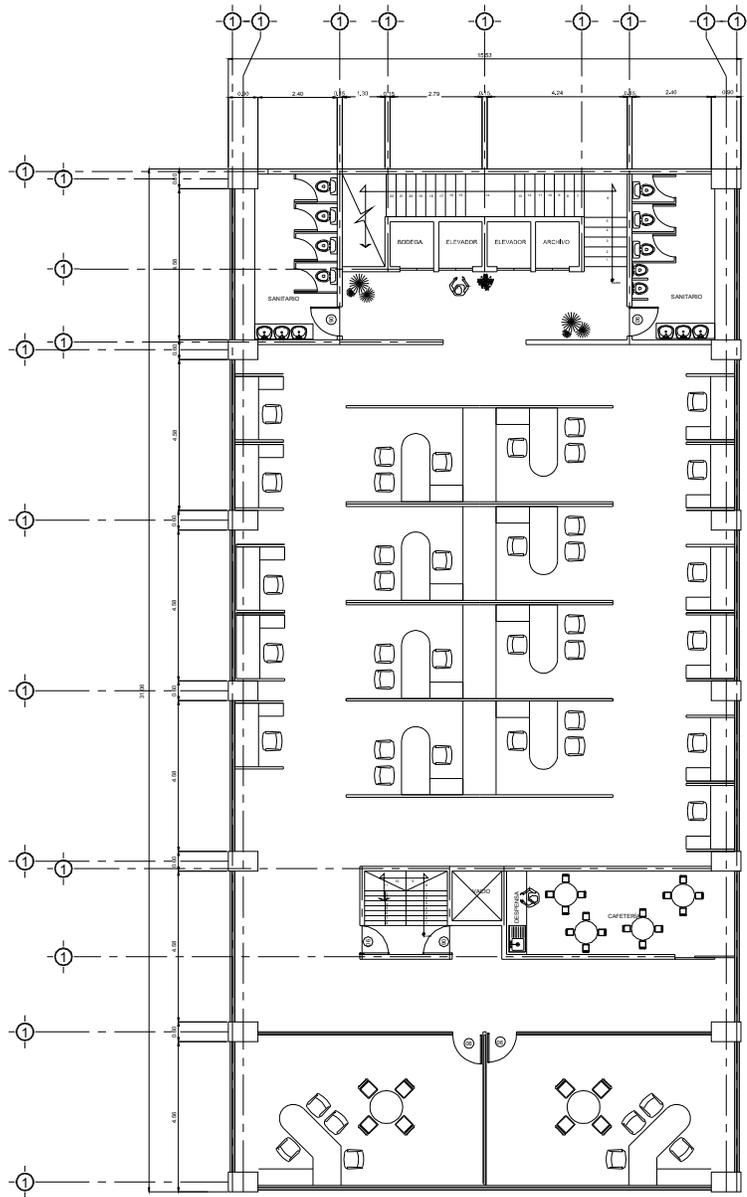
- **Ahorro de energía o recursos**, evitar un gasto o consumo mayor.
- **Análisis de precio unitario**, entiéndase a las cantidades necesarias de todos y cada uno de los recursos necesarios para realizar cualquier actividad multiplicadas por el costo de dichos recursos, para obtener el costo por unidad de cualquier actividad determinada.
- **Arquitectura bioclimática**, diseño arquitectónico y de ingeniería considerando asoleamiento de las edificaciones, así como corrientes de viento para disminuir los sistemas acondicionadores de aire.
- **Audio portero**, sistema encargado de apertura de puerta vía remota con intercomunicación auditiva.
- **Automatización**, actividad realizada por algún mecanismo eléctrico y/o mecánico de manera sistemática e independiente de los usuarios, por medio de sensores, controles remotos o programaciones.
- **Celdas fotovoltaicas**, dispositivos empleados para recolectar energía solar y con capacidad de convertirla en energía eléctrica.
- **Circuito cerrado de televisión (CCTV)**, sistema integrado con videocámaras, grabadoras y monitores, empleados para vigilar.
- **Climatización**, sistemas de acondicionamiento de aire, frío o cálido.
- **Colector solar**, también conocidos como calentadores solares, los cuales se emplean para calentar agua por medio de tuberías metálicas y/o de cristal; el agua caliente es almacenada en depósitos llamados termotanques.
- **Control de mando**, computadora encargada de controlar, avisar y corregir los sistemas domóticos.
- **Domótica**, Conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una edificación.

