



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGON**

**VENTAJAS Y AHORROS DE LOS EDIFICIOS
INTELIGENTES**

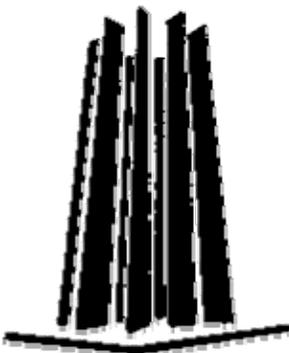
T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(AREA MECANICA)**

P R E S E N T A :

GUSTAVO MATAMOROS LOPEZ

ASESOR: M. EN I. LEOPOLDO ADRIAN GONZALEZ GONZALEZ



MEXICO

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

AGRADECIMIENTOS.

Antes que nada quiero darle **Gracias a Dios**, por los Padres y Familia que tengo, ya que gracias a ellos soy lo que soy.

A mis **Padres Aurelio y Guadalupe**, por darme la vida, por estimularme siempre a seguir superándome, por ofrecerme todo el apoyo, dedicación y esfuerzos, los cuales me han servido para lograr todo lo que se me presente en esta vida.

A mis **Hermanos, Aurelio, Lourdes y Adrián**, por que siempre me han hablado con la verdad, ya que siempre me han apoyado y ayudado en la toma de decisiones y principalmente por que son un ejemplo a seguir para mí.

A mis **Cuñadas Ara y Cony, y mi Hermana Lourdes**, por darme las fuerzas para seguir luchando.

A mis **Sobrinas, Ilian, Viridiana, Gabriela, Karen, Karina y Joselyn**, por que ellas son las fuerzas que me dieron para seguir luchando en esta vida.

A toda mi **Familia Matamoros y López**, por el apoyo ofrecido incondicionalmente para lograr terminar mi carrera.

A mis **Compañeros y Amigos**, los cuales puedo contar con los dedos de una mano y también estuvieron presentes conmigo a lo largo de mi carrera.

A la **UNAM y a la FES Aragón**, por prepararme en mi formación profesional.

Gustavo Matamoros López

INDICE	Pag.
OBJETIVO	1
INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	4
1. EDIFICIO INTELIGENTE	6
1.1 ¿Que es un Edificio Inteligente?	6
1.2 Características Principales	10
1.3 Grados de Inteligencia	13
1.4 Arquitectura Bioclimática	15
1.5 Edificio Tipo	30
2. SISTEMAS RELEVANTES	34
2.1 Sistema de Ventilación, Calefacción y Aire Acondicionado (Heating, Ventilation and Air Conditioning) “HVAC”	34
2.2 Sistema de Iluminación	50
2.3 Sistema Hidroneumático	70
2.4 Sistema Centralizado (Monitoreo y Control de Sistemas)	74
3. SISTEMAS DE SEGURIDAD	86
3.1 Seguridad Física	87
3.1.1 Control de Accesos	89
3.1.2 Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)	104
3.1.3 Personal de Seguridad	115
3.2 Sistema de Detección de Incendio	117
3.3 Sistema de Extinción de Incendio	134
4. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO	143
4.1 Determinación de Costos por Sistema	151
4.2 Determinación de Costos Administrativos y de Mantenimiento	152
4.3 Depreciación del Sistema Inteligente	158
4.4 Punto de Equilibrio	160
4.5 Beneficio/Costo	167
RESULTADOS Y CONCLUSIONES	169
BIBLIOGRAFÍA	172
ANEXOS	
A. Clases de Incendio	174
B. Justificación de Equipo por Sistema	175

OBJETIVO.

Determinar la Factibilidad Costo/Beneficio y Ventajas de un Edificio Inteligente contra un Edificio Convencional, en sus diferentes áreas, en función a su costo de implementación y funcionalidad.

INTRODUCCIÓN.

Ante el increíble adelanto en la ingeniería electrónica, tanto en oficinas, industria, negocios y en el hogar, cada vez es más impresionante ver las facilidades que nos ofrecen y el mínimo trabajo que hay que hacer para obtener grandes beneficios.

Basta observar a nuestro alrededor como la tecnología forma parte integral de nuestra vida cotidiana, como por ejemplo; el teléfono celular nos pone en comunicación incluso visual con otras personas, sin importar donde se encuentren en unos segundos, con sólo marcar unos números, o como el horno de microondas que con sólo apretar unos botones nos proporciona el calor suficiente para calentar o cocinar nuestros alimentos en mucho menor tiempo que haciéndolo con las estufas convencionales de gas.

También los edificios han tenido que cambiar sus diseños para estar en condiciones de albergar la evolución de los tiempos, y estar en posición de satisfacer las necesidades del hombre de hoy, surgiendo el concepto de edificios inteligentes.

Los edificios inteligentes están diseñados para incrementar el confort y seguridad de los usuarios, además, también reducen los costos de mantenimiento y administración del inmueble, al eficientar los recursos energéticos y de personal que los edificios por naturaleza requieren, esto a causa de los incrementos energéticos que han impactado a nivel mundial; por lo anterior, en la actualidad un Edificio Inteligente pretende interactuar con su entorno y optimizar los recursos tecnológicos con que cuenta, a fin de hacer más rentable la idea de construir un Edificio Inteligente. Hoy en día inclusive ya es atractivo el realizar una Casa Inteligente, aunque es todavía visto como un lujo, pretende ser también un motivo en la optimización de los recursos/gastos para la vivienda.

Esta tesis pretende analizar las áreas en donde tiene mayor impacto el implementar sistemas “inteligentes”, aunque existen otras que no impactan de manera tan directa en los beneficios y que sólo serán mencionadas como parte integral de un sistema inteligente. El análisis de costo/beneficio y de las ventajas que da el implementar un Edificio Inteligente, pretende determinar la factibilidad de un edificio de este tipo, contra uno de tipo convencional; a fin de poder determinar su conveniencia de ejecución a mediano y largo plazo, dado que a simple vista, parece ser que en la actualidad un Edificio Inteligente ya no es un lujo, sino una necesidad. Esto se realiza con una visión práctica y actual de los componentes básicos de la instalación y los servicios que pueden ofrecer los edificios inteligentes.

Por lo anteriormente expuesto, en el primer capítulo de este trabajo de tesis se define lo que es un Edificio Inteligente, en comparativa con un Edificio Convencional. Se mencionan también las áreas/sistemas con que debe contar y que lo definen como “Inteligente”.

En el segundo capítulo se presenta un estudio de los Sistemas Relevantes para un Edificio Inteligente, para poder así plantear las ventajas y ahorros contra un Edificio Convencional. Se analiza la interacción que tienen entre sí estos sistemas dentro de un edificio inteligente, así como su interacción con los sistemas de seguridad, detección de incendios y extinción de los mismos.

En el tercer capítulo se analizan los Sistemas de Seguridad, tanto en el aspecto ambiental (entorno, iluminación, etc.), como en el equipo físico, para poder así plantear las ventajas y ahorros contra un Edificio del tipo Convencional. Se analiza también la interacción que tienen entre si los sistemas dentro de un edificio inteligente.

En el cuarto capítulo se presenta el análisis de costo/beneficio y las ventajas que ofrece un Edificio Inteligente contra un Edificio Convencional, lo cual se enfocará a los sistemas de mayor impacto.

Finalmente, se presentan los resultados y conclusiones del trabajo de tesis.

ANTECEDENTES.

El hombre desde todos los tiempos ha tratado de facilitarse la vida, así como mejorar las condiciones del entorno en que habita, por esta razón, el hombre ha llevado la tecnología hacia su casa y/o áreas de trabajo, en forma gradual.

Los Edificios Inteligentes surgieron a mediados de los años 80's, atrayendo la atención al ofrecer un nuevo concepto para el diseño y la construcción de edificios. La propuesta de los Edificios Inteligentes mencionó por primera vez la integración de todos los aspectos de comunicación dentro del edificio, tales como teléfono y comunicaciones por computadora, seguridad, control de todos los subsistemas del edificio (calefacción, ventilación y aire-acondicionado) y todas las formas de administración de energía. Por lo que generalmente sólo en los países del primer mundo existían, esto por el gran costo que implicaba, (por lo que eran vistos como edificios de gran lujo) con el fin de mejorar el confort e incrementar la seguridad de los usuarios del inmueble, pero a través del tiempo y en función de la implementación de nuevas tecnologías bajaron sus costos, más edificios de menor tamaño/costo fueron haciendo uso de ellas, por lo que el siguiente paso en los años 90's consistió en realizar la integración del monitoreo/control de los diferentes sistemas con que cuenta actualmente un Edificio Inteligente, con el fin de que los sistemas pudieran interaccionar de una mejor manera.

Con tan impresionantes adelantos, la arquitectura no puede quedarse al margen, ya que se han adoptado estos adelantos en las edificaciones convencionales con el fin de lograr una mayor eficiencia en los procesos, con la menor cantidad de recursos humanos para el mantenimiento y administración del mismo.

La construcción de edificios inteligentes comenzó en la ciudad de México hace aproximadamente 20 años; "Interlomas, Santa Fe, Polanco, la colonia Condesa y parte de Insurgentes y Periférico son zonas donde se concentra un número importante de tales edificaciones".

En el Distrito Federal, existen edificios inteligentes como; Edificio de Serfin, o el Kalakmul, en Santa Fe; el Marriot, en Polanco; otros, en áreas habitacionales de Interlomas y Tecamachalco; también están los inmuebles de corporativos como General Electric, Bimbo; incluso el World Trade Center tiene algunos sistemas tecnológicos integrados.

Es por ello que resulta imposible cerrar los ojos ante el futuro inmediato al que nos enfrentamos y mucho menos nosotros los profesionales afines a esta área, por lo que es apropiado conocer las ventajas de un edificio inteligente en sus diferentes áreas.

1. EDIFICIO INTELIGENTE.

En este capítulo se define lo que es un edificio inteligente, partiendo de la evolución de un edificio convencional, además de mencionar sus principales características, los grados de inteligencia existentes y lo que es la arquitectura bioclimática.

1.1 ¿Qué es un Edificio Inteligente?.

Existen varias definiciones de los edificios inteligentes, las cuales, en algunos casos, difieren totalmente unas de otras, y en otros casos sólo en la lista de los componentes que constituyen un edificio inteligente. Pero es necesario en un principio definir el significado de edificio convencional.

“Edificio Convencional” se define como una estructura o un grupo de estructuras, diseñadas como lugar de trabajo o habitación, tales como oficinas, departamentos, hospitales, universidades, edificios de gobierno, laboratorios industriales, fábricas y casas habitación.

Los edificios convencionales sufrieron su primera evolución a edificio "inteligente", cuando fueron parcialmente automatizados. Al principio el calificativo "inteligente" era simplemente una referencia al grado de automatización, obtenido gracias a la integración de los subsistemas.

Los sistemas de Calefacción Ventilación y Aire Acondicionado “HVAC” (Heating, Ventilation and Air Conditioning) fueron los primeros sistemas electrónicamente controlados. Los sistemas de computación permitieron el control de sistemas y subsistemas a través de sensores localizados, permitiendo respuestas a alteraciones

rápidas y más precisas de las condiciones climáticas. Esta tecnología fomentó la idea de dotar a los edificios de inteligencia.

Después aparecen los sistemas de automatización de seguridad, iluminación e intrusión, mostrando integración entre componentes del mismo sistema. Se posibilita la integración y separación de sistemas con el auxilio de avanzadas tecnologías computacionales y de telecomunicaciones. Entre los pioneros se puede citar a Honeywell que desarrolló sistemas integrados para edificios. Un ejemplo específico puede ser un circuito cerrado de televisión, que al ser accionada una alarma por el sistema detector de incendios, permite visualizar si existe realmente un incendio o es una falsa alarma. En este caso hay integración de subsistemas entre la detección de incendios, alarmas y la Televisión de Circuito Cerrado "CCTV", aunque el hardware sea provisto por empresas diferentes.

Se debe tener mucho cuidado con el término "edificio inteligente", ya que ha sido un término de marketing sin mucho contenido desde que fue introducido en el mercado.

Se considera que para completar la definición de un edificio inteligente falta el software "inteligente", de lo contrario no se le debería llamar inteligente. Es decir, para que un edificio se pueda considerar inteligente, deberá tener un sistema basado en técnicas de inteligencia artificial que le permita realizar diferentes actividades, tales como:

- Tomar las decisiones necesarias en un caso de emergencia.
- Predecir y auto-diagnosticar las fallas que ocurran dentro del edificio.
- Tomar las acciones adecuadas para resolver dichas fallas en el momento adecuado.
- Controlar las actividades y el funcionamiento de las instalaciones del edificio.

- Recopilar estadísticas a partir del funcionamiento de todos los subsistemas, para poder analizar la información y tomar acciones (perfeccionar y reprogramar).

Actualmente los softwares “inteligentes”, son más bien de Integración, que permiten al operador tomar decisiones en el control de los diferentes sistemas que componen un Edificio Inteligente; poco a poco estos softwares irán contando con características que realmente los hagan “inteligentes”.

Ahora bien, no basta contar con la más alta tecnología en todos los subsistemas y el mejor Software de integración “inteligente”, nada sirve si no se realizan diseños inteligentes con la tecnología actual.

El diseño de un edificio inteligente requiere del trabajo en conjunto de especialistas en diversas áreas, tales como; computación, redes y telecomunicaciones, construcción, seguridad, iluminación e incluso la arquitectura bioclimática.

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

Por todo lo anterior, se puede concluir que un Edificio Inteligente se define como una estructura que ofrece a sus usuarios y administradores un conjunto coherente de herramientas y facilidades, que está diseñado para poder cubrir todos los posibles adelantos tecnológicos, siempre tomando en cuenta las necesidades reales de los usuarios y administradores del edificio. La finalidad de un edificio inteligente es la de proporcionar un ambiente de confort y seguridad, para maximizar la productividad y la creatividad, así como hacer que la gente se sienta a gusto en su lugar de trabajo. Además, este tipo de edificios debe proporcionar medios para un mantenimiento eficiente y oportuno, todo lo anterior, minimizando los costos.

La razón de ser de toda infraestructura, es la de proveer algún tipo de servicio y apoyo a las actividades del hombre. Pero estos servicios y actividades han ido evolucionando y han sufrido profundos cambios, donde muchos de estos cambios son adjudicados al desarrollo desmesurado de la computación en todo el mundo.

De ahí que las estructuras (o edificios) han tenido que cambiar también para albergar dichos servicios y satisfacer las necesidades del hombre de hoy, y es de donde surge el concepto de: “Edificio Inteligente”.

1.2 Características principales de un Edificio Inteligente.

A continuación se definen las características principales de un edificio inteligente.

Control Central.

Este sistema está constituido por una red de información que recoge datos desde sensores instalados por todas las áreas del inmueble, la cual opera como si fuera el "sistema nervioso" de la edificación. Siguiendo con este símil, se podría decir que los "estímulos" generados por este "sistema nervioso", son recibidos y analizados por un "cerebro" programable, quien de acuerdo al entorno en que se encuentre, genera determinadas respuestas u órdenes, de cuya ejecución se encargarán los actuadores o "músculos del sistema", constituidos por las cargas eléctricas que manejan la potencia a aplicarse a los diferentes dispositivos con que cuenta.

Todas las instalaciones, equipos y sistemas a través de un sistema de control central son:

- Monitoreadas.
- Automatizadas.
- Controladas.
- Puestas a punto y calibradas en función de las tendencias de uso de los inquilinos, usuarios y/o dueños.

Flexibilidad.

La flexibilidad es la principal característica que debe poseer un edificio al que se le va implementar sistemas automáticos, ya que le brinda la capacidad de incorporar nuevos o futuros servicios y la posibilidad de permitir, de forma poco complicada, reubicaciones de personal o reestructuraciones internas de una entidad. El dotar de flexibilidad a un edificio supone un cuidadoso diseño inicial del mismo, con todas las previsiones para equipos y circuitos tradicionales y especiales, ya que los errores en esta fase pueden afectar toda la vida útil del edificio, además de acarrear costos muy elevados en etapas posteriores.

En un edificio convencional, nadie se preocupaba por la instalación de cableado (estructurado) en los edificios; conforme se necesitaba una nueva conexión, se tendía el cable adecuado, bien por el servicio de mantenimiento del edificio o por el suministrador del servicio correspondiente (telefonía, alarmas, etc.), con lo que los cables se iban acumulando, ya que los que quedaban fuera de servicio no los retiraban para evitar sobre costos. Por esto aparece lo que se denomina cableado estructurado, que es un sistema que permite identificar, reubicar y cambiar en todo momento, fácilmente y de forma racional los diversos equipos que se conectan al mismo.

Un sistema de cableado estructurado permite la incorporación de nuevos o futuros servicios sobre la red de distribución ya existente, y la posibilidad de modificación interna, sin que por ello se pierda la eficacia, ni el nivel de servicios disponibles. Además, facilita el intercambio de información entre todos los sistemas de telecomunicaciones existentes, con una infraestructura en gran medida común.

Otra característica importante para facilitar la flexibilidad de un edificio, sobre todo en lo que a planificación del espacio en general y la reubicación del personal en particular se refiere, es la modularidad en el diseño mismo. La utilización de modelos de cada puesto de trabajo típico, simplifica, de forma extraordinaria, cualquier

modificación que se realice en la distribución física de los usuarios y ampliaciones posteriores del edificio.

Por lo tanto, el edificio no se puede concebir como una entidad fija que se entrega totalmente acabada, sino como un sistema flexible que se adaptará a las futuras necesidades de los ocupantes y del cual, se entrega sólo una de sus posibles configuraciones.

Confort y Productividad.

Esta característica proporciona una serie de comodidades, como pueden ser el control automático de los servicios de: Calefacción, Agua caliente, Refrigeración, Iluminación y la gestión de elementos como accesos, persianas, toldos, ventanas, riego automático, etc.

1.3 Grados de Inteligencia.

En la actualidad se han definido tres grados de inteligencia, catalogados en función del nivel de automatización de las instalaciones.

Grado 1. Inteligencia mínima o básica. La edificación tiene un sistema básico de automatización, el cual no está integrado.

Grado 2. Inteligencia media. La edificación tiene un sistema de automatización el cual no se encuentra totalmente integrado.

- Sistemas de automatización de la actividad, sin una completa integración de las telecomunicaciones.

Grado 3. Inteligencia máxima o total. Todos los sistemas de automatización del edificio, la actividad y las telecomunicaciones se encuentran totalmente integrados. Para este grado el sistema de automatización del edificio se divide en: sistema básico de control, sistema de seguridad y sistema de ahorro de energía, los cuales se definen como:

- El sistema básico de control es el que permite monitorear el estado de las instalaciones, como son: eléctricas, hidrosanitarias, elevadores y escaleras eléctricas, y suministros de gas y electricidad.
- El sistema de seguridad protege a las personas, los bienes materiales y la información. En la seguridad de las personas, destacan los sistemas de detección de humo y fuego, fugas de gas, suministro de agua, monitoreo de equipo para la

extinción de fuego, red de rociadores, extracción automática de humo, señalización de salidas de emergencia y el voceo de emergencia. Para la seguridad de bienes materiales o de información, se tiene circuito cerrado de televisión, la vigilancia perimetral, el control de accesos, el control de rondas de vigilancia, la intercomunicación de emergencia, la seguridad informática, el detector de movimientos sísmicos y el de presencia.

- El sistema de ahorro de energía es el encargado de la zonificación de la climatización, el intercambio de calor entre zonas, incluyendo el exterior, el uso activo y pasivo de la energía solar, la identificación del consumo, el control automático y centralizado de la iluminación, el control de horarios para el funcionamiento de equipos, el control de ascensores y el programa emergente en puntos críticos de demanda.

1.4 Arquitectura Bioclimática.

En este apartado se presenta la importancia de la Arquitectura Bioclimática (o Ambiental) para el diseño de un Edificio. Ya que aunque generalmente siempre se ha considerado este tema en el diseño de un Edificio, no siempre se había dado tanta importancia al impacto que puede beneficiar de manera energética la buena utilización de sus principios. Por esto, es que últimamente las constructoras han considerado importante este tema en el diseño de las nuevas edificaciones, ya que su correcta utilización, genera por si solo y de manera sencilla, un ahorro energético que impacta en el pos-diseño de otras áreas dentro del edificio, principalmente en el diseño del aire acondicionado.

¿Qué es la Arquitectura Bioclimática?.

La Arquitectura Bioclimática, es aquella arquitectura que tiene en cuenta el clima y las condiciones del entorno para ayudar a conseguir el confort térmico interior. Considera el diseño y los elementos arquitectónicos, pretendiendo utilizar sistemas mecánicos de apoyo de manera reducida.

La Arquitectura Bioclimática no es algo nuevo, de hecho gran parte de la arquitectura tradicional funciona según los principios bioclimáticos, en el tiempo en que las posibilidades de climatización artificial eran escasas y caras. Los ventanales orientados de buena forma, el uso de materiales con determinadas propiedades térmicas, como la madera o el adobe, el abrigo del suelo, la ubicación de los pueblos no son por casualidad, sino que cumplen una función específica.

Las técnicas tradicionales realmente funcionan: ¿quien no ha sentido el fresco de una casa de pueblo a mediodía en un día caluroso?, ¿quien no ha comprobado como el sol que entra por una cristalera orientada al sur evita el uso de la calefacción en época de frío?. Si esto funciona para una casa, también es aplicable a edificios, que al estudiar su ubicación y al considerar su entorno, ayude a poder ahorrar principalmente un importante porcentaje en los gastos de climatización mecánica (aire acondicionado).

Un edificio con consideraciones bioclimáticas no tiene por qué ser más caro o más barato, más feo o más bonito, que uno convencional. El edificio bioclimático se apoya en la instalación de sistemas mecánicos de climatización, ya que juega en primera instancia con los elementos arquitectónicos ambientales para incrementar el rendimiento energético y conseguir confort de forma natural; y hasta entonces se considera el uso de sistemas que permitan obtener el grado de confort deseado para los usuarios, sistema mecánico que deberá ser de menor tamaño y costo.

¿Que ventajas tiene?.

Hay varias razones para recuperar la arquitectura bioclimática, recuperando viejas técnicas y adoptando nuevas como:

- Actualmente, la energía es escasa y su producción lleva aparejada muchos problemas. Por ejemplo, la electricidad, esa energía aparentemente limpia que llega a casa, es "sucia" en su origen: en un gran porcentaje se produce quemando combustibles (petróleo, carbón y gas natural), con la consiguiente liberación de gases, como el dióxido de carbono, que provocan el temido y muy hablado efecto invernadero que está recalentando el planeta, o los óxidos de nitrógeno, que producen la lluvia ácida, que está acabando con los bosques; y otro importante porcentaje se produce en las centrales nucleares, con el conocido problema de los residuos radiactivos. Una construcción bioclimática reduce la energía consumida y, por tanto, colabora de forma importante en la reducción de los problemas

ecológicos que se derivan de ello (el 30% del consumo de energía primaria en los países industrializados proviene del sector de la edificación).

- Para ahorrar dinero en la factura de la electricidad o del gas.
- Para conseguir una mayor armonía con la Naturaleza. Se puede pasar de un edificio que no tiene en cuenta su entorno climático y utiliza potentes aparatos de climatización para resolver el problema, a un edificio que integra y utiliza el entorno y el clima para resolver sus necesidades.

Aunque la arquitectura bioclimática trata exclusivamente de jugar con el diseño del edificio (orientaciones, materiales, aperturas de ventanas, etc.) para conseguir eficiencia energética. Sin embargo, existen otros términos que tienen relación con la Arquitectura Bioclimática como los siguientes:

- Arquitectura solar pasiva. Hace referencia al diseño del edificio para el uso eficiente de la energía solar. Puesto que por concepto, no utiliza sistemas mecánicos, está íntimamente relacionada con la arquitectura bioclimática, si bien esta última no sólo juega con la energía solar, sino con otros elementos climáticos. Por ello, el término bioclimático es un poco más general, si bien ambos van en la misma dirección.
- Arquitectura solar activa. Hace referencia al aprovechamiento de la energía solar mediante sistemas mecánicos y/o eléctricos: colectores solares (para calentar agua o para calefacción) y paneles fotovoltaicos (para obtención de energía eléctrica). Pueden complementar un edificio bioclimático.
- Uso de energías renovables. Se refiere a aquellas energías limpias y que no se agotan. Están relacionadas con la arquitectura bioclimática porque utilizan la radiación solar (renovable) para calefacción y refrigeración natural. Pero, para un edificio, además de la energía solar, se podrían considerar otros tipos como; la

energía eólica o hidráulica para generación de electricidad o la generación de metano a partir de residuos orgánicos.

- **Arquitectura sostenible.** Esta arquitectura reflexiona sobre el impacto ambiental de todos los procesos implicados en una edificación, desde los materiales de fabricación (obtención que no produzca desechos tóxicos y no consuma mucha energía), las técnicas de construcción (que supongan un mínimo deterioro ambiental), la ubicación de la edificación y su impacto en el entorno, el consumo energético de la misma y su impacto, y el reciclado de los materiales cuando la edificación ha cumplido su función y se derriba. Es por tanto, un término muy genérico dentro del cual se puede encuadrar la arquitectura bioclimática como medio para reducir el impacto del consumo energético del edificio.
- **Edificio autosuficiente.** Hace referencia a las técnicas para lograr una cierta independencia de la edificación respecto a las redes de suministro centralizadas (electricidad, gas y agua), aprovechando los recursos del entorno inmediato (agua de lluvia, energía del sol o del viento, paneles fotovoltaicos, etc.). La arquitectura bioclimática colabora con la autosuficiencia en lo que se refiere al ahorro de energía de climatización.

Conceptos Básicos.

A continuación se mencionan los conceptos básicos en los que se fundamenta la Arquitectura Bioclimática:

- **Trayectoria solar.** Siendo el sol la principal fuente energética que afecta al diseño bioclimático, es importante tener una idea de su trayectoria en las distintas estaciones del año, para con ello, visualizar que caras del edificio contarán con mayor incidencia solar. Como se sabe, la existencia de las estaciones está motivada porque el eje de rotación de la tierra no es siempre perpendicular al plano de su trayectoria de traslación con respecto al sol, sino que forma un ángulo

variable dependiendo del momento del año en que encuentre; por ello, las trayectorias solares tienen una consecuencia clara sobre la radiación recibida por fachadas verticales, como se muestra en la figura 1.1.

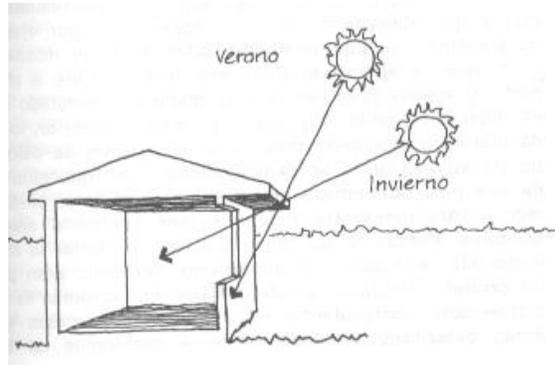


Fig. 1.1 Cambio de la Incidencia Solar en diferentes estaciones.

- **Radiación directa, difusa y reflejada.** La energía solar que incidente en una superficie terrestre se manifiesta de tres maneras diferentes:
 - La radiación directa es, como su propio nombre indica, la que proviene directamente del sol.
 - La radiación difusa es aquella recibida de la atmósfera como consecuencia de la dispersión de parte de la radiación del sol en la misma. Esta energía puede suponer aproximadamente un 15% de la radiación global en los días soleados, pero en los días nublados, en los cuales la radiación directa es muy baja, la radiación difusa supone un porcentaje mucho mayor. Por otra parte, las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, ya que "ven" toda la semiesfera celeste, mientras que las superficies verticales reciben menos porque solo "ven" la mitad de la semiesfera celeste.
 - La radiación reflejada es, como su propio nombre indica, aquella reflejada por la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamado albedo. Por otra parte, las superficies

horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque no "ven" superficie terrestre, mientras que las superficies verticales son las que más reciben.

- **Formas de transmisión del calor.** Microscópicamente, el calor es un estado de agitación molecular que se transmite de unos cuerpos a otros de tres formas diferentes:
 - **Conducción.** El calor se transmite a través de la masa del propio cuerpo. La facilidad con que el calor "viaja" a través de un material lo define como conductor o como aislante térmico. Ejemplos de buenos conductores son los metales, y de buenos aislantes, los plásticos, maderas, aire.
 - **Convección.** Si consideramos un material fluido (en estado líquido o gaseoso), el calor, además de transmitirse a través del material (conducción), puede ser "transportado" por el propio movimiento del fluido. Si el movimiento del fluido se produce de forma natural, por la diferencia de temperaturas (aire caliente sube, aire frío baja), la convección es natural, y si el movimiento lo produce algún otro fenómeno (ventilador, viento), la convección es forzada.
 - **Radiación.** Todo material emite radiación electromagnética, cuya intensidad depende de la temperatura a la que se encuentre. La radiación infrarroja provoca una sensación de calor inmediata. El sol nos aporta energía exclusivamente por radiación.
- **Capacidad calorífica e inercia térmica.** Si a un cuerpo se le aporta calor, éste eleva su temperatura. Si lo hace lentamente se dice que tiene mucha capacidad calorífica, puesto que es capaz de almacenar mucho calor por cada grado centígrado de temperatura. Las diferencias de capacidad calorífica entre el agua y el aceite, por ejemplo, (mayor la primera que el segundo) es lo que hace que, al fuego, el agua tarde más en calentarse que el aceite, pero también que el agua "guarde" más el calor. La capacidad calorífica y el almacenamiento de calor traen

aparejados ciertos fenómenos. Por ejemplo: En un edificio, en invierno, cuando por algún medio se trata de incrementar la temperatura, los espacios tardan en alcanzar una temperatura agradable, y cuando se detiene este medio, por la noche, la temperatura del espacio todavía es buena y no se enfriará inmediatamente. Esta "resistencia" de la temperatura a reaccionar inmediatamente a los aportes de calor es lo que se llama inercia térmica. Por lo que la inercia térmica en un edificio lleva aparejado dos fenómenos: el de retardo (de la temperatura interior respecto a la temperatura exterior), y el de amortiguación (la variación interior de temperatura no es tan grande como la variación exterior).

- **Confort térmico.** Se tiene la idea intuitiva de que nuestro confort térmico depende fundamentalmente de la temperatura del aire que nos rodea, y nada más lejos de la realidad. Se puede decir que nuestro cuerpo se encuentra en una situación de confort térmico cuando el ritmo al que se genera calor es el mismo que el ritmo al que se pierde para nuestra temperatura corporal normal. Esto implica que, en balance global, se tiene que perder calor permanentemente para encontrarnos bien, pero al "ritmo" adecuado.
- **Efecto invernadero.** Es el fenómeno por el cual la radiación entra en un espacio y queda atrapada, calentando, por tanto, ese espacio. Se llama así porque es el efecto que ocurre en un invernadero, que es un espacio cerrado por un acristalado. El vidrio se comporta de una manera curiosa ante la radiación: es transparente a la radiación visible (por eso vemos a través de él), pero opaco ante radiación de mayor longitud de onda (radiación infrarroja). Cuando los rayos del sol entran en un invernadero, la radiación es absorbida por los objetos de su interior, que se calientan, emitiendo radiación infrarroja, que no puede escapar dado el vidrio es opaco a la misma.
- **Fenómenos convectivos naturales.** Como ya se menciona, la convección es un fenómeno por el cual el aire caliente tiende a ascender y el frío a descender. Es posible utilizar la radiación solar para calentar aire de tal manera que, al subir,

escape al exterior, teniendo que ser sustituido por aire más frío, lo cual provoca una renovación de aire que se denomina ventilación convectiva. El dispositivo que provoca este fenómeno se denomina chimenea solar. En un espacio cerrado, el aire caliente tiende a situarse en la parte de arriba, y el frío en la de abajo. Si este espacio es amplio en altura, la diferencia de temperaturas entre la parte alta y la parte baja puede ser apreciable. Este fenómeno se denomina estratificación térmica. Dos habitaciones colocadas a diferentes alturas, pero comunicadas entre sí, participan de este fenómeno, y resultará en que la habitación alta esté siempre más cálida que la baja como se muestra en la figura 1.2.

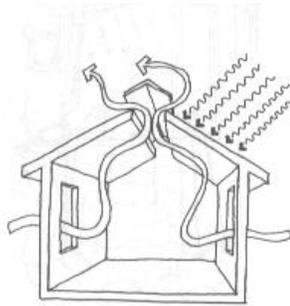


Fig. 1. 2 Fenómeno Convectivo Natural.

- **Calor de vaporización.** Cuando un cuerpo pasa de estado líquido a gaseoso, necesita absorber una cantidad de calor que se denomina calor de vaporización. Entonces el agua, al evaporarse, necesita calor, que adquiere de su entorno inmediato, enfriándolo. Por eso los lugares donde hay agua están más frescos. Las plantas están transpirando continuamente, eliminando agua en forma de vapor. Por eso los lugares donde hay plantas están también más frescos.
- **Efecto climático del suelo.** El suelo tiene mucha inercia térmica, lo que amortigua y retarda las variaciones de temperatura, entre el día y la noche, e incluso entre estaciones. La amortiguación de temperatura que se produce depende de la profundidad y del tipo de suelo. Este detalle es más aplicable a viviendas o casas, que a edificios.
- **Pérdida de calor en viviendas (invierno).** En un edificio, los tres mecanismos de transmisión del calor funcionan para producir pérdidas de calor. En el interior, el

calor se transmite entre los revestimientos (muros, techos y suelos) principalmente por radiación, y entre los revestimientos y el aire interior principalmente por convección. El calor "viaja" a través de los paramentos por conducción, hasta alcanzar el exterior del edificio, donde se disipa por convección y radiación. Para reducir las pérdidas de calor, se actúa principalmente sobre el fenómeno de conducción a través de los paramentos, intercalando una capa de material térmicamente aislante. Sin embargo, existe otra causa de pérdida de calor: la ventilación. Para que un edificio sea salubre necesita un ritmo adecuado de renovación de aire. Si esta renovación se realiza con el aire exterior, se está perdiendo aire caliente e introduciendo aire frío. Hay que llegar a un compromiso entre la ventilación que se necesita y las pérdidas de calor que podemos admitir, a no ser que se "precaliente" el aire exterior de alguna manera.

- **Microclima y ubicación.** El comportamiento climático de un edificio no sólo depende de su diseño, sino que también está influenciado por su ubicación: la existencia de accidentes naturales como montes, ríos, pantanos, vegetación, o artificiales como edificios próximos, etc., crean un microclima que afecta al viento, la humedad, y la radiación solar que recibe el edificio. Si se ha de construir un edificio, el primer estudio tiene que dedicarse a las condiciones climáticas de la región y, después, a las condiciones microclimáticas de la ubicación concreta.

Técnicas Utilizadas.

A continuación se mencionan los conceptos básicos en los que se fundamenta las Técnicas utilizadas para hacer una buena aplicación de la arquitectura bioclimática.

- **Ubicación.** La ubicación determina las condiciones climáticas con las que el edificio tiene que "relacionarse". Se puede hablar de condiciones macroclimáticas y microclimáticas.

Las condiciones macroclimáticas son consecuencia de la pertenencia a una latitud y región determinada. Los datos más importantes que las definen son:

- Las temperaturas medias, máximas y mínimas.
- La pluviometría.
- La radiación solar incidente.
- La dirección del viento dominante y su velocidad media.

Las condiciones microclimáticas son consecuencia de la existencia de accidentes geográficos locales que pueden modificar las anteriores condiciones de forma significativa. Se puede tener en cuenta:

- La pendiente del terreno, por cuanto determina una orientación predominante del edificio.
- La existencia cercana de elevaciones, por cuanto pueden influir como barrera frente al viento o frente a la radiación solar.
- La existencia de masas de agua cercanas, que reducen las variaciones bruscas de temperatura e incrementan la humedad ambiente.
- La existencia de masas boscosas cercanas.
- La existencia de más edificios.

Forma y Orientación.

La forma del edificio influye sobre:

- La superficie de contacto entre la vivienda y el exterior, lo cual influye en las pérdidas o ganancias caloríficas.
- La resistencia frente al viento. La altura, por ejemplo, es determinante: un edificio alto siempre ofrece mayor resistencia que uno bajo.
- La captación solar (ver en el apartado de orientación).

La orientación de la casa influye sobre:

- La captación solar. Normalmente interesa captar cuanto más energía mejor porque es nuestra fuente de climatización en invierno (en verano se puede utilizar sombreados y otras técnicas para evitar la radiación).
- La influencia de los vientos dominantes sobre la ventilación y las infiltraciones.

Captación solar pasiva. La energía solar es la fuente principal de energía de climatización en un edificio con arquitectura bioclimática. Su captación se realiza aprovechando el propio diseño del edificio, reduciendo la necesidad de utilizar sistemas mecánicos.

Los sistemas de captación pueden ser definidos por dos parámetros: rendimiento, o fracción de energía realmente aprovechada respecto a la que incide, y retardo, o tiempo que transcurre entre que la energía es almacenada y liberada.

Aislamiento y masa térmica. La masa térmica provoca un desfase entre los aportes de calor y el incremento de la temperatura (ver Capacidad calorífica e inercia térmica). Funciona a distintos niveles. En ciclo diario, durante el invierno, la masa térmica estratégicamente colocada almacena el calor solar durante el día para liberarlo por la noche, y durante el verano, realiza la misma función, sólo que el calor que almacena durante el día es el de la casa (manteniéndola, por tanto, fresca), y lo

libera por la noche, evacuándose mediante la ventilación. En general, materiales de construcción pesados pueden actuar como una eficaz masa térmica: los muros, suelos o techos gruesos, de piedra, hormigón o ladrillo, son buenos en este sentido, colocados estratégicamente para recibir la radiación solar tras un cristal.

El aislamiento térmico dificulta el paso de calor por conducción del interior al exterior del edificio y viceversa. Por ello es eficaz tanto en invierno como en verano. Una forma de conseguirlo es utilizar recubrimientos de materiales muy aislantes, como espumas y plásticos. En cuanto a la colocación del aislamiento, lo ideal es hacerlo por fuera de la masa térmica, es decir, como recubrimiento exterior de los muros, techos y suelos, de tal manera que la masa térmica actúe como acumulador eficaz en el interior, y bien aislado del exterior.

Ventilación. En una edificación de carácter bioclimático, la ventilación es importante, y tiene varios usos:

- Renovación del aire, para mantener las condiciones higiénicas. Un mínimo de ventilación es siempre necesario.
- Incrementar el confort térmico en verano, puesto que el movimiento del aire acelera la disipación de calor del cuerpo humano.
- Climatización. El aire en movimiento puede llevarse el calor acumulado en muros, techos y suelos por el fenómeno de convección. Para ello, la temperatura del aire debe ser lo más baja posible.
- Infiltraciones. Es el nombre que se le da a la ventilación no deseada. En invierno, pueden suponer una importante pérdida de calor.

Protección contra la radiación de verano. Es evidente que en temporada de calor hay que reducir las ganancias caloríficas al mínimo. Ciertas técnicas utilizadas para

el invierno (aislamiento) contribuyen con igual eficacia para el verano. Técnicas, como la ventilación, ayudan casi exclusivamente en verano. Sin embargo, los sistemas de captación solar pasiva, tan útiles en invierno, son ahora perjudiciales, ya que es necesario impedir la penetración de la radiación solar, en vez de captarla.

Afortunadamente, en verano el sol está más alto que en invierno, lo cual dificulta su penetración en las ventanas orientadas al sur. La utilización de un saliente o tejado sobre la ventana dificulta aún más la penetración de la radiación directa, afectando poco a la penetración invernal como se muestra en la figura 1.3.

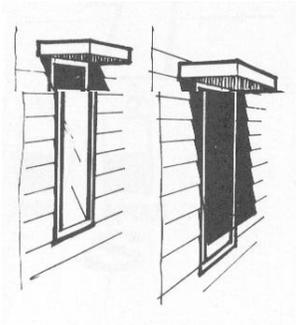


Fig. 1.3 Saliente o tejado dificulta la penetración de la radiación.

También el propio comportamiento del vidrio beneficia, porque con ángulos de incidencia de la radiación más oblicuo, el coeficiente de transmisión es menor como se muestra en la figura 1.4.

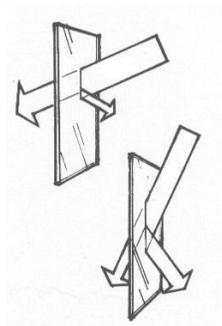


Fig. 1.4 Ángulos de incidencia de radiación.

Sistemas evaporativos de refrigeración. La evaporación de agua refresca el ambiente. Si se utiliza la energía solar para evaporar agua, paradójicamente se está utilizando el calor para refrigerar. Hay que tener en cuenta que la vegetación, durante el día, transpira agua, refrescando también el ambiente.

Arquitectura Bioclimática en un Edificio Inteligente.

Enfocando todo lo anterior al concepto de un Edificio Inteligente se puede comentar que:

En relación a condiciones de comodidad.

Las edificaciones deben de tomar en cuenta las necesidades y requerimientos del ser humano, a partir de las cuáles se desarrollan análisis referentes a las características ambientales - climáticas de confort óptimas para actuar en los espacios según la actividad y región. El entorno permite que se libere calor de nuestro cuerpo y se pueda mantener a una temperatura constante de 36.5 a 37.5 °c.

El balance de calor en el cuerpo humano se rige por las pérdidas que se producen por la radiación, la evaporación - convección de la actividad muscular, la conducción dérmica y el trabajo mecánico; las ganancias de calor se producen por el metabolismo del cuerpo, la actividad muscular, los efectos de la tiroxina y adrenalina, y por el efecto de la temperatura sobre las células. El cuerpo humano es una sofisticada máquina con necesidades básicas, es decir, es una criatura de sangre caliente que debe mantener una temperatura correcta de confort en las distintas regiones del planeta. La piel humana es limitada, por lo que la ropa y la arquitectura buscan compensar esas diferencias térmicas a manera de segunda y tercera piel del ser humano.

Es importante tomar en cuenta que si la temperatura exterior es mayor a la del cuerpo, existirá una ganancia de calor. Los factores climáticos repercuten directamente en una necesidad de adaptación del cuerpo humano y su capacidad para realizar actividades. Estos factores son los que, integrados a un concepto arquitectónico, integran la arquitectura bioclimática.

El clima de cada región varía de acuerdo a la posición de la misma en la superficie terrestre. Cada clima es determinado por el ángulo terrestre respecto al sol, la cercanía de la región con el ecuador y su distancia con los océanos. Por otro lado, los climas de la tierra están en constante cambio ya que el calor producido por el infrarrojo, cambia la temperatura del aire que se encuentra en constante movimiento.

Comentarios Finales.

La Arquitectura Bioclimática de manera inconsciente o consiente siempre se ha utilizado en el diseño de los edificios, sin embargo, actualmente se le está dando mayor importancia a su utilización debido al incremento de los precios en los energéticos. Por este detalle, ahora es mucho más sonado este concepto. Pero al final, el número de los conceptos básicos de la Arquitectura Bioclimática utilizados en el diseño de un nuevo edificio, depende más que nada del compromiso con el medio ambiente.

Dado que en esta Tesis se va a realizar una comparación entre un edificio Inteligente y uno Convencional, se considerará que ambos edificios cuentan con las mismas características bioclimáticas standards, por lo que este trabajo se enfocará en el análisis e interacción de los sistemas Relevantes y de Seguridad, mismos que se expondrán y analizarán en los siguientes capítulos; que es lo que actualmente diferencia mayormente en nuestro país un edificio Convencional, de uno edificio Inteligente.

1.5 Edificio Tipo.

Considerando que el objetivo principal de este trabajo de tesis es realizar la comparación de los costos de implementación de un Edificio Inteligente contra un Edificio Convencional, en este apartado se presentan las características de un Edificio Tipo para realizar las comparaciones. Se considera que el costo base de construcción para el Edificio Tipo es el mismo para ambos casos (Edificio Inteligente y Edificio Convencional), por lo que la diferencia en costos, radica principalmente en la implementación e integración de los sistemas que lo definen como un Edificio Inteligente. El análisis de estos costos servirá para determinar las ventajas y ahorros que proporciona un Edificio Inteligente.

El Edificio Tipo teóricamente está ubicado sobre la Av. Paseo de la Reforma, del lado derecho con dirección Poniente. Véase figura 1.5.

El edificio cuenta con una fachada que mezcla la utilización de concreto con vidrio doble (este vidrio doble con aislamiento se encuentra remetido del ras de la fachada, por lo que se genera una pestaña que reduce el contacto directo de los rayos solares: una sombra), de tal manera que permite la entrada de la luminosidad solar, y reduce el intercambio térmico entre el exterior y el interior, además se considera la utilización de colores claros en la fachada, para ayudar a facilitar aun más la reflexión de la luz natural y con ello repeler más el calor de la insolación. Con lo anterior se favorece el ahorro de energía, al reducirse la utilización de los equipos de enfriamiento y de luz artificial.

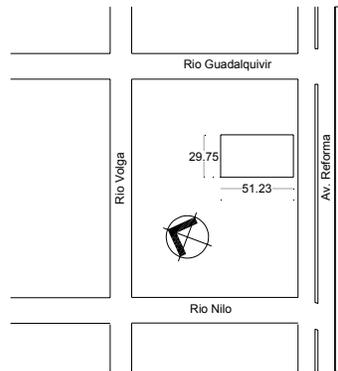


Fig. 1.5 Ubicación Edificio Tipo de Estudio.

El edificio tipo consta de un Lobby (o planta baja) a nivel de calle, un siguiente piso Mezanine (dedicado a renta de espacios para Área Comercial), 9 Pisos Tipo dedicados para renta de espacios para oficinas, 4 Pent House Tipo asignados para renta de espacios para oficinas, un piso de Casa de Máquinas, y de la azotea en el nivel 16. Por debajo del nivel de calle consta de 7 Sótanos Tipo destinados para más de 9 mil m² de estacionamiento de los vehículos de empleados/usuarios del edificio.

En la figura 1.6 se presenta un corte del edificio, ilustrando los diferentes niveles con que cuenta el Edificio Tipo en estudio.

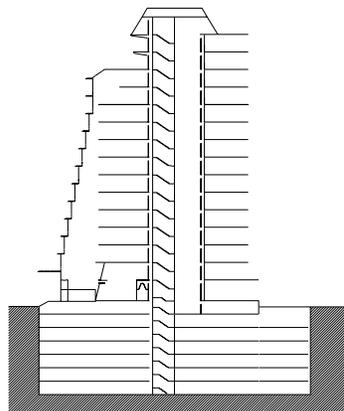


Fig. 1.6 Corte Esquemático Edificio Tipo de Estudio

En la figura 1.7 se aprecia con mayor detalle los diferentes niveles y áreas con las que cuenta el edificio.

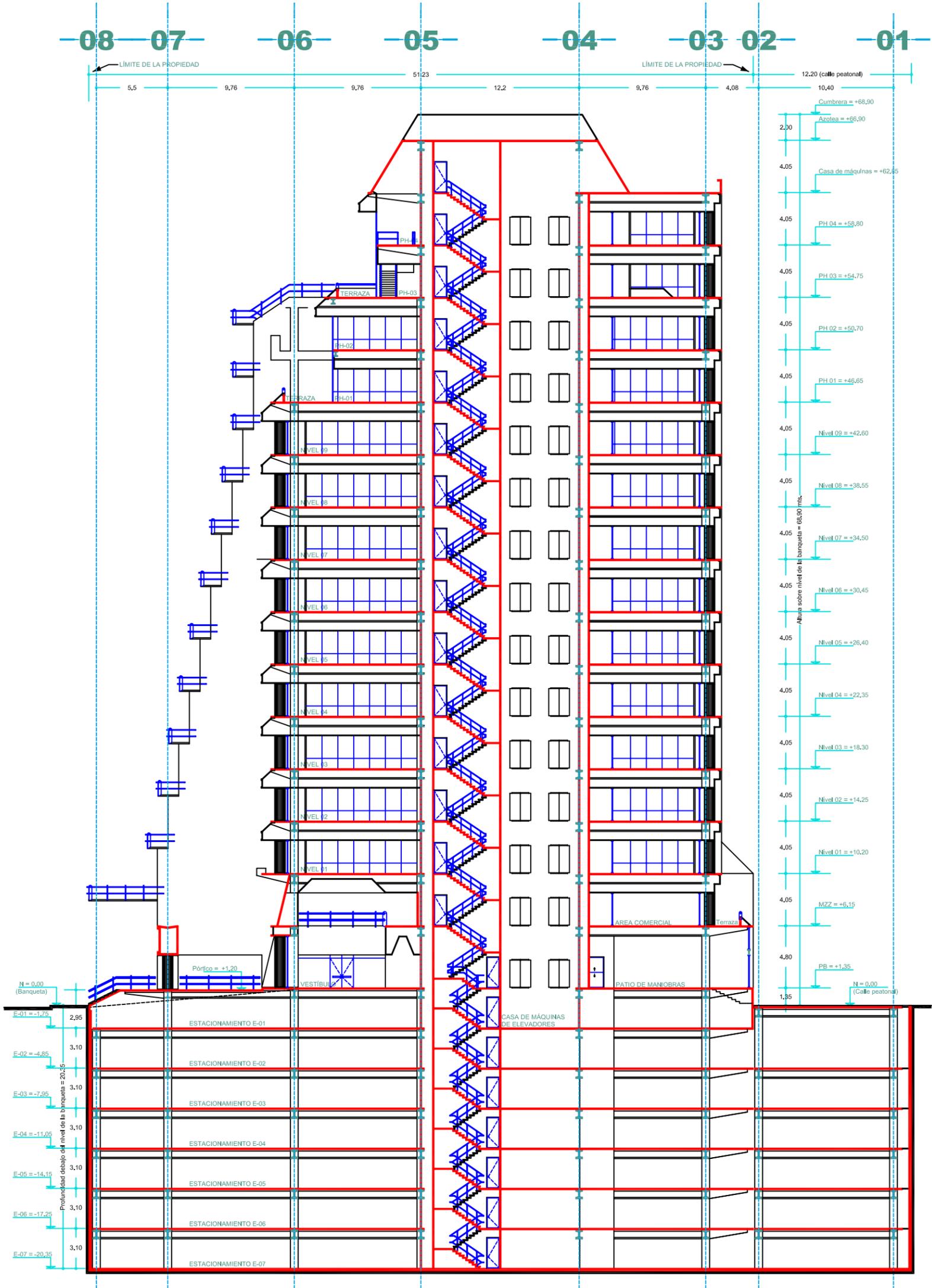
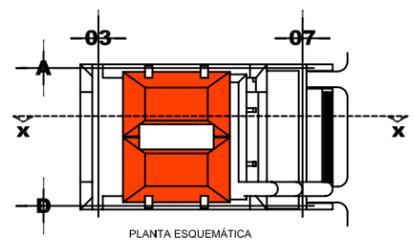


Fig. 1.7 Corte Esquemático a Detalle - Edificio Tipo de Estudio

Edificio
Tipo de
Estudio
Ciudad de México

SIMBOLOGÍA Y NOTAS:



CORTE XX
Arquitectónico
Escala 1:300
Cotas en metros
ARxx-01

Este edificio en estudio, está considerado para uso de oficinas, por lo que prácticamente cada uno de los pisos, y los pent house cuentan con la misma distribución de mobiliario y paredes, por lo que el diseño y análisis de los equipos para cada uno de los sistemas a considerar, se realizara para un piso y pent house tipo, respectivamente. El núcleo del edificio es igual para todos los niveles (el cual es considerada el área común del edificio) y consta de 4 elevadores de usuarios, un elevador de carga, pasos verticales destinados para el cableado estructurado; tuberías hidrosanitarias, acometida eléctrica de alta y baja tensión. Los sótanos cuentan con dos elevadores de servicio.

De manera general, los edificios Inteligentes son edificios convencionales que se caracterizan que una vez automatizados, son dotados de sistemas que contienen aplicaciones de alto nivel que gestionan dicha automatización y proporcionan servicios más avanzados. Ahora bien, conviene desde un principio, definir sí el edificio que se desea construir será un Edificio Inteligente, ya que es conveniente prepararlo así desde su concepción, y no tener que hacer arreglos (que generarían un mayor costo) durante su construcción. El equipo que se utiliza entre uno y otro se diferencia por ser de mayor tecnología, que conlleva a características que lo hacen muy diferente a los equipos utilizados en los convencionales; por lo que si un edificio se creó de manera convencional, realmente es demasiado costoso (pero no imposible) el hacerlo del tipo inteligente.

2. SISTEMAS RELEVANTES.

En este capítulo se definen los sistemas más relevantes en un Edificio Inteligente, así como la interacción que tienen entre sí, y con los sistemas de seguridad que se definen en el siguiente capítulo. Se realiza además un análisis del costo que implica cada sistema dentro de un Edificio Inteligente.

2.1 Sistema de Ventilación, Calefacción y Aire Acondicionado - Heating, Ventilation and Air Conditioning “HVAC”.

El primer sistema Relevante a analizar será el Sistema de Ventilación, Calefacción y Aire Acondicionado o Sistema HVAC por sus siglas en ingles (Heating, Ventilation and Air Conditioning).

El propósito de un sistema HVAC es proveer y mantener un ambiente confortable dentro de un edificio para un obtener un mejor desempeño en las actividades de los ocupantes; o un ambiente apropiado para llevar a cabo procesos específicos. Su importancia radica, que además de ser el encargado principal de ofrecer el ambiente de confort de temperatura (y humedad de ser requerido) a los ocupantes del inmueble, es aquel que mayor consumo de energía demanda (ver figura 2.1) para un edificio, tanto del tipo Convencional como del tipo Inteligente; de ahí su gran importancia de que este sistema trabaje de la forma más eficiente posible, para reducir su consumo de energía y por ende su costo de operación.

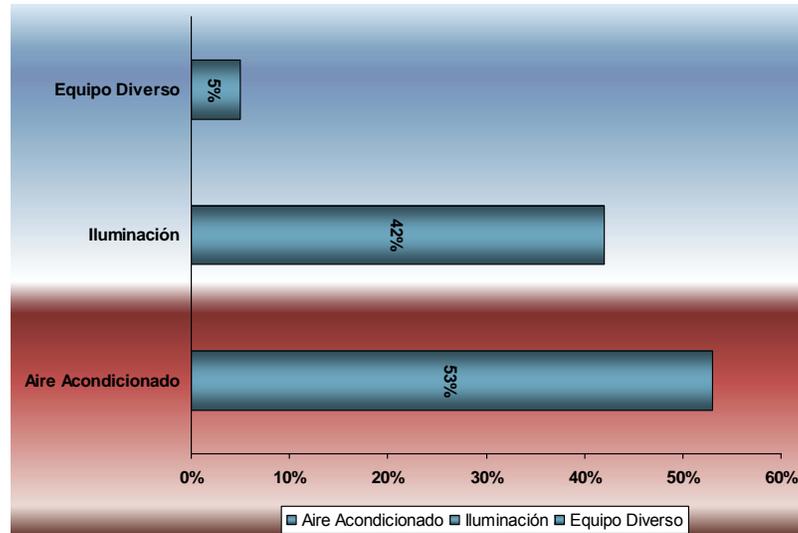


Fig. 2.1 Consumo de Energía Típico en un Edificio.

El consumo de energía en edificios es muy significativo, así como también, el precio de la energía eléctrica es cada vez más costoso. Los ahorros en el consumo de energía de hasta el 50% en los sistemas HVAC de un edificio pueden ser alcanzados dependiendo de la instalación, ubicación, demanda, etc. en comparación con los de un sistema tradicional.