- **Edificio Inteligente** se puede definir como aquella estructura que desde su diseño hasta la ocupación para el usuario final, centra su objetivo en el ahorro energético y de recursos en general
- **Fibra óptica**, filamento de vidrio o plástico, que sirve para transmitir información la cual viaja por medio de impulsos luminosos a lo largo de todo el filamento, lo que resulta altamente productivo y eficiente.
- **Lecturas biométricas**, equipos electrónicos capaces de distinguir e identificar a los usuarios por medio de sus características físicas como son huellas dactilares, iris y rostro.
- **Lúmen**, Unidad de flujo luminoso del Sistema Internacional, que equivale al flujo luminoso emitido por una fuente puntual uniforme situada en el vértice de un ángulo sólido de un estereorradián y cuya intensidad es una candela.
- **Luxes**, cantidad de lúmenes en una superficie.
- **Poliuretano**, Resina sintética (polímero) obtenida por condensación de poliésteres y caracterizada por su baja densidad.
- **Proyecto**, Conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de arquitectura o de ingeniería.
- **Sensor**, Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etcétera, y la transmite adecuadamente.
- **Sistemas de seguridad**, conjunto de elementos que aportan seguridad a los usuarios de un edificio inteligente, tratándose de seguridad contra siniestros, accesos controlados, vigilancia y control de masas.
- **Video portero**, sistema encargado de apertura de puerta vía remota con intercomunicación auditiva y visual.

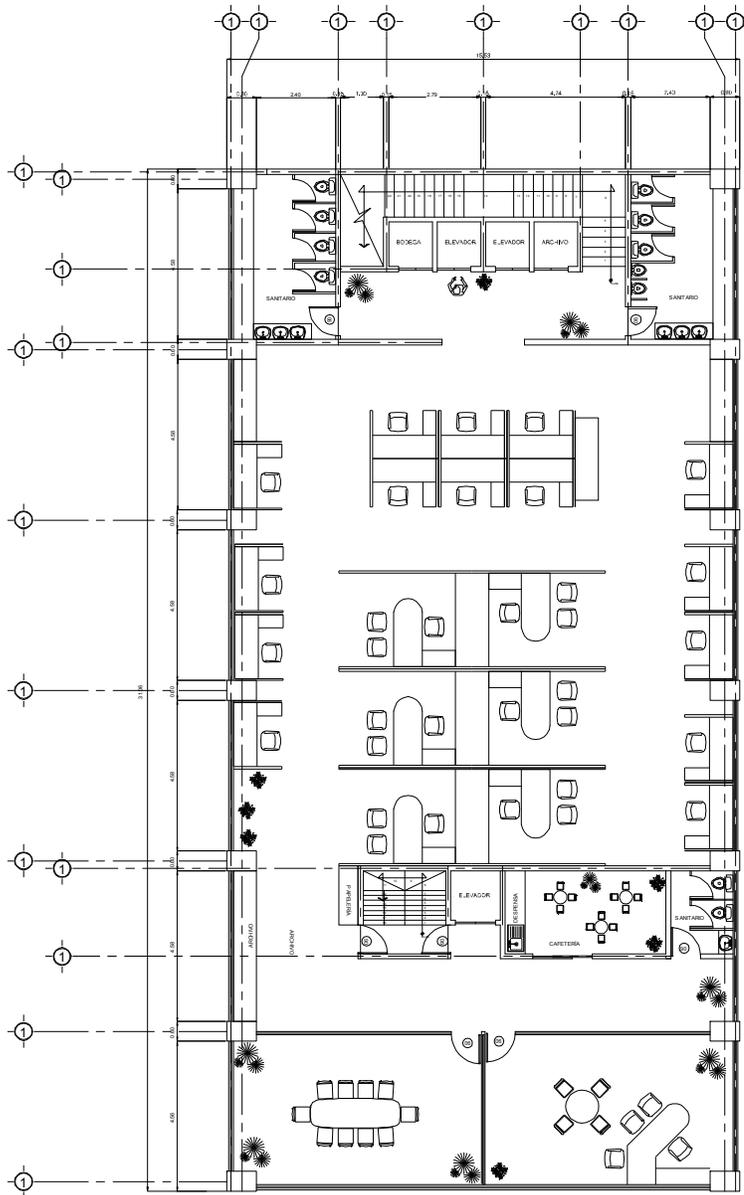
ANEXO I.



PLANTA BAJA



PLANTA TIPO 1, 2 Y 3



PLANTA TIPO 4 Y 5