El costo de un sistema de ahorro de energía en un Edificio Inteligente suele ser elevado, pero la inversión es recuperada en un plazo menor a 24 meses gracias a los ahorros de hasta un 50% del consumo de energía eléctrica [CONAE]. La mayoría de los sistemas existentes de HVAC operan al 100% de su capacidad día y noche.

Aunque el concepto de HVAC considera la refrigeración y la calefacción, generalmente se utiliza solo el aspecto de la refrigeración para los edificios, por lo que solo se estudiara este caso. De requerirse la calefacción, se hace uso de resistencias eléctricas que calientan el aire que al pasar a través de ellas adquieren la temperatura requerida; y como generalmente se utilizan en pocos días del año, para el diseño de un edificio queda más bien de manera aislada, dadas las condiciones de temperatura que prevalecen en nuestro país, y mayormente en el área metropolitana, que es donde principalmente se concentra la mayor cantidad de Edificios Inteligentes. Obviamente para países con climas fríos, el sistema de HVAC

sí debe considerar el diseño de la calefacción, que generalmente se realiza por medio de una caldera y serpentines que se adicionan a las Unidades Manejadoras de Aire “UMA’s”.

Aire Acondicionado “A/A”.

Debido a la amplia gama de Sistemas de Aire Acondicionado y Calefacción existentes en el mercado, el trabajo se enfocara a aquellos que se encuentran instalados con mayor frecuencia en los Edificios Modernos.

Los sistemas de Aire Acondicionado y Calefacción, tienen como objetivo mantener un nivel de confort, a través del control de los siguientes puntos: temperatura, humedad, movimiento, nivel de ruido y pureza.

Los sistemas de Aire Acondicionado, Enfriamiento y/o Calefacción, tienen como objetivo mantener la temperatura del aire de acuerdo al punto de ajuste calculado. En edificios del tipo oficinas, se considera que la temperatura de confort esta entre 21 °C y 22 °C.

Balance Térmico.

Para poder seleccionar los equipos centrales de Generación de Agua Helada, así como las bombas y Unidades Manejadoras de Aire, se requiere contar de inicio con los cálculos de “BALANCE TÉRMICO”.

Para realizar estos cálculos es necesario conocer:

- Localización geográfica del inmueble: Longitud, altitud, temperaturas anuales, etc.
- Orientación del inmueble: norte, sur, este, oeste, etc.

- El diseño arquitectónico y estructural del inmueble: alturas de entresijos, características de la losa, muros, etc.
- Diseño de fachada y accesorios (parasoles, louvers, etc.).
- Tipo de cristal en fachadas: Es el punto más importante, ya que de él depende en un 70% los resultados del Balance Térmico.
- Uso del inmueble (público o privado) y número de personas que lo ocuparán.
- Cargas eléctricas, producidas por la iluminación y/o algún otro equipo que disipe calor (computadoras, etc.).
- Condiciones externas, como alturas y ubicación de edificios adyacentes.

Equipos y Accesorios Principales en un Sistema de A/A.

A continuación se definen los principales equipos y accesorios de un sistema de A/A.

- **Unidades Generadoras de Agua Helada “UGAH”.**

Estos equipos centrales están encargados de producir agua helada para el enfriamiento del aire que se distribuirá en cada nivel del edificio.

- **Sistema de Bombeo de Agua Helada.**

La bomba es el equipo encargado de suministrar un gasto de agua a una presión determinada. Se recomienda que la ubicación de las bombas sea lo más próxima a la localización de las unidades generadoras de agua helada, evitando así largos recorridos de tuberías, y utilizar motores eléctricos de mayor potencia. Estos equipos se deben de alojar dentro de un cuarto de máquinas.

Los sistemas de bombeo más usados en los sistemas de aire acondicionado son:

- Bombeo Constante.
- Bombeo Variable y/o Desacoplado.

Sistema de Bombeo Constante.

En este tipo de sistema, las bombas se encargan de suministrar el gasto de agua requerido por todo el sistema en forma constante, independientemente de la demanda de enfriamiento del sistema. Es decir su operación siempre será del 100%, y por lo tanto no se cuenta con un ahorro de energía.

Sistema de Bombeo Variable y/o Desacoplado.

Un tipo de sistema ahorrador de energía muy utilizado para la distribución de agua helada es el denominado bombeo dedicado o bombeo desacoplado el cual consiste en dos sistemas de bombeo, siendo el primero “Primario – Producción” y el segundo “Secundario – Distribución”. Estos sistemas se separan por una línea de tuberías denominada de Desacople y /o ByPass.

El bombeo Primario, es el encargado de hacer circular el agua a través de las unidades generadoras de agua helada y la línea de desacople; se cuenta generalmente con una bomba por enfriador, de tal manera que cuando un enfriador deja de operar, automáticamente se pare su bomba (una tercera bomba como reserva, operando en forma alterna).

El sistema Secundario, es el encargado de conducir el agua a todos los serpentines de las diferentes unidades manejadoras de aire. Cuando se satisfacen las condiciones de confort en los diferentes niveles, las válvulas de control empezarán a cerrar, elevando la presión en la tubería de inyección, lo cual es sentido a través de un medidor de flujo. De este punto se manda una señal al tablero de velocidad

variable del bombeo secundario, y de éste al motor de las bombas, reduciendo el consumo eléctrico en este subsistema.

En el sistema Secundario se puede contar con tres bombas (dos en operación y una de reserva, operando en forma alterna), con motores de alta eficiencia. Estos sistemas de bombeo deberán estar integrados al sistema de automatización central del edificio. Estos equipos se localizarán en el cuarto de máquinas central. Todas las bombas serán accionadas por motores eléctricos.

Sistema de Tuberías de Agua Helada, Válvulas y Conexiones.

La circulación del agua helada hacia todos los serpentines de los diferentes equipos, es a través de un sistema de tuberías. Estas deben contar con aislamiento térmico en toda su trayectoria, con la finalidad de que la temperatura del agua de suministro y retorno no sufra una ganancia de calor.

Cada equipo (manejadoras, bombas, enfriadoras) debe contar con válvulas de:

- **Cierre:** las cuales pueden ser del tipo compuerta, bola y/o mariposa. Su función es la de cortar el flujo de agua hacia el equipo o del sistema.
- **Balanceo:** permite el paso de agua de cálculo hacia el equipo, con la finalidad de que el sistema se encuentre balanceado en cuanto al flujo de agua.
- **Control:** encargada de dejar pasar el agua helada necesaria para abatir la carga térmica. Su operación es automática, y responde a la señal de un sensor de temperatura de ducto.

Las conexiones se deberán diseñar de tal manera que la trayectoria de las tuberías cuente con cambios de dirección, que no conlleven a tener caídas de fricciones altas, así como evitar algún choque de flujos.

Torres de Enfriamiento.

Este equipo es el encargado de enfriar el agua proveniente del condensador de la Unidad Generadora de Agua Helada.

Unidades Manejadoras de Aire “UMA´s” para Sistemas de Confort.

Las secciones básicas de las Unidades Manejadoras de Aire son:

- **Sección de Caja de Mezcla:** Como su nombre lo indica, en esta sección se realiza una mezcla de aire de retorno y aire exterior. Ésta puede contar con dos secciones de compuertas, las cuales pueden ser operadas automáticamente y/o manualmente.
- **Sección de Filtros:** Es en esta sección donde se localizan los diferentes tipos de filtros, siendo estos los encargados de quitar las impurezas contenidas en el aire. Los filtros se catalogan por su eficiencia, la cual depende del tamaño de las partículas. Los filtros que se utilizan en la mayoría de las manejadoras de aire son del tipo metálicos lavables y / o desechables, los cuales tiene una eficiencia del 30% al 40%, cuando se encuentran limpios.
- **Sección de Serpentín de Enfriamiento:** Esta sección es un intercambiador de calor de dos fluidos en contacto, aire – agua. El agua helada proveniente de las UGAH, es introducida al serpentín de enfriamiento de la UMA, así mismo a través de éste pasa aire semi-caliente, produciéndose un intercambio de calor. El aire semi-caliente sede su calor al agua, enfriándose este y calentando el agua.
- **Sección de Serpentín de Calefacción:** Esta sección es un intercambiador de calor de dos fluidos en contacto, aire – agua. El agua caliente proveniente de las Calderas, es introducida al serpentín de calefacción de la UMA, así mismo a través de éste pasa aire semi-frío, produciéndose un intercambio de calor. El agua caliente sede su calor al aire, calentándose este y enfriándose el agua.

- **Sección del Ventilador:** En esta sección se encuentra el ventilador de inyección y motor, el cual es el encargado de mandar el aire a todo el sistema de distribución de aire.

Tipos de Unidades Manejadoras de Aire “UMA´s”.

Existen dos tipos de UMA´s las cuales se definen a continuación.

Tipo UNIZONA. Como su nombre lo dice, este equipo suministra aire a través de un solo ducto principal de aire. Para este caso únicamente se contará con un solo dispositivo de control de temperatura, ya sea de cuarto y/o de ducto.

Tipo MULTIZONA. Este equipo además de las secciones mencionadas anteriormente, cuenta después de la sección del ventilador con una sección de compuertas. De acuerdo a las cantidades de aire requerido en cada uno de las zonas, se interconecta un ducto de suministro de aire al número de compuertas requeridas. Cuando se cuenta con este tipo de equipos, cada ducto principal contará con su propio control de temperatura de cuarto (termostato).

Sistemas de Distribución de Aire.

Existen dos tipos de distribución de Aire para los sistemas de HVAC:

- **Volumen Constante de Aire, Temperatura Variable.**

A través de un equipo suministrador de aire (manejadora de aire, unidad tipo paquete, unidad tipo Fan & Coil), saldrá invariablemente, a través de un sistema de ductos, la cantidad de aire requerida de cálculo, independientemente de las necesidades de confort de los diferentes espacios o zonas a los cuales se les este acondicionando. La temperatura de descarga del aire será determinada por un solo dispositivo de control (termostato), haciendo variar a esta. Este dispositivo puede

localizarse en la descarga de la manejadora de aire, ducto principal, y/o en el área a acondicionar.

- **Volumen Variable de Aire, Temperatura Constante.**

De la UMA, se suministrara aire a través de un sistema de ductos de alta velocidad, dimensionado de acuerdo a la cantidad de aire demandado por el sistema de distribución de aire (CFM de diseño). A este sistema se le interconectan unos equipos que tienen la capacidad de variar el volumen de aire que pasa a través de su ducto (conocidas como cajas de volumen variable “CVV”), precedidas de un sistema de ductos de lámina (baja velocidad), y posteriormente difusores de inyección. La cantidad de aire suministrada por la UMA, dependerá de la operación de las compuertas de cada caja de volumen variable.

Las CVV son las encargadas de suministrar el aire necesario a cada espacio, para llegar a la temperatura de confort marcada en el termostato de cuarto. De acuerdo a la temperatura deseada por el usuario, el termostato de cuarto mandará comandar la modulación de la compuerta de la CVV.

En el ducto principal de inyección de aire se debe instalar un sensor de temperatura y un transmisor de presión diferencial.

En el sensor de temperatura contará con un punto de ajuste, por ejemplo: punto de ajuste de la temperatura de inyección 52 °F (11.1 °C), cuando la temperatura del aire empiece a disminuir será enviada una señal a la válvula de control para que esta empiece a cerrar (modulando); cuando la temperatura empiece a aumentar se enviara la señal para que esta comience a abrir.

El transmisor de presión diferencial, es un dispositivo de control al cual también se le fija una presión de operación del sistema de ductos. Cuando la presión empiece a incrementarse (debido al cierre de las compuertas de las CVV), esto será detectado

por este transmisor, mandando la señal al variador de frecuencia con la finalidad de que el motor de la UMA baje sus RPM, y así suministre menos cantidad de aire. Cuando la presión empieza a disminuir sobre el punto de ajuste, ocurrirá lo inverso a lo anterior. Bajo este esquema, es donde se puede obtener un ahorro de energía.

La temperatura de descarga será siempre la misma, de acuerdo a un punto de ajuste predeterminado. Por lo tanto la temperatura de inyección será la misma para todas las zonas, quedando la responsabilidad del control de la temperatura de cada zona, a la CVV.

Con un sistema como el anterior (con variador de velocidad), se puede tener que con una reducción en el flujo del 50% se puede obtener un consumo de energía de tan solo el 12.5% de la capacidad máxima de energía en Kw del motor de la UMA.

Al instalar Variadores de Velocidad (para controlar los sistemas de volumen variable de aire "VAV") en UMA's, ventiladores de la torre de enfriamiento, bombas de condensación de agua, bombas de agua helada, etc. aseguramos que el sistema solo provea lo que es necesario de acuerdo a la demanda ocupacional, y se generan ahorros significativos en el consumo de energía.

- **Interacción con otros sistemas.**

El Sistema de HVAC en un Edificio Inteligente esta integrado al Sistema Central del Edificio, en el cual se monitorea y controla de manera gráfica el estatus de los diferentes equipos con que cuenta el sistema para cada uno de los pisos o áreas del edificio; como son el arranque y paro; el estado normal; el estado de falla de cada uno de ellos.

Este sistema interactúa principalmente con el Sistema de Detección de Incendio del Edificio Inteligente.

Sí el Sistema de Detección detecta un posible conato de incendio, envía una señal del conato de incendio con la ubicación del piso afectado al Sistema Central, con lo que el sistema de HVAC entra en modo de alerta y apaga las UMA's u otros equipos de aire asociados al piso afectado, del piso superior y del piso inferior; esto con la finalidad de que no se inyecte aire a un piso posiblemente afectado por un incendio, y con ello avivar el incendio; y queda en modo de espera, para activar de ser necesario, los equipos de extracción de humo de los pisos en cuestión. El operador del Sistema Central será el encargado de reconocer las alarmas, y de reiniciar la operación de los sistemas involucrados en modo normal.

Interactúa también con el Sistema de Iluminación, en este caso el sensor de presencia asociado a una zona u oficina, en el dado caso que fuera del horario establecido de trabajo, detecte la presencia de personal laborando, además de mantenerse encendido el circuito de luces de la zona en donde se esta detectando la presencia; el Sistema Automático de Iluminación envía una señal al Sistema de HVAC para que mantenga operando por más tiempo el aire asociado al piso en cuestión.

- **Caso de Estudio.**

Se evalúa el Sistema de Automatización de HVAC, pensado únicamente para un Edificio Inteligente, ya que generalmente para un Edificio Convencional, no existe un monitoreo y control que se compare a lo que se considera para un Edificio Inteligente; por que generalmente el Sistema de Equipos Mecánicos de HVAC en un Edificio Convencional, son operados de manera manual por los operarios/usuarios del edificio, ellos prenden y apagan los equipos en función a sus necesidades que sienten en el momento de ocupar el edificio. Por lo anterior, realmente no existe costo de comparación en contra del Sistema de Automatización del HVAC en un Edificio Inteligente.

Edificio Inteligente:

El Edificio Inteligente cuenta con la Automatización para el monitoreo y control del Sistema de Equipos Mecánicos de HVAC, esto por medio de controladores, equipos y sensores especializados para poder ofrecer y garantizar un confort a los usuarios del Edificio. Los equipos a controlar se encuentran de manera gráfica en la computadora del Sistema Central, con lo que el operario puede ver de manera fácil y cómoda, la operación de los diferentes equipos que conjuntan el Sistema de HVAC.

Cabe mencionar que el Sistema de HVAC, es referido en el medio como el Sistema de Automatización, ya que “automatiza” todo lo referente al Sistema de Equipos Mecánicos de HVAC, y además por que con relación a un Sistema total de Automatización, la parte de monitoreo y control del HVAC corresponde a un 90% del sistema; y el 10% restante corresponde normalmente al control (o automatización) del Sistema de Iluminación, si es que el edificio lo considera. Ahora bien, para el caso de estudio, los equipos de control del sistema de HVAC, pueden controlar el Sistema de Iluminación, con lo que el costo por adicionar este control al Sistema de HVAC es menor, que si se considera como un sistema de control adicional exclusivo para el Sistema de Iluminación.

En las tablas 2.1, 2.2 y 2.3 se muestra el costo de implementación de un Sistema de Automatización para el monitoreo y control del Sistema de Equipos Mecánicos de HVAC, considerándose también el control del Sistema de Iluminación. Este costo hace referencia al equipo el cual se muestra en la figura 2.2. Los servicios de ingeniería, montaje y conexión para el Edificio Tipo de estudio de la presente tesis.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	21	XL50 MMI	Controlador XL50 con 8AI, 4AO, 4DI y 6 DO	Honeywell	\$329.30	\$6,915.30
2	21	XS50	Conectores	Honeywell	\$47.54	\$998.34
3	21	XD50 FCL	Tarjeta de comunicaciones LON	Honeywell	\$291.93	\$6,130.53
4	281	AT150F1022	Transformador para controlador XL10 o XL50. 50 VA	Honeywell	\$19.63	\$5,516.03
5	15	PR-274-R3-VDC	Transmisor de presión diferencial en ducto de 0-5" wc, a 24 Vac o Vdc. Señal de salida: 0-10 Vdc.	MATAC	\$249.75	\$3,746.25
6	30	AP 5208-30/U	Switch de presión diferencial para UMA (edo. filtro y/o confirmación arranque)	Honeywell	\$26.12	\$783.60
7	15	H7621C1008	Sensor de Temperatura y Humedad para ducto, a 24 Vdc o Vac. De 0-10 Vdc	Honeywell	\$198.22	\$2,973.30
8	187	R8222N1011/U	Relevador uso general 24 Vac, 10ª (Arranque variadores y/o arranque etapas resistencias)	Honeywell	\$9.80	\$1,832.60
9	15	V5011F1113	Válvula de 2 vías para agua Helada	Honeywell	\$290.41	\$4,356.15
10	15	M7284A1079	Actuador para válvula de globo	Honeywell	\$191.29	\$2,869.35
11	15	Q5001D1000	Acoplamiento para actuador	Honeywell	\$73.55	\$1,103.25
12	15	198162EA	Transformador interno para modutrol	Honeywell	\$22.20	\$333.00
13	24	NXS0150A1002	Variador de frecuencia para UMA y/o Bomba	Honeywell	\$1,855.52	\$44,532.48
14	15	NXOPTC2	Tarjeta de comunicación Modbus para variadores	Honeywell	\$138.53	\$2,077.95
15	27	H800	Dona Supervisora de Corriente	Veris	\$28.67	\$774.09
16	15	ML7284A1008	Actuador para compuerta (Aire Exterior, VI, VE)	Honeywell	\$121.34	\$1,820.10
17	21	A-24N24ALP	Gabinetes para controlador NEMA 1	Kele	\$283.89	\$5,961.69
18	21	A-24N24	Sub base para gabinete	Kele	\$84.18	\$1,767.78
19	18	KBV-2-10-E2	Válvula de mariposa de 10" para tubería de Agua Helada, con actuador on/off	Kele	\$1,877.45	\$33,794.10
20	2	DCPA-1.2	Fuente de 24 Vdc para transmisor de 4-20 mA	Kele	\$74.45	\$148.90
21	16	C7031D1070	Sensor de temperatura con Termopozo	Honeywell	\$63.69	\$1,019.04
22	2	360C-P220D	Transmisor de presión diferencial con caja Bypass a 24 Vdc. De 4-20 mA. 200 psi.	Kele	\$1,008.10	\$2,016.20
23	5	220B	Sensor Medidor de Flujo	Kele	\$623.93	\$3,119.65
24	5	310	Transmisor de Sensor Medidor de Flujo a 24 Vdc. De 4-20 mA	Kele	\$271.33	\$1,356.65
25	6	FS1-6	Switch de flujo para agua de max. 12" de diámetro	Kele	\$112.40	\$674.40
26	6	MCE3/U	Modulo de Relays para DO's	Honeywell	\$95.27	\$571.62
27	260	W7751H2017/U	Controlador XL10 para VAV	Honeywell	\$212.75	\$55,315.00
28	260	T7560A1042	Termostato Digital de pared VAV con setpoint	Honeywell	\$40.51	\$10,532.60
29	245	EL7612	Sensor Ultrasónico de Presencia (para control de Iluminación)	Honeywell	\$25.89	\$6,343.05
30	245	EL7621	Power Pack para Sensor Ultrasónico (para control de iluminación)	Honeywell	\$20.55	\$5,034.75
31	20	XSL511	Modulo Conector Lon para módulos XFL, a 24 Vac	Honeywell	\$33.50	\$670.00
32	20	XSL513	Modulo de terminales para XFL521x, 522x, 523x	Honeywell	\$65.10	\$1,302.00
33	20	XSL514	Modulo de terminales para modulo XFL524x	Honeywell	\$75.10	\$1,502.00
34	20	209541B	Terminador de Línea Lon topología FTT	Honeywell	\$16.26	\$325.20
35	29	XFL523B	Modulo Distribuido de Entradas Digitales (12)	Honeywell	\$167.51	\$4,857.79
36	42	XFL524B	Modulo Distribuido de Salidas Digitales (6)	Honeywell	\$177.51	\$7,455.42
					Total	\$230,530.16

Tabla 2. 1 Equipo de Automatización (HVAC / Iluminación).

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Administración del proyecto: Supervisión, puesta en marcha, documentación y pruebas.	NA	\$48,411.33	\$48,411.33

Tabla 2. 2 Servicios de Ingeniería Automatización (HVAC / Iluminación).

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Suministro de materiales, mano de obra para el montaje y conexión del sistema de AUTOMATIZACION (HVAC / Iluminación).	NA	\$94,517.37	\$94,517.37

Tabla 2. 3 Montaje y Conexión.

GRAN TOTAL (USD + IVA)	\$373,458.86
-----------------------------------	---------------------

En la tabla 2.1 se enlista el equipo requerido en campo para poder contar con la Automatización del Sistema de HVAC en el edificio, en esta misma tabla, se incluye el equipo adicional necesario para poder también automatizar el Sistema de Iluminación dentro de los pisos, oficinas y estacionamientos; en la tabla 2.2 se cuenta con el monto requerido para la supervisión y configuración del Sistema de Automatización; y en la tabla 2.3 se cuenta con el monto de los materiales (tubería y cableado) necesarios para el montaje y conexión del equipo.

El costo de la implementación del Sistema de Automatización para el Sistema de HVAC y el Sistema de Iluminación; es considerable, sin embargo las grandes ventajas que brinda el contar con estos sistemas en modo automático es realmente muy importante y de mucha utilidad en un Edificio inteligente, ya que economiza tiempo de personal para poder operarlos en modo manual, garantiza el confort a todo momento para los usuarios, y ahorra energía cuando los pisos no se encuentran ocupados en las horas no laborales, ya que sensa si existe personal laborando dentro de las oficinas, con lo que permite el apagado/encendido de las luminarias necesarias de la zona u oficina en donde la persona se encuentra laborando, sin tener otras zonas encendidas de no ser necesario.

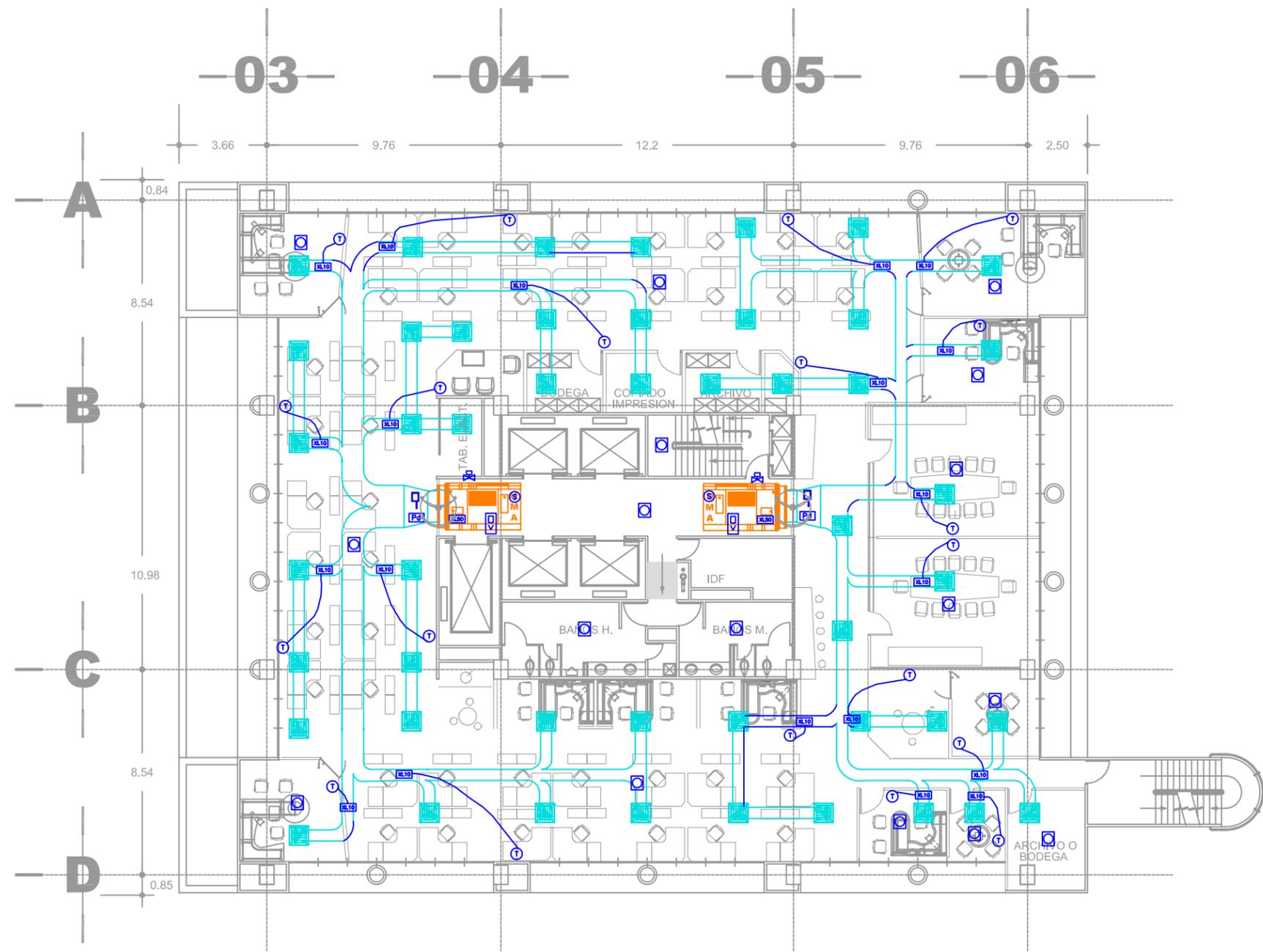
En la tabla 2.4 se enlistan las principales ventajas y desventajas de un Sistema de Automatización para el Sistema de HVAC y el Sistema de Iluminación para un Edificio Inteligente.

Ventajas	Desventajas
- Todos los equipos operan en modo Automático en todo momento.	- Alto costo inicial del sistema.
- Se cuenta con el monitoreo y control de todos los equipos del sistema.	
- Se puede sobrecomandar en cualquier momento la operación de cualquier equipo.	
- Se logra una mejor Administración de los equipos, ya que se cuenta con los históricos de operación de cada uno de ellos, con lo que se puede llevar un mejor control para el mantenimiento.	
- Sistema de integración completa al Sistema Central del Edificio, por lo que puede interactuar con los demás sistemas.	
- Reduce los gastos de operación de los sistemas de HVAC e Iluminación.	
- Bajo costo de operación/mantenimiento: mantenimiento del Sistema de 1 a 2 veces al año aproximadamente.	

Tabla 2.4 Ventajas y Desventajas de un Sistema de Automatización.

Edificio Tipo de Estudio

Ciudad de México

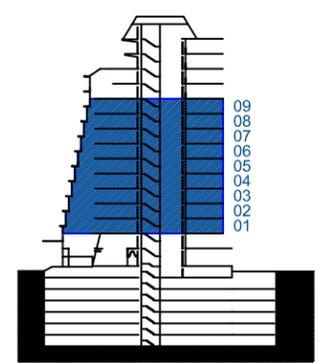


SIMBOLOGIA Y NOTAS

SISTEMA DE AUTOMATIZACION - HVAC E ILUMINACION -

-  CONTROLADOR XL50
-  CONTROLADOR XL10 VAV
-  TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL
-  SWITCH DE PRESION DIFERENCIAL
-  VARIADOR DE FRECUENCIA
-  SENSOR TEMPERATURA Y HUMEDAD
-  VALVULA CONTROL DE 2 VAS AGUA HELADA
-  TERMOSTATO DE PARED CON DISPLAY
-  SENSOR ULTRASONICO DE PRESENCIA P/ ILUMINACION
-  FUENTE DE PODER A 24 VDC
-  INTERFASE DE COMUNICACION I2C
-  INTERFASE DE COMUNICACION BNA
-  INTERFASE DE COMUNICACION MODBUS
-  NODO DE RED (POR OTROS)
-  127 VCA REQUIERE ALIMENTACION LOCAL
POR OTROS ELECTRICA DE 127 VAC (POR OTROS)
-  SERVIDOR CENTRAL SCIA

NOTAS:
1. LA ALTURA DEL DISPLAY DE LOS TRANSMISORES DE TEMPERATURA SERA DE 1.55 mts. CON RESPECTO DEL NIVEL DE PISO TERMINADO N.P.T.



CORTE ESQUEMATICO

PLANTA TIPO

SISTEMA DE AUTOMATIZACION

Escala: 1:200 Cotas en: metros **AUpt-01**



Fig. 2.2 Sistema de Automatización - Planta Tipo

2.2 Sistema de Iluminación.

En este apartado se presenta los factores de diseño y su importancia para la generación de un Sistema de Iluminación en un Edificio Inteligente, ya que de la buena selección de las luminarias, y de su correcta automatización; se reflejara directamente el consumo de la energía eléctrica requerida para el edificio.

- **Factores de Diseño de una Instalación de Alumbrado.**

El alumbrado es un tema complejo debido a la gran variedad de equipos existentes en el mercado y a la diversidad de aplicaciones a las que puede destinarse.

Toda instalación de alumbrado debe proporcionar una iluminación adecuada con objeto de que las personas vean lo suficientemente bien para poder realizar de forma idónea sus tareas. Una iluminación inadecuada o insuficiente incide negativamente en el desarrollo de cualquier actividad.

Para poder diseñar correctamente una instalación de alumbrado hay que considerar una serie de factores, como son:

- **Nivel de Iluminación.**

Es el flujo luminoso recibido en el plano de trabajo por unidad de superficie. Su medida es el “lux” (lumen/m²). En la tabla 2.5 se muestran los niveles de iluminación recomendados para diferentes áreas de actividad.

LOCAL O ACTIVIDAD	FLUJO LUMINOSO (lux)
Despachos	500
Pasillos y escaleras	100
Servicios y baños	100
Salas de espera y recepciones	100
Salas de reuniones y conferencias	300
Secretarías	
- Iluminación general	400
- Sobre el papel de escribir	600
Dibujantes	
- Iluminación general	400
- Trabajo continuo (mesa)	750
- Trabajo discontinuo (mesa)	600
Computadoras	500
Archivos	200
Cafeterías	200
Cocinas	500
Estacionamientos en exterior	10

Tabla 2.5 Niveles de Iluminación Recomendados.

- **Calidad de Luz.**

Al diseñar una instalación de alumbrado hay que considerar, no sólo la cantidad de iluminación necesaria, sino también la calidad de la luz. En consecuencia, habrá que tener en cuenta efectos tales como el deslumbramiento, el aspecto cromático y el rendimiento de color.

- **Deslumbramiento.**

Este fenómeno, que puede producirse de forma directa o por reflejo, suele ocasionar molestias, pudiendo dar lugar, en casos extremos, a una incapacidad en la visión.

Este efecto puede eliminarse mediante la ubicación y orientación correcta de las lámparas y la instalación de luminarias adecuadas.

- **Aspecto cromático.**

Es la apariencia de color de las lámparas, la cual se valora mediante su Temperatura de Color Correlacionadas "TCC". Cuanto menor sea este parámetro, más rosada o cálida será su apariencia, y a la inversa, cuanto más blanco o frío sea su aspecto, mayor será su TCC. En la tabla 2.6 se relacionan ambos aspectos para instalaciones de alumbrado interior.

TEMPERATURA DE COLOR CORRELACIONADA (K)	ASPECTO CROMÁTICO	OBSERVACIONES
Menor que 3300	Calido (blanco rojizo)	Lámparas incandescentes o fluorescentes confortables de color relajante. Ambas se mezclan bien entre si pero no con la luz de día.
3300 – 5000	Intermedio (blanco)	Este tipo de lámparas se utilizan para instalaciones suplementarias con la luz diurna o donde se requiera un ambiente fresco y natural.
Mayor que 5000	Frío (blanco azulado)	Lámparas utilizadas para comparar colores o conseguir un alumbrado particularmente frío en zonas calientes.

Tabla 2.6 Relación entre la TCC y el Aspecto Cromático.

Por otra parte, el valor de este parámetro definirá también la apariencia de color de las superficies, especialmente las blancas en interiores creando un aspecto cálido, intermedio o frío. De ahí la importancia de una adecuada selección del aspecto cromático de las lámparas para ciertas aplicaciones, tales como la iluminación de oficinas dentro de un edificio.

En general, para niveles de iluminación bajos es preferible utilizar lámparas de aspecto cálido, pero a medida que aumenta la iluminación también debe hacerlo la temperatura de color.

- **Rendimiento de color.**

El rendimiento de color en una instalación de alumbrado es la capacidad que tienen las lámparas de reproducir los colores de los objetos que iluminan.

Las exigencias en este aspecto varían enormemente, desde aplicaciones como el alumbrado vial, donde la identificación exacta del color no es necesaria, hasta casos especiales, como sucede en comercios, galerías de arte, etcétera, donde la reproducción de colores es imprescindible.

La capacidad de una lámpara determinada para satisfacer los requisitos de color está definida por la combinación de sus propiedades relativas al aspecto cromático y al rendimiento de color. En la tabla 2.7 se registran las características que deben tener estos parámetros para diferentes aplicaciones.

GRUPO DE RENDIMIENTO DE COLOR	VALORES EXTREMOS DEL ÍNDICE "Rc" DE RENDIMIENTO DE COLOR	ASPECTO CROMÁTICO	EJEMPLOS DE APLICACIÓN
1	Rc ≥ 85	Fría	Industrias textiles, de pintura e imprenta.
		Intermedia	Tiendas, hospitales, escaparates.
		Calida	Hogares, hoteles, restaurantes.
2	70 ≤ Rc < 85	Fría	Oficinas, colegios, grandes almacenes, trabajo industrial fino. En climas calidos.
		Intermedia	Oficinas, colegios, grandes almacenes, trabajo industrial fino. En climas templados
		Calida	Oficinas, colegios, grandes almacenes, trabajo industrial fino. En climas fríos.
3	Lámparas con Rc < 70 pero con propiedades de rendimiento de color aceptables para uso en interiores de trabajo en general.		Interiores donde la discriminación cromática no es de gran importancia.
S (Especial)	Lámparas con propiedades de rendimiento de color poco comunes.		Aplicaciones especiales.

Tabla 2.7 Aplicaciones en función de la calidad de la Luz.

- **Rendimiento Energético.**

El rendimiento energético global de una instalación de alumbrado puede definirse como el cociente entre la energía luminosa necesaria para la realización de una actividad determinada y el consumo de energía eléctrica correspondiente.

La eficacia luminosa de una lámpara depende de varios factores, tales como; tipo de fuente de luz, potencia, calidad de la luz, etc. En la tabla 2.8 se reflejan los valores del rendimiento luminoso para diferentes tipos de lámparas, por su interés, se incluyen también en la citada tabla los valores de la vida útil.

TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA (W)	EFICACIA (LUMEN/W)	VIDA ÚTIL (h)
Incandescentes	1 a 2000	8 a 20	1000
Halógenos	3 a 10000	18 a 22	2000
Fluorescentes tubulares	4 a 215	40 a 93	12000(*)
Fluorescentes compactas	5 a 36	50 a 82	6000(*)
Vapor de mercurio	50 a 2000	40 a 58	16000(*)
Halogénuros metálicos	75 a 3500	60 a 945	1000 a 6000(*)
Vapor de sodio alta presión	50 a 1000	66 a 130	16000(*)
Vapor de sodio baja presión	18 a 180	100 a 183	10000(*)

(*) Encendidos de 10 horas de duración.

Tabla 2.8 Eficiencia Luminosa y Vida útil para diferentes tipos de lámparas.

Para cualquier tipo de fuente de luz, la eficacia luminosa aumenta con al potencia, por este motivo, es más rentable utilizar una lámpara de una potencia determinada en vez de dos de la mitad de la potencia.

Por otra parte, puede afirmarse también que generalmente, el rendimiento luminoso disminuye para índices de rendimiento de color elevados. Existe el peligro de descuidar la importancia de la discriminación cromática y elegir las lámparas únicamente por su eficiencia energética.

Costo Total.

Evidentemente, una instalación debe diseñarse para suministrar una iluminación apropiada para cada actividad con el mínimo costo total para el usuario. Este costo total incluye:

- **Costo de la inversión.**

- Costo de los equipos (materiales).
- Costo de instalación (mano de obra y materiales adicionales).

- **Costo de explotación.**

- Costo debido al consumo energético.
- Costo de los equipos de repuesto (materiales).
- Costo del mantenimiento, limpieza y reemplazo (mano de obra).

El costo anual total será la suma del costo de explotación y de la amortización anual de la inversión. La experiencia demuestra que el costo energético es el factor que más influye en el costo total de casi todas las instalaciones de alumbrado. De ahí la importancia que debe darse a los factores que influyen en el rendimiento global.

Ahorro de Energía en un Sistema de Iluminación.

Se presentan las medidas básicas para reducir el consumo energético en instalaciones de alumbrado en un edificio:

- **Aplicación de los niveles de iluminación recomendados.**

Existen niveles de iluminación establecidos por diferentes organismos para cada tipo de actividad a cubrir dentro del edificio. Si se sobrepasan los valores recomendados, se tendrá evidentemente un consumo energético mayor. Si, por el contrario, se reducen los estándares de iluminación, se conseguirá un ahorro energético, pero se producirá una serie de inconvenientes, tales como; fatiga visual, pérdida de confort, disminución de actividad, etc.; este tipo de problemas no hacen aconsejable tal reducción de los niveles de flujo luminoso.

- **Obtención de los niveles de iluminación necesarios con la mínima potencia instalada.**

Se puede conseguir la obtención de niveles de iluminación óptimos con la mínima potencia requerida aplicando las siguientes reglas básicas:

- **Diseño correcto del sistema de alumbrado.**

El sistema de alumbrado debe diseñarse de tal modo que se consiga el nivel de iluminación y la calidad de la luz de la forma más eficiente.

Debe decidirse si se instala un sistema de alumbrado general o localizado o, quizás, uno mixto. Por otra parte, se debe tener en cuenta factores de; geometría, mantenimiento, flexibilidad, aporte parcial de la luz diurna, etcétera.

- **Utilización de la fuente de luz idónea más eficaz.**

Debe utilizarse lámparas de elevada eficacia luminosa, pero considerando las exigencias de calidad de la luz de la zona por iluminar. Es decir, la elección deberá basarse no sólo en el rendimiento energético sino también en las propiedades de reproducción de color.

En la tabla 2.9 se muestran las características y las aplicaciones de los diferentes tipos de lámparas.

TIPO DE LÁMPARA	COSTO RELATIVO DE LA LÁMPARA	EFICACIA LUMINOSA	ASPECTO CROMÁTICO	REPRODUCCIÓN DE COLORES	APLICACIONES	
Incandescente	Bajo	Muy baja	Cálido	Excelente	<ul style="list-style-type: none"> - Ámbito de aplicación muy general. - Se presta bien a los alumbrados localizados y decorativos. - Dado su bajo costo, son interesantes en utilización intermitente 	
Halógenas	Medio - bajo	Baja	Cálido	Excelente	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado interior decorativo - Alumbrado por proyector en zonas deportivas, aeropuertos, monumentos. 	
Fluorescentes	Blanca calida	Medio - elevado	Media alta	Cálido	Buena (de lujo) media	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado publico - Las de lujo son indicadas en carnicerías, restaurantes, etc.
	Blanca fría	Medio - elevado	Media alta	Intermedio	Buena (de lujo) media	<ul style="list-style-type: none"> - Naves industriales, almacenes, escuelas, oficinas. - Las de lujo son indicadas para tiendas, comercios y oficinas que necesitan un buen rendimiento de color.
	Luz de día	Medio - elevado	Media alta	Frío	Buena (de lujo) media	<ul style="list-style-type: none"> - Con altos nivele de iluminación (1000 lux). - Las de lujo en tiendas de tejido.
	Nueva generación (trifósforo)	Elevado	Alta	Frío intermedio calido	Buena	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicaciones que necesitan alto rendimiento luminoso y de color.
Vapor de mercurio	Medio	Media	Frío	Media	<ul style="list-style-type: none"> - Las de bulbo claro en jardines y parques. - Las de color corregido se utilizan en la industria y para el alumbrado publico. 	
Halogénuros metálicos	Elevado	Alta	Frío	Buena	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado de grandes espacios y vestíbulos de gran altura por proyectores. - Alumbrados deportivos (T.V color). 	
Vapor de sodio de alta presión	Elevado	Alta	Cálido	Media	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado publico. - Alumbrado industrial naves altas. 	
Vapor de sodio de baja presión	Elevado	Muy alta	Cálido	Muy pobre	<ul style="list-style-type: none"> - Alumbrado publico. - Alumbrado de seguridad. - Alumbrado arquitectónico. 	

Tabla 2.9 Características y aplicaciones de las lámparas.

- **Utilización eficiente del flujo luminoso de la lámpara.**

La utilización eficiente del flujo luminoso emitido por la lámpara viene condicionada por el “factor de utilización”, que depende del tipo de luminarias empleadas, de la forma del área y de las reflectancias de paredes, techos y suelos.

En consecuencia, deben utilizarse luminarias que permitan que la mayor parte posible del flujo de la lámpara alcance el plano de trabajo. Por tanto, debe considerarse no sólo el rendimiento de la luminaria —ésta puede ser muy eficiente, pero emitir luz en todas direcciones, por lo que la iluminación en el plano de trabajo puede ser baja—sino también su distribución luminosa. Conviene entonces emplear los sistemas de alumbrado de más alto rendimiento, principalmente el directo, y siempre que se pueda el intensivo.

También es necesario considerar el efecto de la decoración ambiental la cual consiste en que la superficie de un local debe de ser más clara, por lo cual aumenta el factor de reflexión y así la energía necesaria para su iluminación es menor. Cuanto menor sea el área y/o mayor la altura del local, mayor será la influencia de las reflectancias de paredes, techos y suelos.

- **Mantenimiento del equipo de alumbrado.**

Con el transcurso del tiempo, las lámparas van perdiendo eficiencia por envejecimiento. Por otra parte, tanto en las lámparas como en las luminarias se va acumulando polvo, lo que trae como consecuencia una reducción del flujo luminoso que llega al plano de trabajo. Por tanto, deben plantearse programas de renovación periódica de lámparas y de limpieza de las luminarias, los cuales pueden hacerse de forma conjunta.

- **Utilización de la iluminación sólo cuando se necesita.**

La idea básica es que el alumbrado permanezca encendido mientras se utilice, y desconectado cuando no sea necesario. Por ello, pueden llevarse a cabo las acciones siguientes:

- Utilización de aparatos programadores de encendido y apagado en aquellos recintos que sea posible.
- Fraccionamiento de los circuitos de alumbrado que permitan iluminar diferentes zonas y, de este modo, poder mantener apagadas las lámparas en determinados lugares en los momentos en que no son necesarias.
- Utilización, en el caso de alumbrado público, de celdas fotoeléctricas o de interruptores horarios que aseguren su apagado cuando no se precisa iluminación.
- Establecimiento de circuitos parciales de alumbrado reducido para los periodos fuera de las horas laborables.

- **Limpieza periódica de lámparas y reflectores.**

Cuando se instala una lámpara nueva, ésta tiene un rendimiento lumínico determinado; es decir, por cada Watt se produce una cierta cantidad de flujo luminoso.

Este rendimiento no se mantiene en el tiempo, sino que va disminuyendo paulatinamente, debido, por una parte, al envejecimiento propio de la lámpara y, por otra, al ensuciamiento de la misma y del reflector.

En un tubo fluorescente, por ejemplo, la pérdida de rendimiento por envejecimiento es relativamente pequeña, oscilando entre un 2 y un 3% cada 1000 h.

El efecto del ensuciamiento de las lámparas y de los reflectores es muy superior. Así en un tubo fluorescente, por ejemplo, la pérdida de rendimiento por ensuciamiento incluyendo el propio envejecimiento, se sitúa normalmente entre un 15 y 20% cada año, pudiendo ser muy superior en ciertos casos extremos.

- **Factores de Diseño de un Sistema de Iluminación en un Edificio de Oficinas.**

La tecnología moderna de los sistemas que conforman el diseño de una oficina actual ha transformado los requerimientos y soluciones de iluminación. En los últimos 20 años la tendencia al uso de pantallas de video y computadores ha modificado los niveles de luz necesarios que se requieren en el área de trabajo.

Para la realización del diseño de una iluminación adecuada, primero es necesario realizar un estudio profundo de las principales necesidades del cliente orientadas a los siguientes puntos:

Desempeño.- Se refiere al papel que juega la iluminación en la productividad del trabajador. Para ello es necesario considerar el tamaño de los objetos con los cuales se realiza la actividad, la edad del trabajador, el tiempo que se destina a desarrollar la actividad y el contraste existente entre la actividad y su entorno, a fin de definir los niveles de iluminación recomendados para cada área.

Confort.- Los empleados que se sienten confortables realizan sus labores mucho mejor, teniendo niveles de iluminación adecuados y una reproducción excelente de los colores, hacen que los espacios se vean más atractivos y más naturales.

Ambiente.- Con la ayuda de la iluminación puede cambiar la ambientación de un área de oficinas. Puede ser usado para producir una respuesta emocional en el

trabajador. Los empleados, clientes y visitantes son sujetos sensibles que pueden ser influenciados por la iluminación en diferentes ambientes de oficinas.

Ahorro de Energía.- Como ya se menciona, en el diseño de iluminación se debe considerar la localización de productos que demanden la menor cantidad de energía eléctrica y ofrezcan los niveles de iluminación recomendados. Aunque algunas veces el costo inicial de estos productos es más elevado que los productos convencionales, el costo de operación y mantenimiento es mucho menor.

Se debe realizar un análisis de selección de productos (Lámparas, luminarias, balastos y controles de iluminación) que cumplan con las necesidades de cada área; para posteriormente realizar el diseño de iluminación de cada espacio, cuidando satisfacer cada recomendación realizada para cada tarea. La introducción de controles automáticos de iluminación que permitan crear diferentes escenarios en un espacio determinado, incrementa los cuatro puntos anteriormente citados, la de productividad, el confort, el ambiente y el ahorro de energía, ofreciendo diversas soluciones de optimización para el consumidor final.

- **Sistema de Iluminación en un Edificio Inteligente.**

El Sistema de Iluminación de un Edificio Inteligente consiste en el control y/o monitoreo de los diferentes circuitos eléctricos para el correcto funcionamiento de todas las áreas a iluminar.

El diseño del sistema de iluminación en un Edificio inteligente, se basa en crear espacios de trabajo altamente eficientes por medio de la utilización de luminarias correctas con ópticas diseñadas pensando en el usuario final. Ya que el desempeño de las personas se incrementa al dar condiciones de alto confort visual, por ello el concepto empieza desde el hecho de que se requiere integrar la más alta tecnología disponible en iluminación, equilibrando la eficiencia y el control óptico.

El principal objetivo del Sistema de Iluminación consiste en obtener la solución de iluminación ideal para crear un ambiente confortable, productivo, seguro y eficiente en energía. Y poder así hacer más sustentable el uso de la infraestructura del edificio, por medio de un sistema que pueda determinar automáticamente las condiciones reales de iluminación natural fuera y dentro del edificio, y poder determinar que área o áreas se requiere realmente encender, esto también en función a la existencia de personas en dichas áreas (hablando de oficinas, por medio de sensores de presencia); todo con la finalidad de economizar al máximo la energía en el Edificio.

El control del Sistema generalmente esta dividido en las área comunes (pasillos, escaleras, lobby, mezanine, área comercial, etc.) y en las áreas de oficinas (tanto las del tipo abiertas como para las oficinas del tipo cerradas). El control de las luminarias se llevara a cabo por medio de controladores especializados en iluminación, de fácil configuración en la instalación y de versátil programación (y reprogramación), esto para darle al Edificio Inteligente la ventaja de poder modificar de manera muy sencilla y económicamente su configuración en cuanto al control se refiere.

Cada tablero de circuitos eléctricos del edificio, es intervenido por medio de equipo especializado en control de iluminación, para poder así controlar todos y cada uno de los mismos; ya que este sistema generalmente trata de controlar al 100% todo lo referente a iluminación, manteniendo las áreas comunes con iluminación adecuada a todo momento durante el día (de ser necesario por época de lluvia o zonas oscuras), y durante la noche (por medio de control por horarios y después de horario de trabajo, por medio de sensores de presencia). Dichas rutinas de control pueden ser reprogramadas en todo momento por el usuario del sistema de integración.

- **Interacción con otros Sistemas.**

Este Sistema principalmente interactúa y/o reporta al Sistema Central del Edificio, esto generalmente por medio del protocolo de comunicación ModBus, por lo que en el Sistema Central se concentra toda la información de los diferentes circuitos eléctricos de las luminarias de todo el edificio, como son horas de iluminación, gastos de energía, las condiciones de operación, alarmas, tendencias de monitoreo, y el poder de sobrecomando de los circuitos para el operador del sistema.

- **Caso de Estudio.**

Se evalúan dos sistemas de Iluminación, uno pensado para un Edificio Convencional, y otro para un Edificio Inteligente.

Edificio Convencional:

Por lo general, un edificio del tipo convencional consta de un Sistema de Iluminación, el cual está integrado por luminarias; cada una compuesta generalmente por 2 lámparas fluorescentes tipo T 12 de 39 W con balastro electromagnético convencional de baja energía, además de tener un consumo de energía de 1000 KWH y una vida útil en lámparas de 9000 horas y en balastos de 10000 horas. Además de contar con focos de luz incandescente tipo spot de 100 W que en lugar de iluminar, calientan el área donde se encuentren colocados y cuentan con una vida útil de 1000 horas.

En las tablas 2.10, 2.11 y 2.12 se muestra el costo de la implementación del Sistema de Iluminación que generalmente se utiliza para un Edificio del tipo Convencional. Este costo hace referencia al equipo el cual se muestra en las figuras 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7. Cabe señalar que los servicios de ingeniería, trabajos de montaje y conexión para este sistema en el Edificio Tipo de estudio de la presente tesis no son considerados, por que su costo de implementación, tanto para el edificio Inteligente

como para el convencional son los mismos, ya que únicamente lo que varía es el tipo de equipo a montar.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	4096	LF T 12 2 X 39	Lámpara Fluorescente Tipo T-12 de 39 W.	Phillips	\$1.68	\$6,888.73
2	2048	BC-2 X 39 W	Balastro Convencional de 2 X 39	Phillips	\$8.55	\$17,501.09
3	2302	FIS 26 W	Foco Incandescente Tipo Spot de 100 W.	Phillips	\$2.55	\$5,859.64
					Total	\$30,249.45

Tabla 2.10 Sistema de Iluminación

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Administración del proyecto: Supervisión, puesta en marcha, documentación y pruebas.	NA	NA	NA

Tabla 2.11 Servicios de Ingeniería Iluminación

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Suministro de materiales, mano de obra para el montaje y conectado del sistema de Iluminación	NA	NA	NA

Tabla 2.12 Servicio de Montaje y Conexión

GRAN TOTAL (USD)	\$30,249.45
-------------------------	--------------------

Edificio Inteligente:

El edificio en estudio cuenta con un Sistema de Iluminación, el cual está integrado por luminarias; cada una compuesta por 2 lámparas fluorescentes tipo T 8 de 32 W con balastro electrónico de encendido instantáneo, además de tener un consumo de energía de 640 KWH y una vida útil en lámparas de 20000 horas y en balastos de 40000 horas, también cuenta con lámparas fluorescentes compactas de 26 W con balastos electrónicos de encendido instantáneo que cuentan con una vida útil de 10000 horas. Además de contar con un Detector ultrasónico de presencia. La implementación de este, en el Sistema de Iluminación utiliza ultrasonidos para crear un campo de ondas. De esta manera, cualquier movimiento que realice un cuerpo dentro del espacio determinado, generará una perturbación en dicho campo que accionará la activación del sistema de iluminación. Estos sistemas poseen un circuito refinado que elimina falsas alarmas. La cobertura de este sistema puede llegar a un máximo de 40 metros cuadrados. La figura 2.3 muestra un sensor así como las coberturas que tiene en un baño y en oficinas.

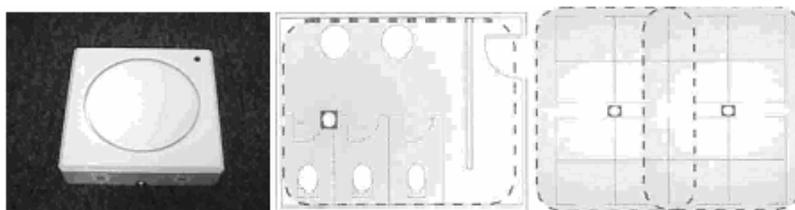


Fig. 2.3 Cobertura de un sensor colocado en el techo.

Las lámparas fluorescentes T8 tienen una eficiencia arriba de los 80 lúmenes/watt nominal de lámpara, contra un máximo de 69 Lúmenes/watt nominal de lámparas fluorescentes T12 tipo. Esto indica que se tiene más luz con menor consumo de energía.

En el caso de balastos electromagnéticos para 2x32W T8 se puede ahorrar hasta un 28% de la energía que demandaría un sistema 2x39W T12 con balastro electromagnético de baja energía. Y si se utiliza un balasto electrónico este ahorro alcanzaría un 40%.

En las tablas 2.13, 2.14 y 2.15 se muestra el costo de implementación de un Sistema de Iluminación para un edificio del tipo Inteligente. Este costo hace referencia al equipo el cual como se muestra en las figuras 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7. Los servicios de ingeniería, trabajos de montaje y conexión para el Edificio Tipo de estudio de la presente tesis no son considerados ya que tanto para el edificio Inteligente como para el convencional son los mismos.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	4096	LF T-8 32 W	Lámpara Fluorescente Tipo T-8 de 32 W.	Phillips	\$3.27	\$13,405.09
2	2048	BEEI-2 X 32 W	Balastro Electrónico de Encendido Instantáneo de 2 X 32	Phillips	\$16.18	\$33,140.36
3	2302	LFC 26 W	Lámpara Fluorescente Compacta de 26 W.	Phillips	\$2.85	\$6,550.24
4	1151	BEEI-2 X 26 W	Balastro Electrónico de Encendido Instantáneo de 2 X 26	Phillips	\$12.27	\$14,125.91
					Total	\$67,221.60

Tabla 2.13 Sistema de Iluminación

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Administración del proyecto: Supervisión, puesta en marcha, documentación y pruebas.	NA	NA	NA

Tabla 2.14 Servicio de Ingeniería Iluminación

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Suministro de materiales, mano de obra para el montaje y conectado del sistema de Iluminación	NA	NA	NA

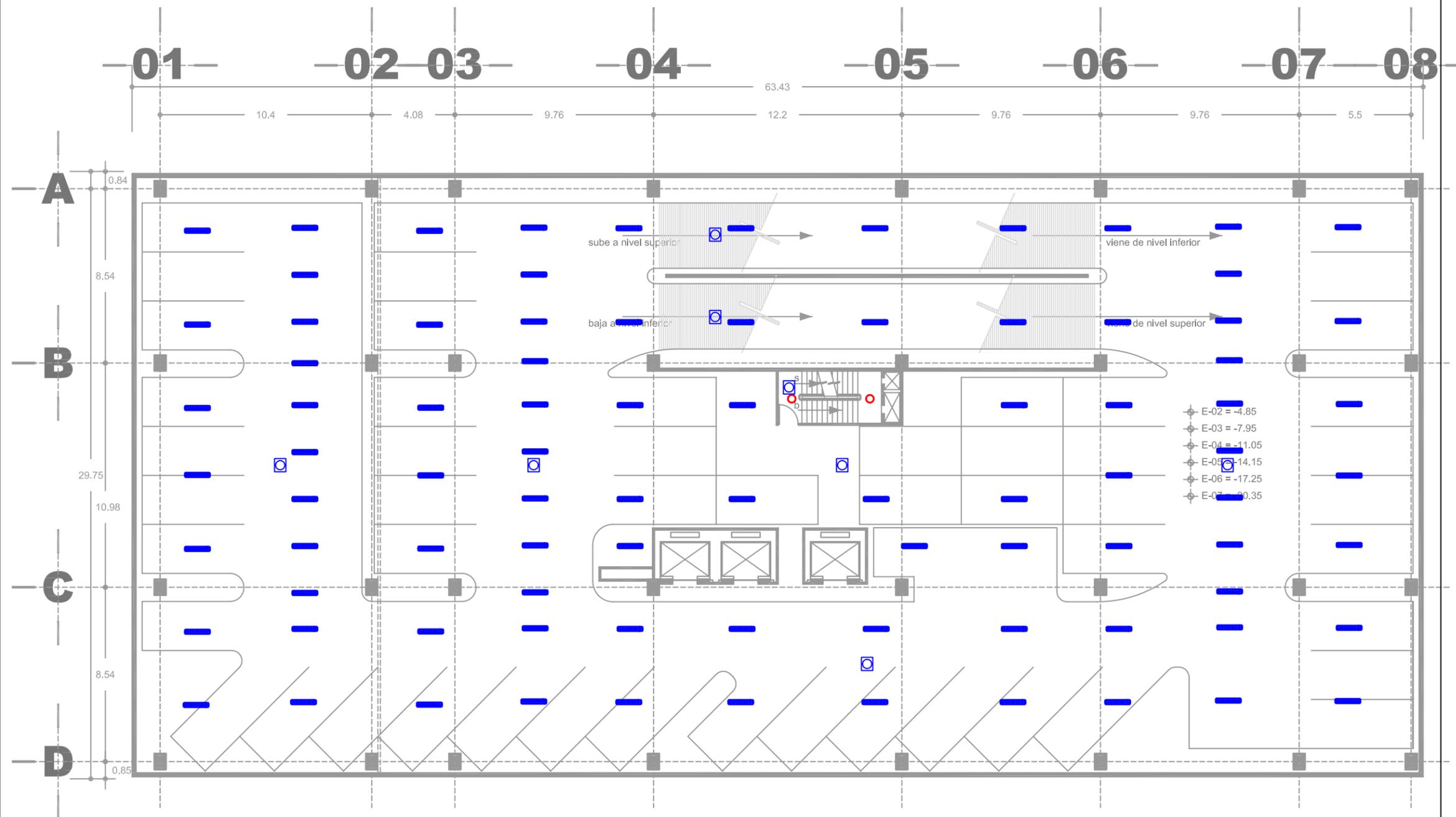
Tabla 2.15 Montaje y Conexión

GRAN TOTAL (USD)	\$67,221.60
-------------------------	--------------------

En la tabla 2.16 se enlistan las principales ventajas y desventajas de un Sistema de iluminación para un Edificio Inteligente, contra un Sistema de Iluminación considerado para un Edificio Convencional.

SISTEMA EDIFICIO INTELIGENTE DE 2 X 39 W T12 BALASTRO ELECTROMAGNÉTICO CONVENCIONAL	SISTEMA EDIFICIO CONVENCIONAL DE 2 X 32 W T8 BALASTRO ELECTRÓNICO DE ENCENDIDO INSTANTÁNEO	VENTAJAS Y AHORROS
INVERSIÓN INICIAL DE SISTEMA \$132.00	INVERSIÓN INICIAL DE SISTEMA \$194.00	Ahorro de: \$62.00 en Edificio Convencional
CONSUMO DE ENERGÍA 1000 KWH	CONSUMO DE ENERGÍA 640 KWH	Ahorro de energía : 360 KWH en Edificio Inteligente
VIDA ÚTIL DE LÁMPARAS 9,000 HORAS	VIDA ÚTIL DE LÁMPARAS 20,000 HORAS	Ventaja de vida útil de lámparas es de dos veces más en edificio inteligente
VIDA ÚTIL DEL BALASTRO 10,000 HORAS	VIDA ÚTIL DEL BALASTRO 40,000 HORAS	Ventaja de vida útil de balastro de tres veces más en edificio inteligente

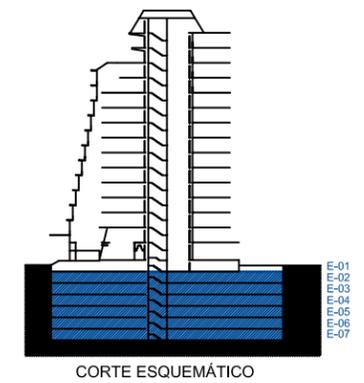
Tabla 2.16 Ventajas y Desventajas entre Sistemas de CCTV.



SIMBOLOGIA Y NOTAS

SISTEMA DE ILUMINACION

-  LAMPARA FLUORESCENTE TUBULAR PARA PLAFOND
-  LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA PARA PLAFOND
-  SENSOR ULTRASONICO DE PRESENCIA (PARA AUTOMATIZACION)



ESTACIONAMIENTO TIPO

SISTEMA DE ILUMINACION

Escaleta 1:200 Cotas en metros

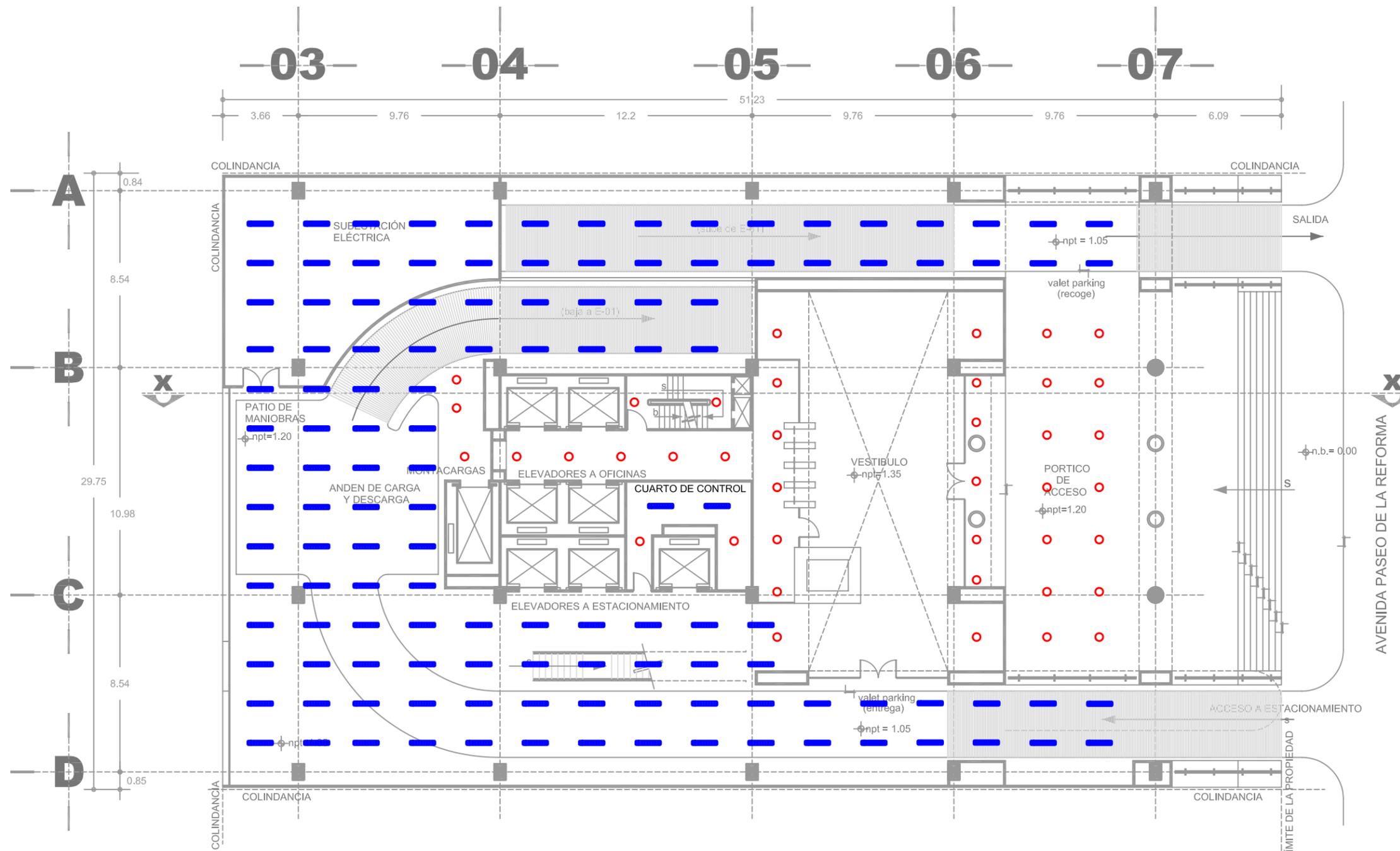
ILet-01

0 mts 1 2 3 4 5 10

Fig. 2.4 Sistema de Iluminación - Estacionamiento Tipo

Edificio Tipo de Estudio

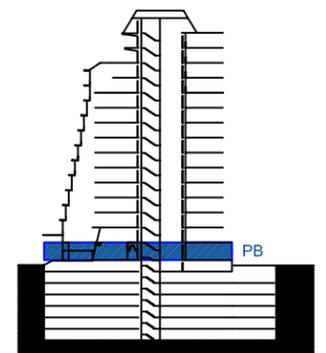
Ciudad de México



SIMBOLOGIA Y NOTAS

SISTEMA DE ILUMINACION

- ▭ LAMPARA FLUORESCENTE TUBULAR PARA PLAFOND
- LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA PARA PLAFOND



CORTE ESQUEMATICO

PLANTA BAJA

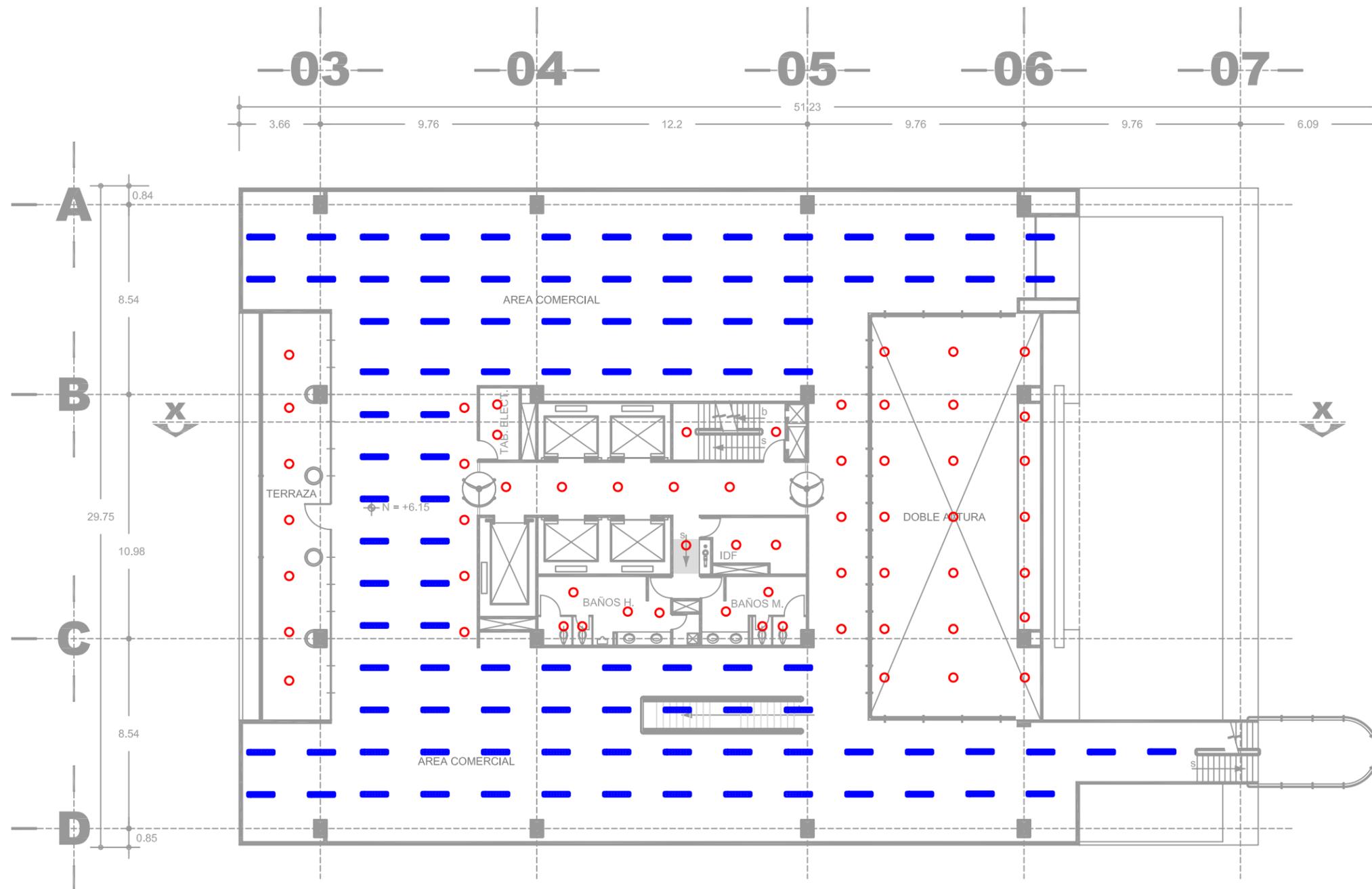
SISTEMA DE ILUMINACION

	Escala 1:200		Cotas en: metros	ILpb-01

Fig. 2.5 Sistema de Iluminación - Planta Tipo

Edificio Tipo de Estudio

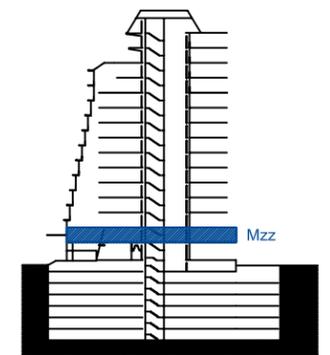
Ciudad de México



SIMBOLOGIA Y NOTAS

SISTEMA DE ILUMINACION

-  LAMPARA FLUORESCENTE TUBULAR PARA PLAFOND
-  LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA PARA PLAFOND



CORTE ESQUEMÁTICO

MEZZANINE

SISTEMA DE ILUMINACION



Escala
1:200

Cotas en:
metros

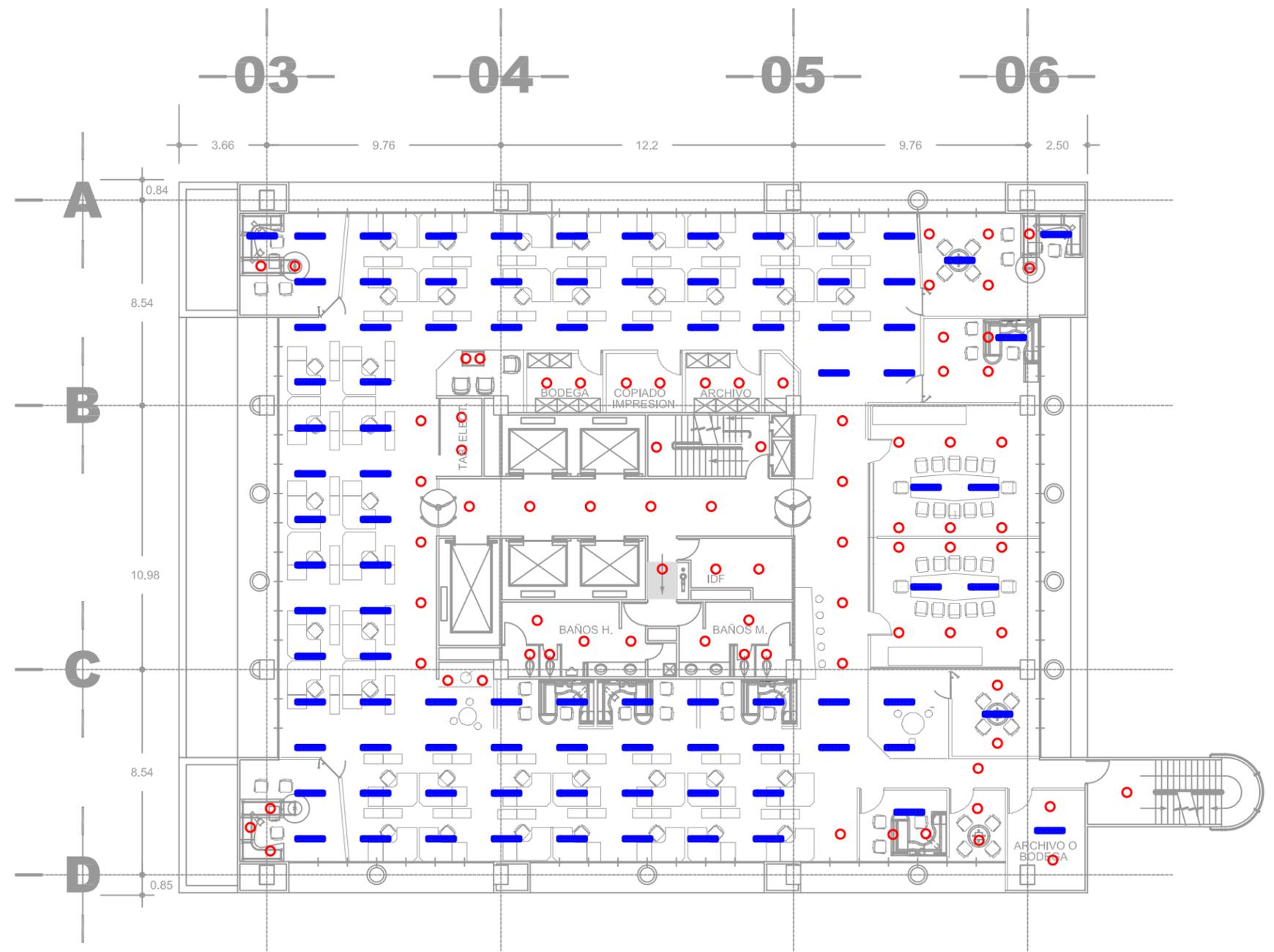
ILmz-01



Fig. 2.6 Sistema de Iluminación - Mezzanine

Edificio Tipo de Estudio

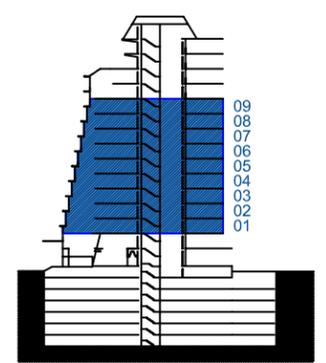
Ciudad de México



SIMBOLOGIA Y NOTAS

SISTEMA DE ILUMINACION

-  LAMPARA FLUORESCENTE TUBULAR PARA PLAFOND
-  LAMPARA FLUORESCENTE COMPACTA PARA PLAFOND



CORTE ESQUEMATICO

PLANTA TIPO

SISTEMA DE ILUMINACION	
Escala 1:200	Cotas en: metros
ILpt-01	



Fig. 2.7 Sistema de Iluminación - Planta Tipo

2.3 Sistemas Hidroneumáticos.

Entre los diferentes sistemas de abastecimiento y distribución de agua en edificios inteligentes, los equipos hidroneumáticos han demostrado ser una opción eficiente y versátil, con grandes ventajas sobre otros sistemas en los edificios convencionales.

El sistema hidroneumático es básicamente una central hidráulica de presión, formada por una o más bombas, un tanque almacenador de agua a presión, un tablero eléctrico que controla el funcionamiento de las bombas, (arranque y paro), una red de tuberías y válvulas y un panel de control que muestra el estado de la unidad y su funcionamiento, de tal forma que en conjunto, mantienen presurizada toda la red hidráulica del edificio inteligente, para asegurar la total eficiencia, confort y funcionalidad en los servicios y equipos a base de agua.

Los equipos hidroneumáticos se clasifican de acuerdo al caudal que proporcionan, siendo los de bajo caudal aquellos que cuentan con una sola bomba instalada de alimentación monofásica (127 V), y los de alto caudal, aquellas que cubren demandas superiores, tal es el caso de los edificios inteligentes o construcciones de mayor magnitud, con dos o más electrobombas con accionamiento eléctrico exclusivamente o combinados con motores a combustión interna, alternándose automáticamente en caso de alguna avería o fallo en el suministro de energía eléctrica.

Los equipos hidroneumáticos responden instantáneamente y automáticamente, suministrando el caudal requerido para los servicios de la red que lo soliciten, esto debido al funcionamiento autónomo para el cual están diseñados, ya que a la menor caída de presión por debajo de su rango de operación preestablecida, automáticamente arrancan las bombas del sistema, manteniendo siempre una

presión y caudal constante, independientemente de todos los servicios que sean requeridos en el mismo instante, que a diferencia de los sistemas convencionales, los cuales operan debido a la gravedad del agua confinada en un tanque que se encuentra colocado en la parte superior del edificio, donde la presión y el caudal están en función del nivel de agua que tenga en ese momento el depósito, la capacidad del mismo y de los servicios que sean utilizados en ese mismo momento, así, entre más servicios sean empleados, menor será la presión y el caudal de agua en cada toma o salida.

Los equipos hidroneumáticos son instalados directamente a la red de distribución de agua de los distintos servicios y consumos, siendo colocados en el interior o exterior del nivel más bajo del edificio, (sótano), la posición relativa del hidroneumático y del tanque cisterna no es condicionante.

Ventajas de los equipos hidroneumáticos sobre los sistemas convencionales por gravedad.

Los equipos hidroneumáticos son instalados debido a la excelente presión que proporcionan en toda la red hidráulica de un edificio, algunas aplicaciones y características fundamentales son:

- En el funcionamiento de los sistemas contra incendio obteniendo una rápida respuesta y mayor alcance de los rociadores.
- En los sistemas de riego automático por aspersion para las de áreas verdes del edificio,
- Optimiza el funcionamiento de los sistemas de filtrado de agua.
- En regaderas proporcionando un ahorro considerable de agua.

- En los sistemas sanitarios y en las áreas de lavandería son empleados para un rápido llenado de los depósitos, disminuyendo el tiempo empleado en los centros de lavado.
- No requiere tanques o depósitos de agua en las azoteas empleados en los sistemas convencionales, que den mal aspecto a las fachadas y sobrecarguen la estructura de la construcción.
- No requieren de una red hidráulica de distribución en las azoteas, quedando libres para diferentes usos, y evitando humedades por fugas en la red.
- Son totalmente higiénicos ya que no hay tanques abiertos en contacto con el polvo, microbios, insectos y pequeños animales.
- Evitan la colocación de tanques elevados (reserva), toman agua directamente de la cisterna y mantienen toda la red a una presión superior a la que proporciona una red con tanque elevado.
- Se dispone de mayor caudal en tomas o salidas de la red, mayor cantidad de agua en menor tiempo.
- No mantienen a la bomba permanentemente funcionando cuando está consumiendo agua en la red como los sistemas de bombeo centrífugo, proporcionando un ahorro en el consumo de energía.
- Cuentan con un dispositivo de auto-prueba, para el control periódico del funcionamiento y sus componentes.
- Mínimo consumo eléctrico, confiables y de bajo costo, entre otros. Así mismo evita la acumulación de sarro en las tuberías por flujo a baja velocidad.

Sin embargo, los equipos hidroneumáticos en la actualidad, son instalados tanto en los edificios inteligentes como en los edificios convencionales, debido a que son indispensables para el funcionamiento de los servicios básicos de un edificio cualesquiera y el costo de un equipo hidroneumático será el mismo en ambos casos. En este trabajo de tesis se está comparando un edificio inteligente contra un convencional de las mismas características, es este caso con los mismos servicios y tomas de agua, de lo cual no se realizara el análisis costo / beneficio de los sistemas hidroneumáticos de un edificio inteligente contra un convencional por no haber diferencia alguna, más sin embargo, cabe aclarar que el sistema hidroneumático en un edificio inteligente está enlazado a través del Sistema Centralizado y desde ahí, está siendo monitoreado su funcionamiento, que a diferencia de un edificio convencional, su funcionamiento está siendo inspeccionado periódicamente en recorridos realizados por personal de mantenimiento.

2.4 Sistema Centralizado o de Integración (Monitoreo y Control de Sistemas).

En este apartado se presenta la importancia de contar con un Sistema Centralizado o de Integración de los Sistemas en un Edificio Inteligente, ya que con ello se puede tener interacción entre los diferentes sistemas que comprenden el edificio (a través del monitoreo y control de los diferentes equipos), facilitando la manera con la que el operador puede interactuar con el Edificio, con lo que le permite tomar decisiones de manera mucho más rápida y sobre todo poder administrar **TODO** el Sistema Inteligente del Edificio.

¿En que Consiste?.

El Sistema de Integración para los Edificios Inteligentes consiste en el control y monitoreo de los diversos Sistemas con que cuenta el Edificio, como son:

- Sistema de Aire Acondicionado (HVAC).
- Sistema de Detección de Incendio.
- Sistema de Extinción de Incendio.
- Sistema de Control de Acceso (c/ sistema de pago de nomina).
- Sistema de Circuito Cerrado de Televisión.
- Sistema de Iluminación.

- Sistema de Monitoreo Varios (Plantas Receptora, Transformadora y de Emergencia, Niveles de Cisternas, Chillers, Variadores de Frecuencia).

Bajo el concepto de Sistema Centralizado o de integración, **TODOS** los diferentes sistemas deben de reportar a un solo y único Servidor Central, el cual cuenta con un Software Gráfico de Integración y Administración “**SGIA**”, que tiene como finalidad el monitoreo y/o control total de los equipos de los diferentes sistemas mencionados para las diferentes áreas; esto se presenta al usuario por medio de gráficos sencillos e interactivos, que asemejan la distribución de los equipos dentro del inmueble, para así simplificar la operación de todos los sistemas. El SGIA como parte medular del Sistema Centralizado; es la herramienta de interacción entre el Operador del Sistema y el Edificio Inteligente.

Objetivo.

El objetivo del Sistema Centralizado o de integración para el Edificio Inteligente, consiste en obtener las condiciones requeridas de confort y seguridad para los usuarios del inmueble, así como de reducir y/o economizar los recursos tanto energéticos como humanos en los diferentes sistemas que lo componen.

El Sistema de Integración concentra toda la información de los diferentes sistemas y muestra las condiciones de operación, alarmas y tendencias de monitoreo, y cabe mencionar que para algunos equipos en algunos sistemas, permite el sobrecomando de operación.

Descripción.

El SGIA es un conjunto de aplicaciones integradas para la gestión de las instalaciones. Esta diseñado para proporcionar un control total sobre el edificio y al mismo tiempo ofrecer una integración incomparable con los procesos del Edificio Inteligente. El SGIA incluye versátiles aplicaciones de software tales como la

Administración de Protección de Vidas, la Administración del Edificio y la Administración de Seguridad. Cada una de ellas ayuda a gestionar mejor las diversas facetas del edificio y en su conjunto ofrecen una “imagen” completa del edificio. El SGIA aprovecha las ventajas de la gestión de información para llevar la productividad de las instalaciones de un Edificio a un nivel superior en comparación de un Edificio Convencional, el cual no cuenta con esta herramienta.

Arquitectura.

El SGIA utiliza una arquitectura del tipo cliente-servidor basado en Windows® para proporcionar la escalabilidad económica sin necesidad de hardware propio. Cuenta con estaciones de operador que pueden conectarse utilizando diversas topologías de red TCP/IP estándar tales como LAN y WAN, así como mediante acceso en serie y telefónico. Las bases de datos y las aplicaciones pueden integrarse de manera que los diversos clientes locales, de red y de Internet dispongan de acceso a informes de supervisión, control, rendimiento pasado y gestión. El SGIA proporciona una estrecha integración en el edificio de manera que la información procedente de recursos humanos fluya directamente a la aplicación Administración de Seguridad; mientras que la aplicación Administración del Edificio suministra información a los paquetes de gestión de mantenimiento. El acceso SQL estándar a los datos de rendimiento del edificio permite a los ejecutivos observar el verdadero impacto operativo sobre los resultados económicos, ya que vincula estos datos a los sistemas financieros de los gastos dentro del Edificio. El SGIA permite gestionar de manera eficaz las operaciones cotidianas y además proporciona a los operadores información sobre el rendimiento de las instalaciones del Edificio Inteligente.

Integración Real.

El SGIA es un versátil conjunto de aplicaciones que proporciona un control integrado y económico sobre todos los sistemas principales del Edificio Inteligente. Permite proporcionar un acceso y una integración con las principales funciones del Edificio, lo

que resulta es una versátil visión de toda la operación del Edificio Inteligente que permite aumentar la rentabilidad, sacar el máximo partido a los recursos y reducir los gastos. El SGIA proporciona una única solución que supervisa, controla e integra todas las operaciones del edificio. Incluye las siguientes aplicaciones:

- **Administración del Edificio.**

Integra y controla los sistemas y subsistemas del uso de agua helada, ventilación y aire acondicionado, iluminación, hidráulica y energía del edificio.

- **Administración de Seguridad.**

Control y supervisión integrados de los sistemas electrónicos de control de acceso, gestión de seguridad y circuito cerrado de televisión.

- **Administración de Protección de Vidas.**

Proporciona supervisión básica y control total sobre las funciones de protección del edificio, incluida la detección de humos e incendios, la supervisión del agua destinada a los rociadores y la comunicación de emergencias.

Ventajas de la Integración.

A continuación se mencionan las ventajas que tiene la integración de los sistemas.

Reducción de Gastos.

Una de las ventajas de la integración es la disminución de los gastos, ya que al utilizar el SGIA para combinar los sistemas y compartir información, se contribuye a eliminar ineficiencias, recortar los gastos energéticos y reducir el tiempo de inactividad.

El SGIA ayuda a sacar el máximo rendimiento a las instalaciones:

- Controlando la iluminación, la calefacción, la ventilación, la dehumidificación y el aire acondicionado para reducir/eliminar el uso innecesario de estos sistemas en las horas no laborables.
- Integrando las funciones de seguridad y protección de manera que el responsable del Edificio pueda reducir al mínimo la posibilidad de que se produzca un problema de seguridad o un incendio.
- Proporcionando cifras de utilización en tiempo real de los equipos en lugar de estimaciones.
- Integrando los sistemas de gestión para mejorar la utilización y el rendimiento de los diferentes equipos que comprende el Edificio Inteligente.

Mejora de la productividad.

El SGIA puede garantizar que el edificio opere a su potencial máximo:

- Integrando los sistemas energéticos, de calefacción, ventilación, dehumidificación, aire acondicionado y de generadores en una única interfaz de usuario; y permitiendo controlar varios emplazamientos desde una sola ubicación.
- Consolidando los datos a fin de permitir elaborar estadísticas de confianza para el equipo y los subsistemas.
- Integrando el control de acceso y el circuito cerrado de televisión para contribuir a la protección de las instalaciones.

- Integrando los sistemas de protección a fin de poder avisar cuanto antes a los operarios/usuarios de la posible existencia de humo o de un incendio.
- Evitando evacuaciones de usuarios innecesarias, reduciendo así el tiempo de inactividad, así como los costosos daños producidos por el humo en el equipo informático.

Integración y Acceso a Datos a Través de una Unica Fuente.

El SGIA, posee una única fuente de información histórica y en tiempo real para los sistemas y subsistemas fundamentales del edificio. El operador puede concentrarse en actividades cruciales para el edificio y obtener información precisa con rapidez para tomar decisiones mejor fundamentadas.

El SGIA:

- Proporciona datos ambientales históricos y en tiempo real que se pueden utilizar para validación y presentar a organizaciones reguladoras.
- Integra la base de datos de Recursos humanos en el sistema de control de acceso, con la consiguiente disminución de las posibilidades de que se produzca una entrada no autorizada por parte de un anterior empleado.
- Permite que una aplicación envíe automáticamente un mensaje de correo electrónico a un investigador sobre una situación “fuera de parámetros”.

El Poder de la Integración.

El Software Gráfico de Integración y Administración con que cuenta el Sistema Central, aumenta la productividad de los usuarios del edificio, además que proporciona total acceso a la información y control del edificio. El sistema permite

supervisar, controlar e integrar las funciones del edificio desde una sola estación de trabajo. Se puede activar automáticamente la iluminación de una zona cuando una persona con una tarjeta de seguridad entre en una zona fuera del horario laboral. Si se produce un incendio, los usuarios pueden utilizar el vídeo en directo del circuito cerrado de televisión para “ver” las condiciones reales y después tomar medidas “reales” para controlar la situación. Asimismo, el SGIA hace posible una comunicación perfecta y el uso compartido de datos con los sistemas financieros, de mantenimiento y de gestión de inventario del edificio. El SGIA es la solución integrada que proporciona mejor información, lo cual permite tomar decisiones mejor fundamentadas, para finalmente lograr mejores resultados en la Administración del Edificio Inteligente.

Monitoreo y Control Amigables.

Como ya se menciona, el Software Gráfico de Integración y Administración “SGIA”, tiene como finalidad el permitir el monitoreo y/o control total de los equipos de los diferentes sistemas con que cuenta el Edificio; y como principio debe de presentar dicha información al usuario a través de pantallas sencillas, interactivas y amigables; que asemejen la distribución de los equipos dentro del inmueble, para que sea simple la operación de todos los sistemas, y evitar errores que puedan dañar los equipos en cuestión.

De acuerdo a la necesidad de operación de los diferentes sistemas, se pueden diseñar pantallas funcionales de operación, para fácil acceso a la información requerida por parte del operador del Edificio Inteligente. En la figura 2.8 se presenta una pantalla típica de operación para el monitoreo y control de una UMA, y en la figura 2.9 se presenta una pantalla típica de operación de un conjunto de Chillers y Bombas; este tipo de pantallas gráficas, es lo que visualizaría un operador por medio de en un Sistema Centralizado, y sería por medio de las cuales, él tendría en este caso, interacción con el Sistema de Automatización de HVAC.

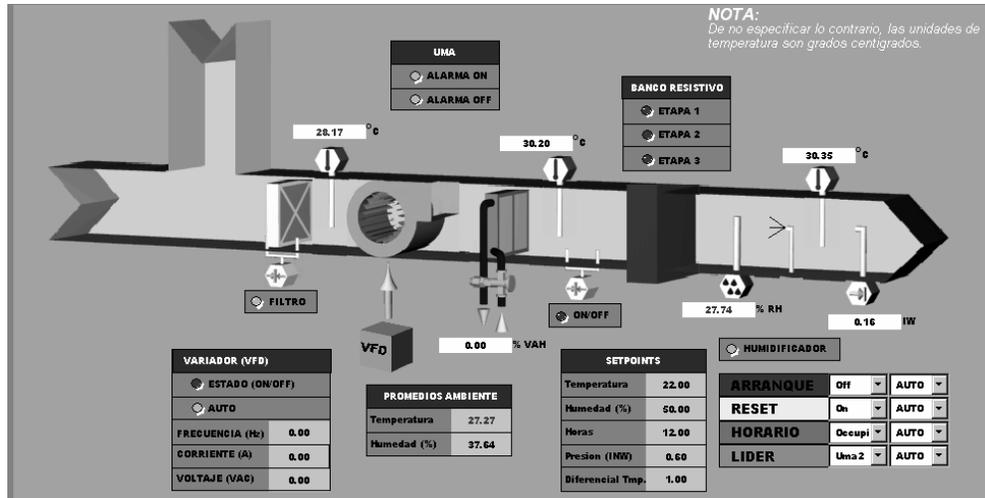


Fig. 2.8 Pantalla Típica de una UMA en el Sistema Centralizado.

Por medio de este tipo de pantallas, es posible hacer el cambio de estado de operación (automático/manual) de puntos y valores preestablecidos en el sistema de manera muy sencilla y puntual, con lo que se reducen los posibles errores por parte del operador.

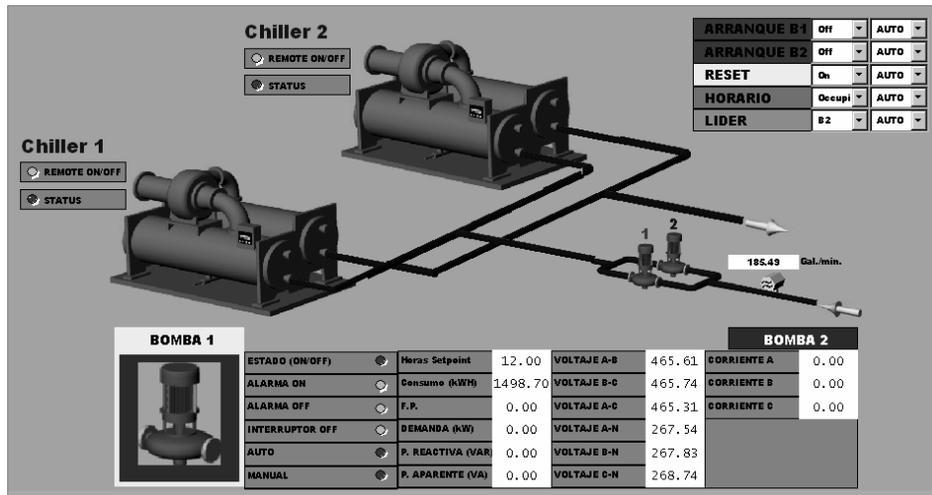


Fig. 2.9 Pantalla Típica de Chillers y Bombas en el Sistema Centralizado.

También pueden existir pantallas que solo presenten los valores en tiempo real para un equipo dado, obtenidos estos parámetros a través de algún protocolo de comunicación por medio de interfaces de comunicación. Véase figura 2.10.



Fig. 2.10 Pantalla Típica de Parámetros obtenidos en Tiempo Real.

- **Interacción con otros sistemas.**

El Sistema Centralizado o de Integración en un Edificio Inteligente como ya se menciona, integra **TODOS** los Sistemas con que cuenta el Edificio, que en concreto realiza la interacción entre ellos de requerirse, permite su monitoreo y control de cada sistema, y administra de manera eficiente los equipos y recursos dentro del Edificio Inteligente.

- **Caso de Estudio.**

Se evalúa el Sistema Centralizado o de Integración pensado únicamente para un Edificio Inteligente, ya que un Edificio Convencional, no existe integración alguna de los sistemas con que llegue a contar, por lo que solo cuenta con sistemas aislados unos de otros. Por lo que realmente no existe costo de comparación en contra de un Sistema Centralizado en un Edificio Inteligente.

Edificio Inteligente:

El Edificio Inteligente tiene el Sistema de Integración para el control y monitoreo de los diversos Sistemas con que cuenta, como son:

- Sistema de Automatización (HVAC e Iluminación).
- Sistema de Detección de Incendio.
- Sistema de Extinción de de Incendio.
- Sistema de Control de Acceso (c/ sistema de pago de nomina).
- Sistema de Circuito Cerrado de Televisión.
- Sistema de Iluminación.
- Sistema de Monitoreo Varios (Plantas Receptora, Transformadora y de Emergencia, Niveles de Cisternas, Chillers, Variadores de Frecuencia).

Todos los anteriores sistemas reportan al Servidor Central, por medio de interfases de comunicación que llevan la información de cada uno de los Sistemas al Software Gráfico de Integración y Administración “SGIA”, con lo que se logra el monitoreo y/o control total de los diversos equipos de los diferentes sistemas mencionados; presentándose dicha información al usuario por medio de pantallas sencillas e interactivas, que asemejan la distribución de los equipos dentro del inmueble o resumen por medio de tablas la información del equipo.

En las tablas 2.17, 2.18 y 2.19 se muestra el costo de implementación de un Sistema de Centralización o Integración para el monitoreo y control de todos los Sistemas dentro del Edificio Inteligente. Este costo hace referencia al equipo, los servicios de

ingeniería y trabajos de montaje y conexión necesarios para el Edificio Tipo de estudio de la presente tesis.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	1600SC	Servidor Torre Dell Power Edge 1600SC Pentium IV Xeon, W2000 Server, 1 GB de Memoria, DVD Writer, Puertos de Comunicaciones TCP/IP y RS-232, 2 Tb HD.	Dell	\$7,513.01	\$7,513.01
2	1	TH-42PWD6UY	Monitor de Plasma de 42", resolución de 1600x1200 píxeles y más de 1 millón de colores, relación de contraste de 4000:1.	Panasonic	\$6,187.08	\$6,187.08
3	1	SWEBI	Software de Monitoreo y Control EBI, con licencia para manejo de 20,000 puntos, licencia de W2000 Server, SQL Server, SWEBI-DB0256-0100, SWEBI-IF-TEMA-NC, SWEBI-CDDOC-300, SWEBI-ST1-100, SWEBI-IF-XL5DIR, SWEBI-OP-SECV256, SWEBI-OP-PHOTOID, SWEBI-IF-XLS, SWEBI-IF-BACDIRCL, SWEBI-IF-MODIC	Honeywell	\$34,768.74	\$34,768.74
4	1	SWEBI-ST05-100	Licencias de uso EBI para manejo de 5 estaciones de trabajo (usuarios simultáneos).	Honeywell	\$3,338.14	\$3,338.14
5	16	Q7751D2006	Interfase de comunicación iLON para XL50's y XL10's a LAN (Automatización)	Honeywell	\$1,876.89	\$30,030.24
6	1	XLS-LAN	Interfase de comunicación RS-485 para XL-1000 a LAN (Detección Incendio y Monitoreo de Extinción de Incendio)	Honeywell	\$4,130.17	\$4,130.17
7	24	COBOX-FL-01	Interfase de comunicación a Variador de Frecuencia mediante protocolo Modbus RTU RS-485	Lantronix	\$943.74	\$22,649.87
8	1	COBOX-FL-01	Interfase de comunicación a Chillers mediante protocolo Modbus RTU RS-485	Lantronix	\$943.74	\$943.74
9	2	COBOX-FL-01	Interfase de comunicación a Tableros Eléctricos mediante protocolo Modbus RTU RS-485	Lantronix	\$943.74	\$1,887.49
10	1	COBOX-FL-01	Interfase de comunicación a Planta de Emergencia mediante protocolo Modbus RTU RS-485	Lantronix	\$943.74	\$943.74
11	1	COBOX-FL-01	Interfase de comunicación a Planta Tratadora de Agua mediante protocolo Modbus RTU RS-485	Lantronix	\$943.74	\$943.74
12	1	COBOX-FL-01	Interfase de comunicación a Tablero Control de Cisternas mediante protocolo Modbus RTU RS-485	Lantronix	\$943.74	\$943.74
13	15	COBOX-FL-01	Interfase de comunicación a Tableros de Iluminación mediante protocolo Modbus RTU RS-485	Lantronix	\$943.74	\$14,156.17
					Total	\$128,435.89

Tabla 2.17 Equipo de Centralización o Integración.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Administración del proyecto: Supervisión, puesta en marcha, documentación, generación de pantallas y pruebas.	NA	\$71,924.10	\$71,924.10

Tabla 2.18 Servicios de Ingeniería de Integración.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Suministro de materiales, mano de obra para el montaje y conexión del sistema Centralizado o Integración.	NA	\$26,971.54	\$26,971.54

Tabla 2.19 Montaje y Conexión.

GRAN TOTAL (USD + IVA)	\$227,331.52
-------------------------------	---------------------

En la tabla 2.17 se enlista el equipo requerido en campo (que principalmente se ubica en el Cuarto de Control en la planta baja del edificio) para poder contar con un Sistema Centralizado en el edificio de los diferentes Sistemas mencionados en la presente tesis; así mismo, en esta misma tabla, se incluye el equipo adicional necesario para poder también monitorear otros equipos por medio de interfaces de comunicación; en la tabla 2.18 se cuenta con el monto requerido para la supervisión, configuración y generación de las pantallas de monitoreo y control del Sistema Centralizado; y en la tabla 2.19 se cuenta con el monto de los materiales (tubería y cableado) necesarios para el montaje y conexión del equipo.

El costo de la implementación del Sistema Centralizado para el Edificio Inteligente; es considerable, sin embargo las grandes ventajas (ya mencionadas anteriormente) que brinda el contar con este sistema es realmente muy importante, crucial y de gran utilidad en un Edificio Inteligente, ya que garantiza el buen control, monitoreo y administración del inmueble.

3. SISTEMAS DE SEGURIDAD.

El concepto de seguridad cubre un gran ámbito de actividades cuyo fin último es la integridad de las personas y luego de sus bienes.

Gracias a la tecnología actual se cuenta con sistemas de control capaces de realizar acciones que antiguamente se pensaba que sólo el ser humano podía realizarlas. En la actualidad se tienen equipos y sensores tan especializados que permiten: discernir si sólo se trata de humo o si realmente hay fuego, abrir puertas automáticamente, control de iluminación, etc. Pero no es suficiente si sólo se dispone de buenos sensores, también es necesario definir algoritmos que "sean capaces de tomar decisiones en momentos determinados", sin la intervención humana. Adicionalmente son requeridos sistemas de comunicaciones para envío de datos empleados en la supervisión y el control del sistema de seguridad.

La seguridad que puede proporcionar un edificio inteligente es más amplia que la que puede proporcionar cualquier edificio convencional, ya que integra distintos campos de la seguridad que normalmente están controlados por sistemas diferentes.

Cabe mencionar, que para salvaguardar la integridad física de las personas y de los activos, no existe ningún plazo para recuperar la inversión.

En el presente capítulo se analizan los tipos de seguridad física, así como los sistemas de seguridad más empleados en el diseño de los edificios inteligentes, como control de accesos, circuito cerrado de televisión, detección y extinción de incendios y el personal de seguridad, además de los diversos tipos de alarmas y sensores.

3.1 Seguridad Física.

La seguridad física consiste en la aplicación de barreras físicas y procedimientos de control, como medidas de prevención y contramedidas ante amenazas a las personas y a los bienes o activos.

Fundamentalmente, cualquier sistema de seguridad debe cumplir cinco puntos considerados básicos:

Prevención o disuasión: Cualquier sistema debe estar pensado de tal forma que, desde el proyecto o construcción, se hayan tomado las medidas necesarias que reduzcan los riesgos, de forma que estos sean mínimos.

Detección y alarma: Se deben implantar los medios que nos faciliten la detección inmediata de cualquier evento dentro de una lista predeterminada de éstos, y provoquen las señalizaciones de alarma necesarias para cada caso.

Reconocimiento e identificación: Se debe dotar al personal de vigilancia de los medios que permitan la correcta localización del suceso, así como su alcance, tipo, origen, etc.

Retardo: Se debe disponer de los medios adecuados a los riesgos esperados del evento, que faciliten la activación de los elementos de la reacción.

Reacción: Hay que considerar la inutilidad de todo lo anterior si no se dispone de medios para atacar directamente el suceso acaecido, tratando de eliminarlo rápidamente, ó al menos, reducir la mínimo sus efectos.

Para llevar a cabo la seguridad física en un edificio inteligente se toman en cuenta principalmente los siguientes factores:

- En primer lugar se consideran las limitaciones económicas, de forma que las tengan presentes pero sin que ello suponga una reducción de los medios a utilizar. Igualmente, es muy importante realizar una evaluación de los riesgos máximos que podrían presentarse. A partir de esas directrices se puede llegar a fijar las exigencias, limitaciones y grados de eficacia que se desean para las instalaciones.
- Es imprescindible considerar las diversas amenazas que se pueden plantear en el funcionamiento futuro del edificio, considerando tanto las inherentes al propio edificio como las que pueden venir del exterior. En este punto se debe fijar si se trata de riesgos fortuitos o intencionados, si se producen de fuera a dentro del edificio o provienen del interior, acciones a emplear frente a las amenazas, etc.

De modo genérico, todo sistema de seguridad debe contemplar un primer subsistema prioritario como sería las instalaciones contra incendios, en segundo contra robo y agresión (control de accesos), y un tercero del que depende el funcionamiento de todos los edificios, el suministro eléctrico.

3.1.1 Control de Accesos.

Un sistema de control de acceso garantiza el control de cada una de las puertas del edificio y proporciona información específica para mejorar la gestión empresarial.

Con un sistema de control de acceso se tiene la posibilidad de conceder o negar el acceso a determinadas áreas, de forma que algunas personas tendrán acceso a todas las puertas a cualquier hora, mientras que otras solo tendrán permiso de entrada en puertas concretas y en un horario de trabajo. De manera que también se puede instalar una base de datos con especificaciones horarias de entrada y salida de cada persona y/o empleado. Al igual que en cualquier sistema de seguridad física, existen cuatro puntos principales que deben actuar de forma coordinada y simultánea:

- Detección y comprobación.
- Comunicación rápida y segura de la información.
- Retardo.
- Reacción.

Dentro del control de accesos que generalmente se pueden emplear en un edificio, se encuentran:

Control de Acceso Manual: Estos sistemas utilizan exclusivamente al personal de seguridad, que comprueba las autorizaciones de acceso a distintos recintos a las distintas horas.

Control de Acceso Automatizado: Estos medios implican la utilización de máquinas y sistemas que realizan todo el proceso de comprobación y autorización, dejando constancia en archivos para su posterior revisión.

Control de Acceso Mixto: Estos procedimientos se basan en personal de seguridad auxiliado por máquinas que le permiten una mayor eficacia, en este caso se incluyen, principalmente, los objetivos clasificados de alta seguridad, en los cuales las misiones del personal están avaladas principalmente por medio de detección de materiales no deseados, es decir, se equipan los puestos de control con:

- Detectores de metales.
- Detectores de explosivos.
- Archivos informatizados de datos, etc.

En los edificios inteligentes se utilizan los sistemas automatizados, y a continuación se enumeran diferentes posibilidades que presenta un sistema de control de accesos.

Tarjetas codificadas: La codificación de las tarjetas puede realizarse de varias maneras:

- Codificación óptica.
- Lectura magnética.

- Lectura electrónica.

Control de Visitas: El control de accesos, generalmente es aplicado al personal efectivo de la empresa. Cuando una persona ajena a ésta ingresa dentro del edificio no se puede llevar un buen control de su estadía.

El sistema de control de visitas, es un software diseñado para realizar un seguro, práctico y eficiente control de ingresos y egresos.

Este control registra al visitante digitalizando su imagen y voz junto con otras imágenes como documentos de identidad o mercadería de ingreso, para archivarlas conjuntamente con sus datos personales en el sistema.

Luego del registro, se hará entrega de una tarjeta, la cual permitirá su ingreso a las distintas áreas del edificio, quedando ésta información almacenada en una base de datos.

La figura 3.1 muestra un sistema de acceso que funciona con tarjetas de banda magnética.



Fig. 3.1 Sistema de acceso a través de tarjeta.

Cerraduras electrónicas autónomas: permiten el acceso a edificios o salas y se accionan con tarjetas magnéticas y teclados numéricos. Para seguridad extra, se puede combinar la tarjeta y el código numérico.

Acceso biométrico: La biometría es la parte de la biología que estudia en forma cuantitativa la variabilidad individual de los seres vivos utilizando métodos estadísticos. La biometría es una tecnología que realiza mediciones en forma electrónica, guarda y compara características únicas para la identificación de personas. Los lectores biométricos identifican a la persona por lo que es (manos, ojos huellas digitales y voz). Este sistema brinda una solución eficiente, segura y accesible al problema de la identificación de las personas que ingresan a un determinado lugar.

La figura 3.2 muestra un sistema que combina la identificación mediante biometría (lector de huellas digitales) con la grabación de un video de corta duración del evento de entrada y salida. De esta manera quedan registrados en una base de datos, nombre de la persona, fecha, hora y lugar del acceso, más un video que permite ver fehacientemente el suceso, eliminando la posibilidad de que el sistema sea burlado, teniendo la posibilidad de realizar diversas consultas, entre ellas un seguimiento de los accesos de un usuario en particular.

Como ventaja adicional se pueden mencionar los ínfimos costos de mantenimiento ya que los lectores biométricos no tienen los problemas de desgaste de cabezales y desmagnetización muy frecuentes en tarjetas magnéticas o los costos asociados a la pérdida del identificador.

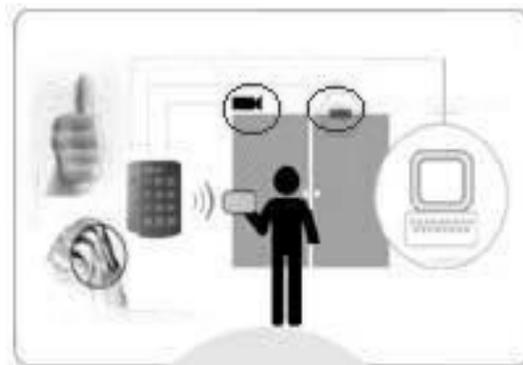


Fig. 3.2 Control de acceso biométrico.

Funcionamiento: Cuando la persona apoya su dedo en el lector, el mismo realiza una búsqueda en su base de datos interna. Al mismo tiempo, el sistema toma imágenes de las cámaras que estén preconfiguradas, por ejemplo, de la cámara que apunte a la puerta y las que cubran el sector, y genera videos de corta duración del "evento" pudiendo ser de 10 segundos en el caso en que el usuario sea válido y de 30 segundos en el caso en que sea una persona no reconocida. Esos videos tomados quedan disponibles en el servidor y pueden ser accedidos por usuarios válidos ya sea vía la red local de computadoras o vía Internet. Se pueden hacer consultas a la base de datos ya sea por puerta (quien entro por determinado acceso un día o rango de días) o bien por persona (a que lugares accedió la persona en un determinado día o grupo de días).

Verificación de voz: La dicción de una (o más) frase es grabada y en el acceso se compara la voz (entonación, diptongos, agudeza, etc.).

Este tipo de sistemas es muy sensible a factores externos como el ruido, el estado de ánimo y enfermedades de la persona, el envejecimiento, etc.

Verificación de patrones oculares: Estos modelos pueden estar basados en los patrones del iris o de la retina y hasta el momento son los considerados más efectivos. Su principal desventaja reside en la resistencia por parte de las personas a que les analicen los ojos, por revelarse en las mismas enfermedades que en ocasiones se prefiere mantener en secreto.

Procesadores neuronales: es un control altamente sofisticado de acceso. Son computadoras que procesan información de la misma forma que las neuronas del cerebro. A través de la visualización por cámara de video permiten el ingreso a personas autorizadas y reconoce a las no deseadas cuyas fotos están guardas en una base de datos. Existen equipos que pueden realizar hasta un millón de comparaciones por segundo.

Verificación automática de firmas: En este caso lo que se considera es lo que el usuario es capaz de hacer, mientras es posible para un falsificador producir una buena copia visual, es extremadamente difícil reproducir las dinámicas de una persona: por ejemplo la firma genuina con exactitud. La verificación automática de firmas toma datos del proceso dinámico de firmar o de escribir, usando emisiones acústicas. La secuencia sonora de emisión acústica generada por el proceso de escribir constituye un patrón que es único en cada individuo. El patrón contiene información extensa sobre la manera en que la escritura es ejecutada.

Pasarelas ópticas inteligentes: se usan para controlar lugares con concurrencia variable (discotecas o edificios públicos). Controlan el flujo de personas y conectadas a computadoras dan aviso antes que un sitio colme su capacidad. Pueden combinarse con tarjetas de acceso, molinetes u otras barreras físicas.

- **Interacción con otros sistemas.**

El Sistema de Control de Accesos en un Edificio Inteligente esta integrado al Sistema Central del Edificio, en el cual se monitorea de manera gráfica el estatus de los diferentes dispositivos con que cuenta el sistema para cada uno de los pisos o áreas de seguridad del edificio; como son el estado de cada puerta, el estado de cada chapa electromagnética, el estado de cada lectora.

Este sistema principalmente interactúa con el sistema de Detección de Incendio del Edificio Inteligente; y puede también interactuar con el software que maneja la nomina de los empleados.

En el caso de que el Sistema de Detección detecte un posible conato de incendio, manda liberar todas las puertas con control de acceso, para que los accesos/egresos ubicados en el piso en riesgo, un piso arriba y un piso abajo; sean liberados para que la gente pueda evacuar de manera segura los mismos, sin necesidad de utilizar sus tarjetas de acceso.

Ahora bien, el Sistema de Control de Accesos puede interactuar con el sistema de software de pago de nomina, ya que el software de Control de Accesos guarda un histórico de las horas de llegada y salida de cada uno de los usuarios/empleados que laboran en el Edificio Inteligente, por lo que envía esta información al software de pago de nomina, para que este último calcule las horas reales trabajadas y realice los pagos de nómina considerando retardos y/o horas extras.

En ocasiones el Sistema de Control de Accesos también interactúa con el sistema de CCTV, y en este caso, cuando una persona no autorizada trata de entrar a un puerta o zona restringida, además de enviar una señal de alerta al Sistema Centralizado: hace girar la cámara más cercana a la puerta en cuestión, para que quede grabada la persona que intento acceder a la zona restringida.

- **Caso de Estudio.**

Se evalúan dos sistemas de Control de Acceso, uno para un Edificio Convencional, y otro para un Edificio Inteligente.

Edificio Convencional:

En un Edificio Convencional, en caso de contar con el Sistema de Control de Accesos, este es del tipo no integrable al resto de los sistemas que llega a contar el edificio; es del tipo básico en que no puede monitorear el estado de los dispositivo de campo con los que cuenta (contactos magnéticos, lectoras, electrochapas, módulos de control), por lo que no se puede saber desde el software de monitoreó/control si los periféricos están en óptimas condiciones, y de contar con alguna posible información, esta es de una manera muy limitada.

En las tablas 3.1, 3.2 y 3.3 se muestra el costo de la implementación del Sistema de Control de Accesos que generalmente se utiliza para un Edificio del tipo Convencional. Este costo hace referencia al equipo el cual se muestra en las figuras

3.3, 3.4, 3.5 y 3.6. Los servicios de ingeniería, trabajos de montaje y conexión para el Edificio Tipo de estudio de la presente tesis.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Marca	Precio Unit.	Total
1	11	N-1000-IV	Panel de control de acceso para cuatro lectoras	Northern	\$1,953.45	\$21,487.95
2	21	SMP3	Fuente de poder para chapas electromagnéticas	Altronix	\$172.94	\$3,631.74
3	41	Omni 30	Lectora de proximidad	Northern	\$160.11	\$6,564.51
4	11	X-4	Transformador para panel de control de acceso	Northern	\$19.22	\$211.42
5	41	S4	Supresor de picos	Northern	\$19.22	\$788.02
6	1000	HID-C1326	Tarjeta de Proximidad blanca	HID	\$3.84	\$3,840.00
7	32	ML8011LCU	Chapa electromagnética de 1200 lbs.	Northern	\$211.65	\$6,772.80
8	32	ML8011LBR	Bracket de sujeción para puertas	Northern	\$25.98	\$831.36
9	35	RP26A	Botón liberador de puertas	A. Ctrls	\$22.10	\$773.50
10	35	7939WH	Contacto magnético para puertas	Northern	\$4.13	\$144.55
11	5	ML-PLUS	Torniquete de cintura de tres brazos con gabinete.	Ademco	\$4,570.08	\$22,850.40
12	2	G90 CD	Barrera de Acceso Vehicular y detector de masa vehicular	Federal APD	\$2,701.18	\$5,402.36
13	21	GABFTE	Gabinete para fuente de poder del panel de Acceso	TDL	\$14.53	\$305.13
14	21	1260E	Baterías de Respaldo para Fuente de Electro Imanes	Por	\$23.51	\$493.71
15	21	TYI-140	Transformador para fuente de poder	Yonusa	\$21.46	\$450.66
16	1	WinpackPro	Software de control de acceso, actualización 3, para 1 usuario, 1 licencia	Northern	\$2,065.61	\$2,065.61
					Total	\$76,613.72

Tabla 3.1 Equipo de Control de Acceso.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Marca	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Administración del proyecto: Supervisión, puesta en marcha, documentación y pruebas.	NA	\$15,655.10	\$16,088.88

Tabla 3. 2 Servicios de Ingeniería de Control de Acceso.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Suministro de materiales, mano de obra para el montaje y conexión del sistema de control de acceso.	NA	\$26,091.84	\$26,814.80

Tabla 3.3 Montaje y Conexión.

GRAN TOTAL (USD + IVA)	\$119,517.40
-----------------------------------	---------------------

En la tabla 3.1 se enlista el equipo central de control de acceso, y el equipo de campo necesario para poder contar con el Sistema de Control de Acceso en el edificio; en la tabla 3.2 se cuenta con el monto requerido para la supervisión y configuración del sistema; y en la tabla 3.3 se cuenta con el monto de los materiales (tubería y cableado) necesarios para el montaje y conexión del equipo.

Edificio Inteligente:

Un Edificio Inteligente actual, cuenta con un Sistema de Control de Accesos en su totalidad del tipo distribuido, en el cual todos los equipos de campo se comunican con el controlador de Acceso por medio de un Bus de comunicación, con lo que se reduce su costo de mantenimiento a futuro; además este sistema puede controlar/monitorear todos los accesos/egresos de las zonas de seguridad con que cuenta el edificio, puede determinar el estado de todos y cada uno de los equipos que tiene en campo (lectoras, electrochapas, módulos de control y monitoreo), con lo que se puede saber si algún equipo de campo esta fallando. Interactúa con el Sistema de Detección de Incendio, y con el software de pago de nómina de los empleados/usuarios del edificio, y en ocasiones interactúa también con el sistema de CCTV para aplicaciones de zonas de alta seguridad. En caso de falla de comunicación con el Sistema Centralizado, además de seguir operando de manera aislada, cada controlador de accesos, puede guardar hasta 10,000 transacciones, con lo que se garantiza que mientras no esta en comunicación con el Sistema Centralizado no se perderá información alguna de los usuarios que pasaron a través de un acceso/egreso.

Los controladores de Acceso cuentan con protocolos de comunicación TCP/IP, por lo que no importa en que lugar se monten dentro del edificio, si cuenta con un nodo cercano, se garantiza su fácil comunicación con el Sistema Central.

En las tablas 3.4, 3.5 y 3.6 se muestra el costo de implementación de un Sistema de Control de Accesos para un edificio del tipo Inteligente. Este costo hace referencia al equipo el cual se muestra en las figuras 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6. Los servicios de ingeniería, trabajos de montaje y conexión para el Edificio Tipo de estudio de la presente tesis.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	6	TS_AC01	Controlador Tema Server para el manejo de 8 lectoras.	Tema-Line	\$967.99	\$5,807.94
2	6	5600-ATS-KLC	Fuente de poder 120 VAC - 12 VDC, con tarjetas de distribución de 20 circuitos con fusibles independientes, incluye gabinete metálico con chapa, y batería de respaldo de 7AH	Dynalock	\$496.58	\$2,979.48
3	41	TK_D27	Lectora de proximidad para tarjetas HID con Teclado y Display.	Tema-Line	\$498.05	\$20,420.05
4	2	TK_C08	Modulo para conexión de lectoras Wiegand	Tema-Line	\$224.00	\$448.00
5	35	TK_S01	Módulo digital 4 entradas y 4 salidas supervisadas para control y monitoreo de supervisor de puerta, botón de salida, chapa electromagnética.	Tema-Line	\$208.07	\$7,282.45
6	1000	HID-C1326	Tarjeta de Proximidad blanca de 34 bits	HID	\$6.08	\$6,080.00
7	32	2268-10DSM	Contrachapa magnética para una puerta sencilla de 1200 lb de sujeción, montaje de superficie, 12 VDC, incluye sensor de estado de puerta.	Dynalock	\$279.57	\$8,946.24
8	32	4614	Bracket de sujeción para puertas	Dynalock	\$32.98	\$1,055.36
9	35	6110	Botón de egreso con placa metálica con leyenda "Exit".	Dynalock	\$28.58	\$1,000.30
10	29	7075	Botón de emergencia, con martillo y cristal para romperse en caso de emergencia.	Dynalock	\$143.37	\$4,157.73
11	1	7022-CYL	Switch momentáneo temporal para manejo de alarmas.	Dynalock	\$93.19	\$93.19
12	35	945WH	Contacto magnético para supervisión de puertas	Ademco	\$5.55	\$194.25
13	33	ML-PLUS	Torniquete de cintura de tres brazos de acero inoxidable y gabinete.	Ademco	\$6,670.08	\$220,112.64
14	2	G90 CD	Barrera de Acceso Vehicular y detector de masa vehicular	Federal APD	\$2,701.18	\$5,402.36
15	2	PR-MAXI PROX	Lectora de proximidad Wiegand para montaje en exteriores de alto alcance para estacionamiento.	Ademco	\$658.82	\$1,317.64
					Total	\$285297.63

Tabla 3.4 Equipo de Control de Acceso.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Administración del proyecto: Supervisión, puesta en marcha, documentación y pruebas.	NA	\$45,647.62	\$45,647.62

Tabla 3.5 Servicios de Ingeniería de Control de Acceso.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Suministro de materiales, mano de obra para el montaje y conexión del sistema de control de acceso.	NA	\$74,177.38	\$74,177.38

Tabla 3.6 Montaje y Conexión.

GRAN TOTAL (USD + IVA)	\$405,122.63
-------------------------------	---------------------

En la tabla 3.4 se enlista el equipo central de control de acceso, y el equipo de campo necesario para poder contar con el Sistema de Control de Acceso en el edificio Inteligente; en la tabla 3.5 se cuenta con el monto requerido para la supervisión y configuración del sistema inteligente; y en la tabla 3.6 se cuenta con el monto de los materiales (tubería y cableado) necesarios para el montaje y conexión del equipo.

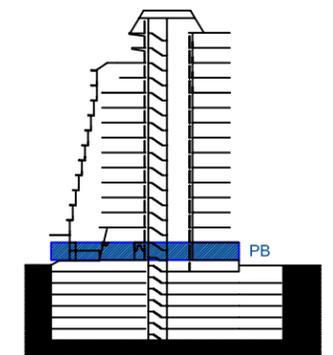
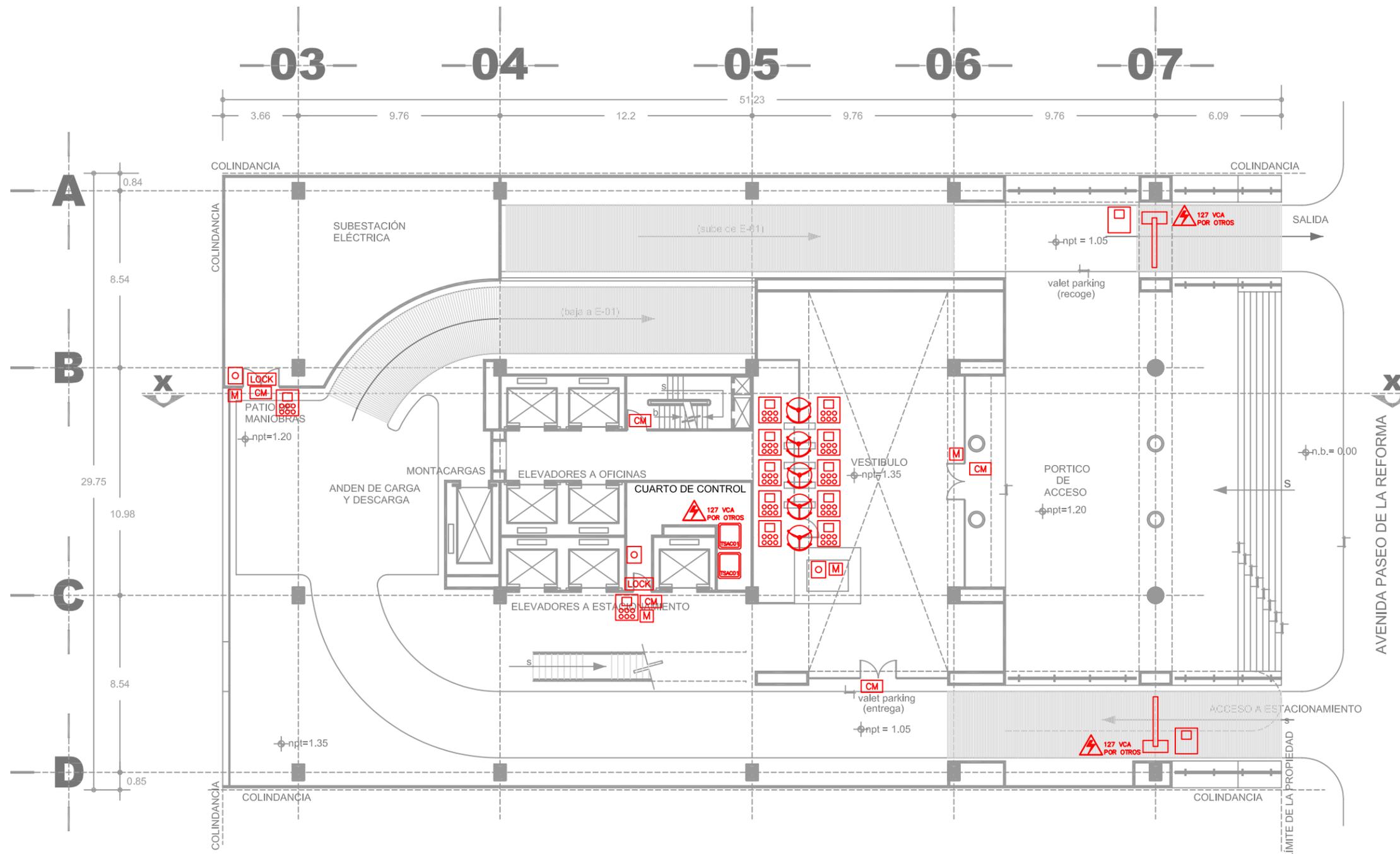
Como se aprecia, la diferencia entre el costo entre un Sistema de Control de Accesos para un Edificio Convencional y para un Edificio Inteligente es de prácticamente cuatro veces, sin embargo, el sistema del Edificio Inteligente cuenta con la gran ventaja de que esta integrado al Sistema Central del edificio, por lo que puede interactuar con los otros sistemas del mismo, ofreciendo grandes ventajas. En la tabla 3.7 se enlistan las principales ventajas y desventajas de un Sistema de Control de Acceso para un Edificio Inteligente, contra un Sistema de Control de Acceso para un Edificio Convencional.

Sistema Edificio Inteligente	Sistema Edificio Convencional
- Sistema de operación del tipo Inteligente: Los dispositivos de campo (lectoras y módulos de control y monitoreo), se encuentran dentro de un bus de comunicación.	- Sistema de operación del tipo convencional: Los dispositivos de campo, están conectados al tablero de uno en uno, por lo que se complica su cableado y mantenimiento a futuro.
- Puede interactuar de ser necesario, con el Sistema del Software de Pago de Nomina.	- No es posible la Interacción con el Sistema del Software de Pago de Nomina.
- Sistema de integración completa al Sistema Central del Edificio, por lo que puede interactuar también con los demás sistemas.	- Sistema de interacción limitado al Sistema Central del Edificio (de ser necesario).
- Las lectoras cuentan con display para presentar/confirmar el nombre del usuario ingresando/egresando, así como información adicional de utilidad dirigida a los usuarios a medida que cada uno presenta su tarjeta. Adicionalmente también cuentan con teclado para confirmar la autenticidad del usuario.	- Las lectoras no cuentan ni con display ni con teclado.
- Mayor costo inicial del sistema.	- Menor costo inicial del sistema.
- Menor costo de operación: mantenimiento del Sistema de 1 a 2 veces al año aproximadamente.	- Mayor costo de operación: mantenimiento del Sistema de 3 a 4 veces al año aproximadamente.

Tabla 3.7 Ventajas y Desventajas entre Sistemas de Control de Acceso.

Edificio Tipo de Estudio

Ciudad de México



CORTE ESQUEMÁTICO

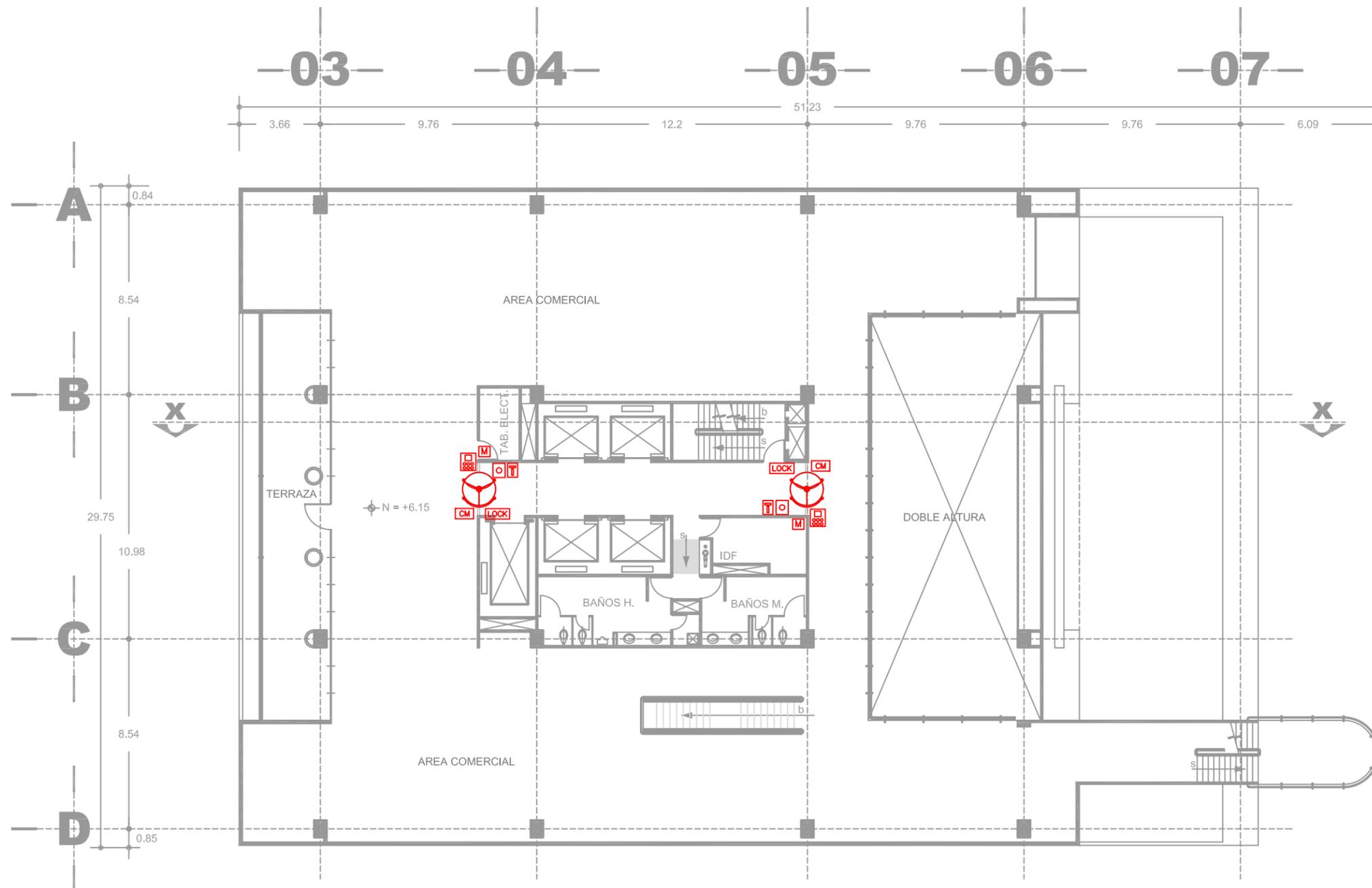
PLANTA BAJA



Fig. 3.3 Sistema de Control de Acceso - Planta Baja

Edificio Tipo de Estudio

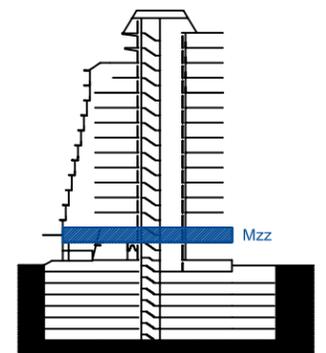
Ciudad de México



SIMBOLOGIA Y NOTAS

SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO

-  PANEL DE SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO
-  LECTORA PROXIMIDAD CON DISPLAY
-  LECTORA PROXIMIDAD LARGO ALCANCE
-  CONTRACHAPA ELECTROMAGNETICA
-  CONTACTO MAGNETICO
-  BOTON LIBERADOR DE SALIDA
-  BOTON EMERGENCIA CON MARTILLO
-  MODULO CONTROL DI/DO
-  BARRERA DE ACCESO VEHICULAR
-  TORNQUETES DE ACCESO
-  127 VCA REQUIERE ALIMENTACION LOCAL
POR OTROS ELECTRICA DE 127 VAC (POR OTROS)



CORTE ESQUEMÁTICO

MEZZANINE

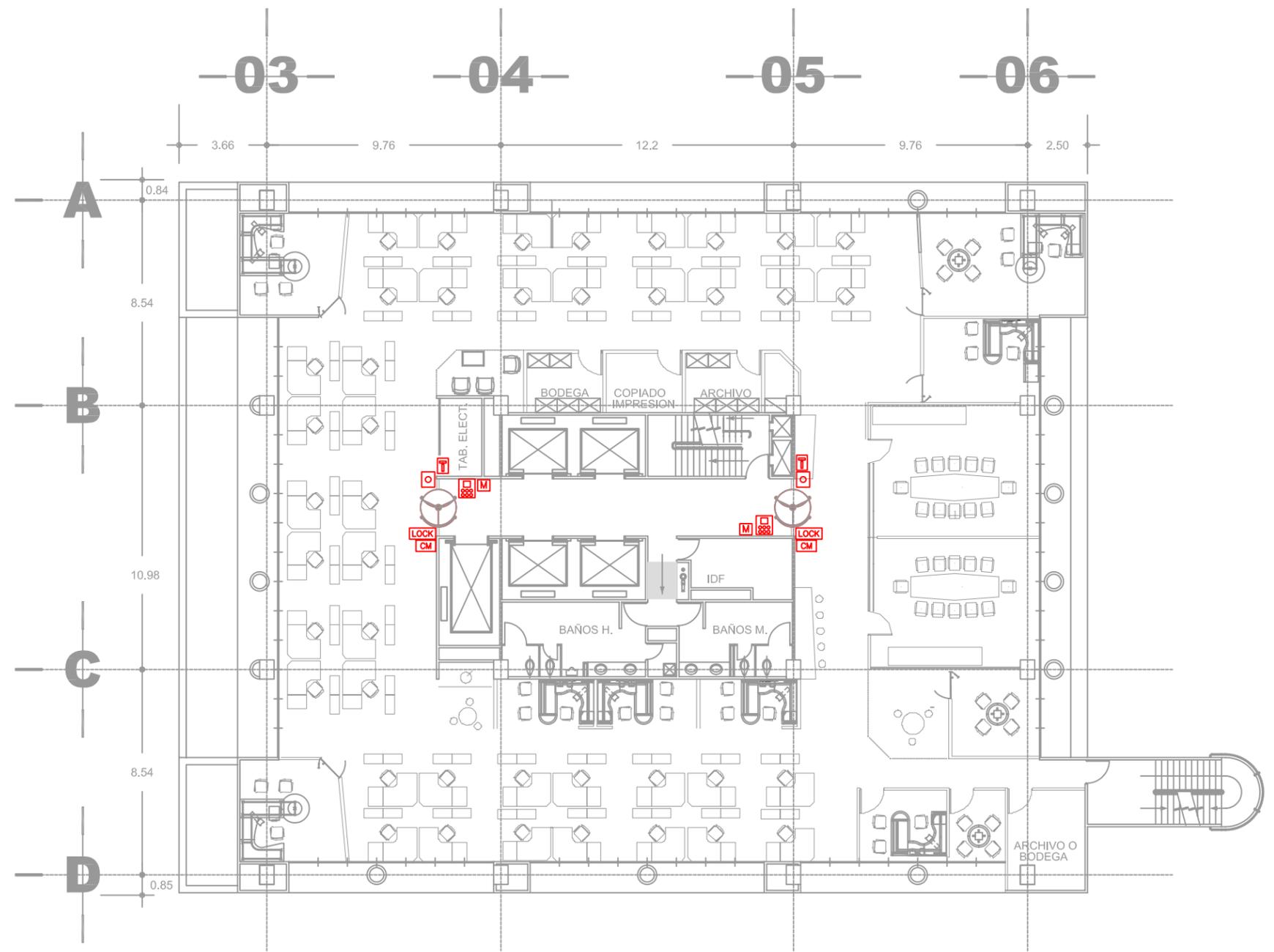
SISTEMA DE ACCESO

	Escala 1:200		Cotas en: metros	CAmz-01
	0 mts 1 2 3 4 5 10			

Fig. 3.4 Sistema de Control de Acceso - Mezzanine

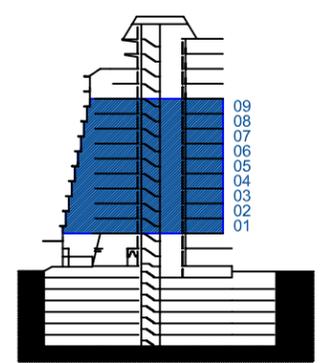
Edificio Tipo de Estudio

Ciudad de México



SIMBOLOGIA Y NOTAS

- SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO**
-  PANEL DE SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO
 -  LECTORA PROXIMIDAD CON DISPLAY
 -  LECTORA PROXIMIDAD LARGO ALCANCE
 -  LOCK CONTRACHAPA ELECTROMAGNETICA
 -  CM CONTACTO MAGNETICO
 -  BOTON LIBERADOR DE SALIDA
 -  BOTON EMERGENCIA CON MARTILLO
 -  M MODULO CONTROL DI/DO
 -  BARRERA DE ACCESO VEHICULAR
 -  TORNIQUETES DE ACCESO
 -  127 VCA REQUIERE ALIMENTACION LOCAL
POR OTROS ELECTRICA DE 127 VAC (POR OTROS)



CORTE ESQUEMATICO

PLANTA TIPO

SISTEMA DE ACCESO

Escaleta: 1:200 Cotas en: metros **CApt-01**

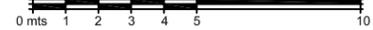
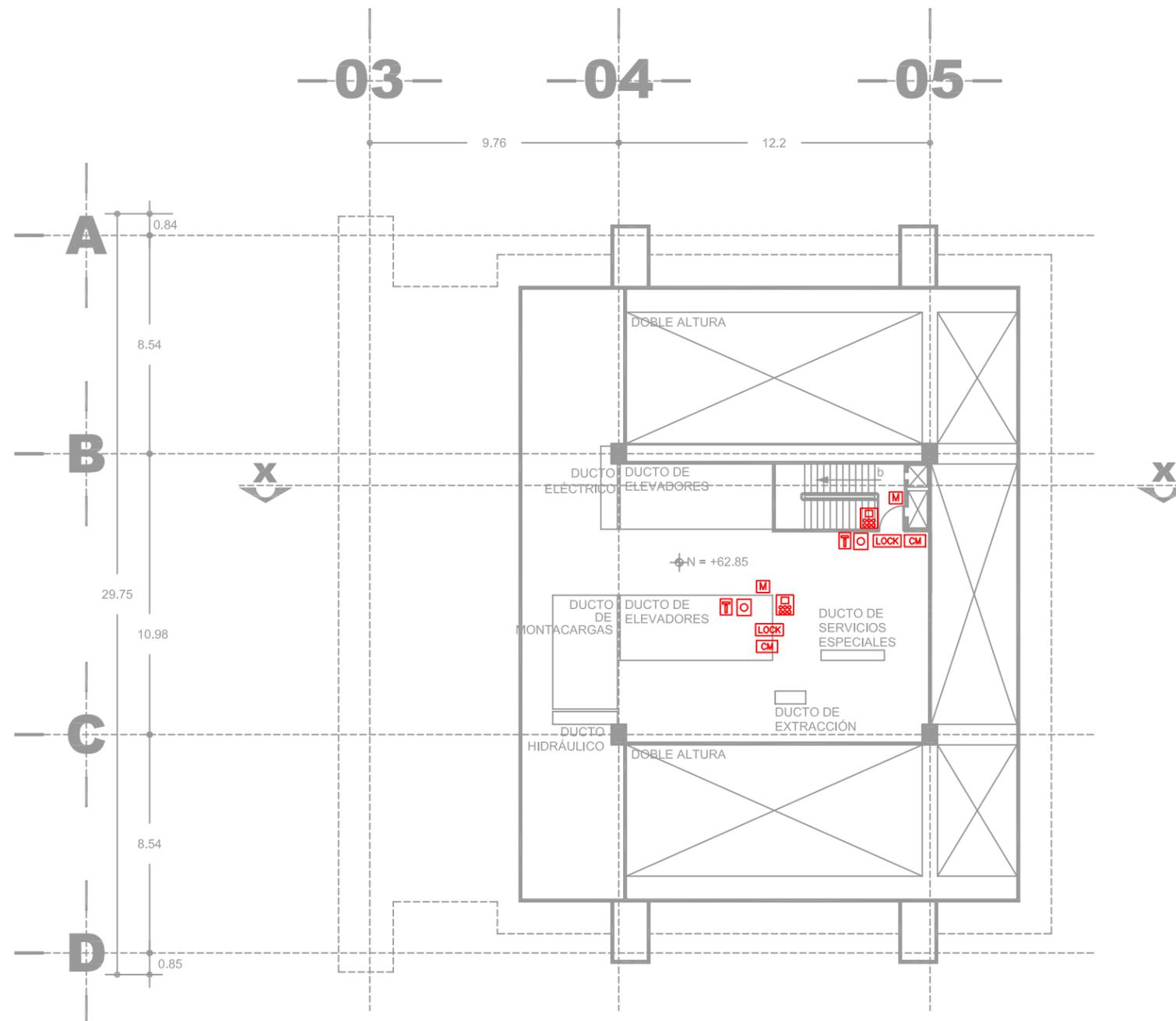


Fig. 3.5 Sistema de Control de Acceso - Planta Tipo

Edificio Tipo de Estudio

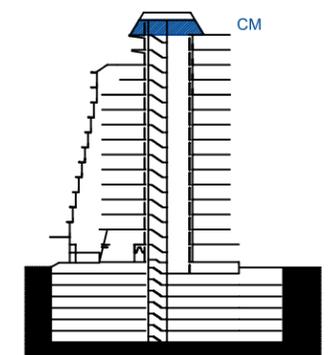
Ciudad de México



SIMBOLOGIA Y NOTAS

SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO

-  PANEL DE SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO
-  LECTORA PROXIMIDAD CON DISPLAY
-  LECTORA PROXIMIDAD LARGO ALCANCE
-  CONTRACHAPA ELECTROMAGNETICA
-  CONTACTO MAGNETICO
-  BOTON LIBERADOR DE SALIDA
-  BOTON EMERGENCIA CON MARTILLO
-  MODULO CONTROL DI/DO
-  BARRERA DE ACCESO VEHICULAR
-  TORNQUETES DE ACCESO
-  127 VCA POR OTROS REQUIERE ALIMENTACION LOCAL ELECTRICA DE 127 VAC (POR OTROS)



CORTE ESQUEMÁTICO

CASA DE MAQUINAS

SISTEMA DE ACCESO

	Escala	Cotas en:	CAcm-01
	1:200	metros	



Fig. 3.6 Sistema de Control de Acceso - Casa de Máquinas

3.1.2 Circuito Cerrado de Televisión (CCTV).

Los circuitos cerrados de televisión pueden observar lo que ocurre en diversos sectores de la propiedad. Los dispositivos que se utilizan son cámaras y micro cámaras de alta resolución y sensibilidad, monitores de alta inmunidad a interferencias electromagnéticas, grabadoras a intervalos de tiempo (grabación activa por sistemas de alarma, protección contra fallos de energía), secuenciador de cámaras, impresoras de video térmicas blanco y negro, o color, cámaras de visión térmica o infrarroja(nocturna), cámaras controladas por PC, domos de interior/exterior para cámaras móviles, video sensores digitales(detecta y visualiza movimientos), transmisión de video vía radio, fibra, láser o microondas.

Cada componente puede interconectarse en redes comandadas por una computadora personal (con la posibilidad de monitoreo a través de internet), de gran poder de conmutación y conectividad, centralizando su sistema e integrando la capacidad de seguridad al máximo.

- **Interacción con otros sistemas.**

El Sistema de Circuito Cerrado de Televisión “CCTV” en un Edificio Inteligente esta integrado al Sistema Central del Edificio, en el cual se visualiza y graba de manera permanente todos los eventos de las zonas que cubren las cámaras con que cuenta el mismo. Desde el Sistema Central es posible tomar el control de todas las cámaras de movimiento, consultar las grabaciones de los eventos, y hacer copias de seguridad de hechos de interés.

Este sistema principalmente interactúa con el sistema de Control de Accesos, ya que en el caso de que una persona no autorizada trate de entrar a una puerta o zona en la que no debe tener acceso, el sistema de Control de Accesos manda girar la cámara más cercana a la puerta en cuestión, para grabar a la persona que intentó acceder a la zona protegida; para que de llegarse a requerir, el operador del Edificio pueda consultar la grabación y reconocer quien realizó el acto indebido.

En el caso de que el Sistema de Detección genere una alarma, el CCTV apoya al operador del Sistema Central, para visualizar y confirmar si se trata de un conato de incendio, de una falsa alarma o de otro tipo de evento; y pueda así dar un mejor seguimiento de la alerta reportada.

Principalmente el Sistema de CCTV sirve como un gran apoyo para el operador del Sistema, ya que puede decirse que son sus ojos cubriendo todo el Edificio, y la memoria que evidencia hechos lamentables dentro del mismo; con lo que se logra reducir significativamente el personal de seguridad que se requeriría para poder cubrir por completo las diferentes zonas dentro del edificio.

- **Caso de Estudio.**

Se evalúan dos sistemas de CCTV, uno pensado para un Edificio Convencional, y otro para un Edificio Inteligente.

Edificio Convencional:

En un Edificio Convencional, en caso de contar con el Sistema de CCTV, considera solo el monitoreo de las áreas comunes dentro del edificio, y además este es del tipo en que aun cuando las cámaras, y los equipos de control son digitales, la grabación es analógica, ya que se utilizan video caseteras del tipo VHS especiales para CCTV, que requirieren de que el operador cada cierto tiempo (unas 48 horas) este cambiando el video casete de grabación, y el detalle es que, de olvidársele hacerlo,

se dejan de grabar los eventos, con el inconveniente de contar en un momento dado, con el medio de evidenciar un hecho ocurrido en el edificio.

Las video caseteras no cuentan con la función de poder decidir cuando grabar, ya que no cuentan con analizador de movimiento en la imagen visualizada, por lo que permanentemente están grabando (exista o no movimiento en la zona vigilada), utilizando espacio de cinta siempre, y haciendo además más laboriosa la búsqueda de un evento dentro de la grabación, ya que hay que buscar en mayor cantidad de material grabado.

En las tablas 3.8, 3.9 y 3.10 se muestra el costo de la implementación del Sistema de CCTV que por lo general se utiliza para un Edificio del tipo Convencional. Este costo hace referencia al equipo el cual se muestra en las figuras 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 y 3.11. Los servicios de ingeniería, trabajos de montaje y conexión para el Edificio Tipo de estudio de la presente tesis.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Marca	Precio Unit.	Total
1	3	MX4016CD	Multiplexor Genex® de 16 Canales	Pelco	\$2,066.17	\$6,198.51
2	3	KBD4000	Teclado para Multiplexor con Joystick	Pelco	\$348.46	\$1,045.38
3	3	PMC14F	Monitor a Color de 14" NTSC, 120Vac	Pelco	\$410.40	\$1,231.20
4	3	PMC21F	Monitor a Color de 21" NTSC, 120Vac	Pelco	\$510.40	\$1,531.20
5	3	TLR3168	Video Grabadora Alta-Densidad 168H	Pelco	\$809.58	\$2,428.74
6	3	MCS16-10SB	Fuente de Poder, 16 cámaras, 10Amp	Dynalock	\$315.81	\$947.43
7	35	LTC 1423/20	Cámara mini domo de 470 TVL interior, con lente de 2.5 a 6mm	Pelco	\$448.00	\$15,680.00
8	5	CC3700S-2V21	Paquete de cámara de 330TVL interior/exterior, CCD Digital a color de 1/3-inch NTSC, y lente de 2.8 a 12mm varifocal con auto iris. Incluye brazo para muro.	Pelco	\$535.56	\$2,677.80
9	4	G3ATPW6TPT	Paquete Autodomo de cámara de movimiento, c/TRKR, 25X Día/Noche, domo entintado. Incluye soporte a techo.	Pelco	\$3,543.96	\$14,175.84
					Total	\$45,916.10

Tabla 3.8 Equipo de CCTV.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Marca	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Administración del proyecto: Supervisión, puesta en marcha, documentación y pruebas.	NA	\$5,050.77	\$5,050.77

Tabla 3.9 Servicios de Ingeniería de CCTV.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Suministro de materiales, mano de obra para el montaje y conexión del sistema de CCTV.	NA	\$9,642.38	\$9,642.38

Tabla 3.10 Montaje y Conexión.

GRAN TOTAL (USD + IVA)	\$60,609.25
-------------------------------	--------------------

En la tabla 3.8 se enlista el equipo central de CCTV, y el equipo de campo necesario para poder contar con este Sistema en el edificio; en la tabla 3.9 se cuenta con el monto requerido para la supervisión y configuración del sistema; y en la tabla 3.10 se cuenta con el monto de los materiales (tubería y cableado) necesarios para el montaje y conexión del equipo.

Edificio Inteligente:

En un Edificio Inteligente actual, se cuenta con un Sistema de CCTV del tipo digital, en el cual los video grabadores digitales cuentan con software que analiza la imagen visualizada por la cámara, e identifica el movimiento en la imagen, permitiendo grabar solo cuando realmente hay movimiento en la zona a cuidar, por lo que se reduce el espacio utilizado de grabado por cada cámara y se facilita la búsqueda de eventos ocurridos en el edificio. El sistema de control, almacenamiento y reproducción se realiza a través de video grabadores digitales (con tarjetas de red TCP/IP) que reportan a un Servidor del Sistema Central del Edificio, por lo que todo se realiza de manera digital, haciendo que la grabación sea directamente a disco duro del video grabador, y que desde ahí también sea posible la reproducción (o consulta); por lo que al definir el espacio de disco duro que se va destinar al almacenamiento de lo grabado por el Sistema de CCTV, el operador no se debe preocupar por garantizar la continua grabación de los eventos en el edificio, ya que generalmente el espacio definido alcanza para almacenar aproximadamente un mes de eventos (pero de requerirse podría ser mayor), y al término de este tiempo, con lo nuevo grabado, se borra lo más viejo grabado; por lo que solo hay que estar consientes de que solamente se tiene de un mes de respaldo de los eventos; y ahora bien, de ser necesario el respaldo de algún evento, se puede realizar directamente en un CD, DVD, cinta o inclusive enviarlo por correo electrónico. Adicionalmente, ya que el monitoreo y control de las cámaras es a través del Servidor del Sistema Central del Edificio, y a que este Servidor cuenta con protocolos TCP/IP (tarjeta de red), un usuario remoto autorizado podría conectarse al Servidor (ya sea vía intranet o vía Internet), y monitorear (incluido el control de las cámaras de movimiento) o

consultar cualquier zona del Edificio, por lo que presenta una gran ventaja en cuanto al manejo de la información se refiere.

En las tablas 3.11, 3.12 y 3.13 se muestra el costo de implementación de un Sistema de CCTV para un edificio del tipo Inteligente. Este costo hace referencia al equipo el cual se muestra en las figuras 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 y 3.11. Los servicios de ingeniería, trabajos de montaje y conexión para el Edificio Tipo de estudio de la presente tesis.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	8	DX7016-060	Video Grabador Digital multiplexado para 16 cámaras, 60 GB (expandibles hasta 480 GB), tarjeta de red 10/100, mouse, teclado, respaldo en cinta, CD o DVD.	Pelco	\$5,245.53	\$41,964.24
2	8	E171FPP	Monitor a Color de 17" plano con resolución de 1024x768 de fuente activa.	Dell	\$922.67	\$7,381.36
3	8	MCS16-10SB	Fuente de Poder, 16 cámaras, 10Amp	Dynalock	\$315.81	\$2,526.48
4	115	LTC 1423/20	Cámara mini domo de 470 TVL interior, con lente de 2.5 a 6mm	Pelco	\$448.00	\$51,520.00
5	5	CC3700S-2V21A	Paquete de cámara de 330TVL interior/externo, CCD Digital a color de 1/3-inch NTSC, y lente de 2.8 a 12mm varifocal con auto iris. Incluye brazo para muro.	Pelco	\$535.56	\$2,677.80
6	4	G3ATPW6TPT	Paquete Autodomo de cámara de movimiento, c/TRKR, 25X Día/Noche, domo entintado. Incluye soporte a techo.	Pelco	\$3,543.96	\$14,175.84
					Total	\$120,245.72

Tabla 3.11 Equipo de CCTV.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Administración del proyecto: Supervisión, puesta en marcha, documentación y pruebas.	NA	\$12,024.57	\$12,024.57

Tabla 3.12 Servicios de Ingeniería de CCTV.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Suministro de materiales, mano de obra para el montaje y conexión del sistema de CCTV.	NA	\$22,846.69	\$22,846.69

Tabla 3.13 Montaje y Conexión.

GRAN TOTAL (USD + IVA)	\$155,116.98
-------------------------------	---------------------

En la tabla 3.11 se enlista el equipo central de CCTV, y el equipo de campo necesario para poder contar con este Sistema en el edificio Inteligente; en la tabla 3.12 se cuenta con el monto requerido para la supervisión y configuración del sistema inteligente; y en la tabla 3.13 se cuenta con el monto de los materiales (tubería y cableado) necesarios para el montaje y conexión del equipo.

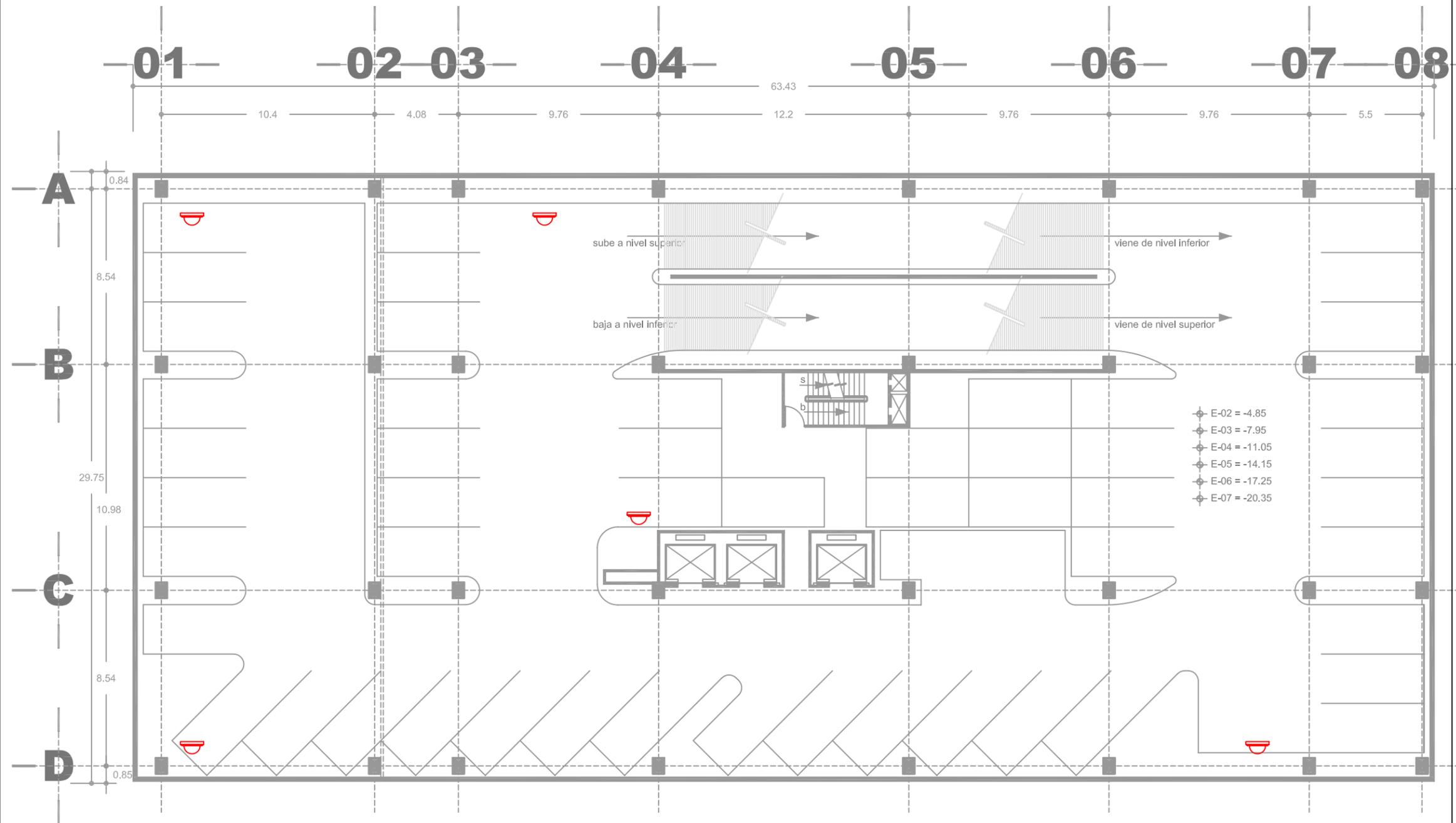
Como se aprecia, la diferencia entre el costo entre un Sistema de CCTV para un Edificio Convencional y para un Edificio Inteligente es de prácticamente dos veces y medio, sin embargo el sistema del Edificio Inteligente cuenta con la gran ventaja de que esta considerando el monitoreo total del edificio (y no solo de las áreas comunes, como en el Convencional), además de estar integrado al Sistema Central del edificio, por lo que puede interactuar con el sistema de Control de Accesos y facilitar su monitoreo y control desde una estación remota, ya sea dentro del mismo edificio, o desde cualquier otro lugar. En la tabla 3.14 se enlistan las principales ventajas y desventajas de un Sistema de CCTV para un Edificio Inteligente, contra un Sistema de CCTV considerado para un Edificio Convencional.

Sistema Edificio Inteligente	Sistema Edificio Convencional
- Sistema de operación/grabación del tipo digital: La captura y procesamiento de las imágenes de las cámaras se almacena, comprime y procesa, a través de video grabadores digitales con disco duro integrado y software especializado en CCTV (puede decidir cuando grabar, en función del movimiento en la zona monitoreada).	- Sistema de operación del tipo convencional: La captura de las imágenes se realiza por medio de video caseteras especializadas para CCTV que requieren de la utilización (y constante cambio) de casetes VHS.
- Grabación mucho más eficiente (por movimiento) y con mayor espacio de grabación (aproximadamente de un mes), que se auto borra para el nuevo grabado (lo nuevo elimina lo más antiguo) sin necesidad de la intervención del operador.	- Grabación limitada a unas 48 hrs por casete VHS, requiriendo la supervisión y cambio del mismo por el operador.
- Dadas sus características, permite el monitoreo y control total remoto a través de la intranet o internet.	- Solo permite monitoreo y control local.
- Interactuar con el Sistema de Control de Acceso de ser necesario.	- Puede interactuar con el Sistema de Control de Acceso de ser necesario.
- Mayor costo inicial del sistema.	- Menor costo inicial del sistema.
- Costo de operación muy similar.	- Costo de operación muy similar.

Tabla 3.14 Ventajas y Desventajas entre Sistemas de CCTV.

Edificio Tipo de Estudio

Ciudad de México

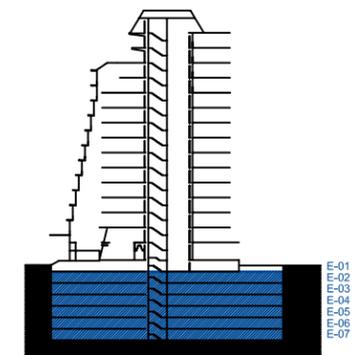


SIMBOLOGIA Y NOTAS

SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION

- AUTODOMO EXTERIOR CON MOVIMIENTO Y ZOOM
- MINIDOMO INTERIOR FIJA
- CAMARA FIJA PARA INTERIORES/EXTERIORES CON CARCAZA Y BRAZO PARA MONTAJE
- FUENTE DE PODER PARA CAMARAS
- MONITOR PLANO A COLOR DE 17"
- VIDEO GRABADOR DIGITAL (DVR)
- 127 VCA POR OTROS REQUIERE ALIMENTACION LOCAL ELECTRICA DE 127 VAC (POR OTROS)

- E-02 = -4.85
- E-03 = -7.95
- E-04 = -11.05
- E-05 = -14.15
- E-06 = -17.25
- E-07 = -20.35



CORTE ESQUEMÁTICO

ESTACIONAMIENTO TIPO

SISTEMA DE CCTV

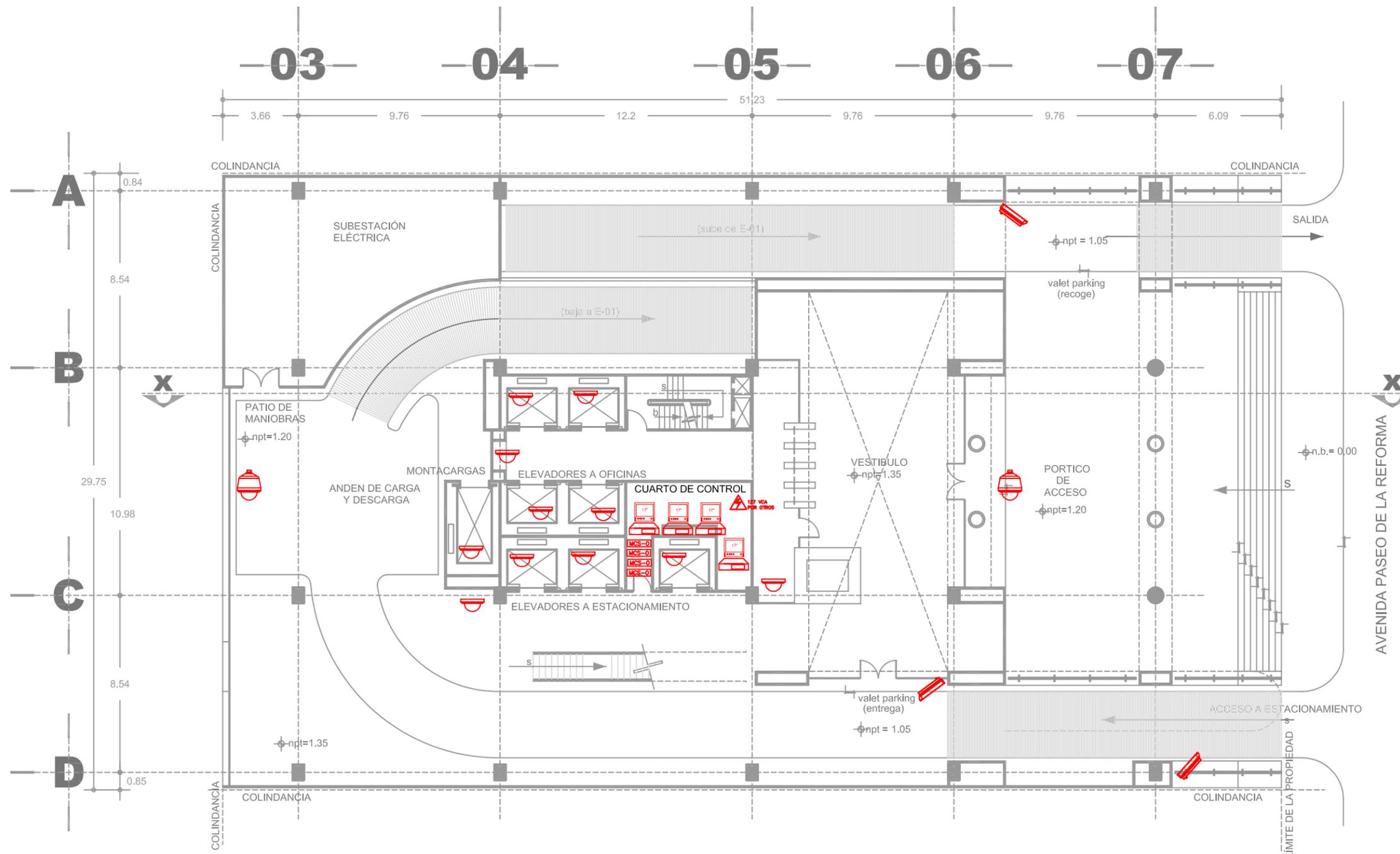
	Escala	Cotas en:	CCet-01
	1:200	metros	



Fig. 3.7 Sistema de CCTV - Estacionamiento Tipo

Edificio Tipo de Estudio

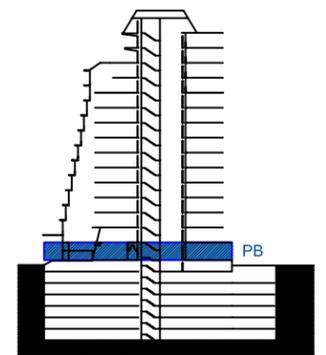
Ciudad de México



SIMBOLOGIA Y NOTAS

SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION

-  AUTODOMO EXTERIOR CON MOVIMIENTO Y ZOOM
-  MINIDOMO INTERIOR FIJA
-  CAMARA FIJA PARA INTERIORES/EXTERIORES CON CARCAZA Y BRAZO PARA MONTAJE
-  FUENTE DE PODER PARA CAMARAS
-  MONITOR PLANO A COLOR DE 17"
-  VIDEO GRABADOR DIGITAL (DVR)
-  127 VCA POR OTROS REQUIERE ALIMENTACION LOCAL ELECTRICA DE 127 VAC (POR OTROS)



CORTE ESQUEMÁTICO

PLANTA BAJA

SISTEMA DE CCTV

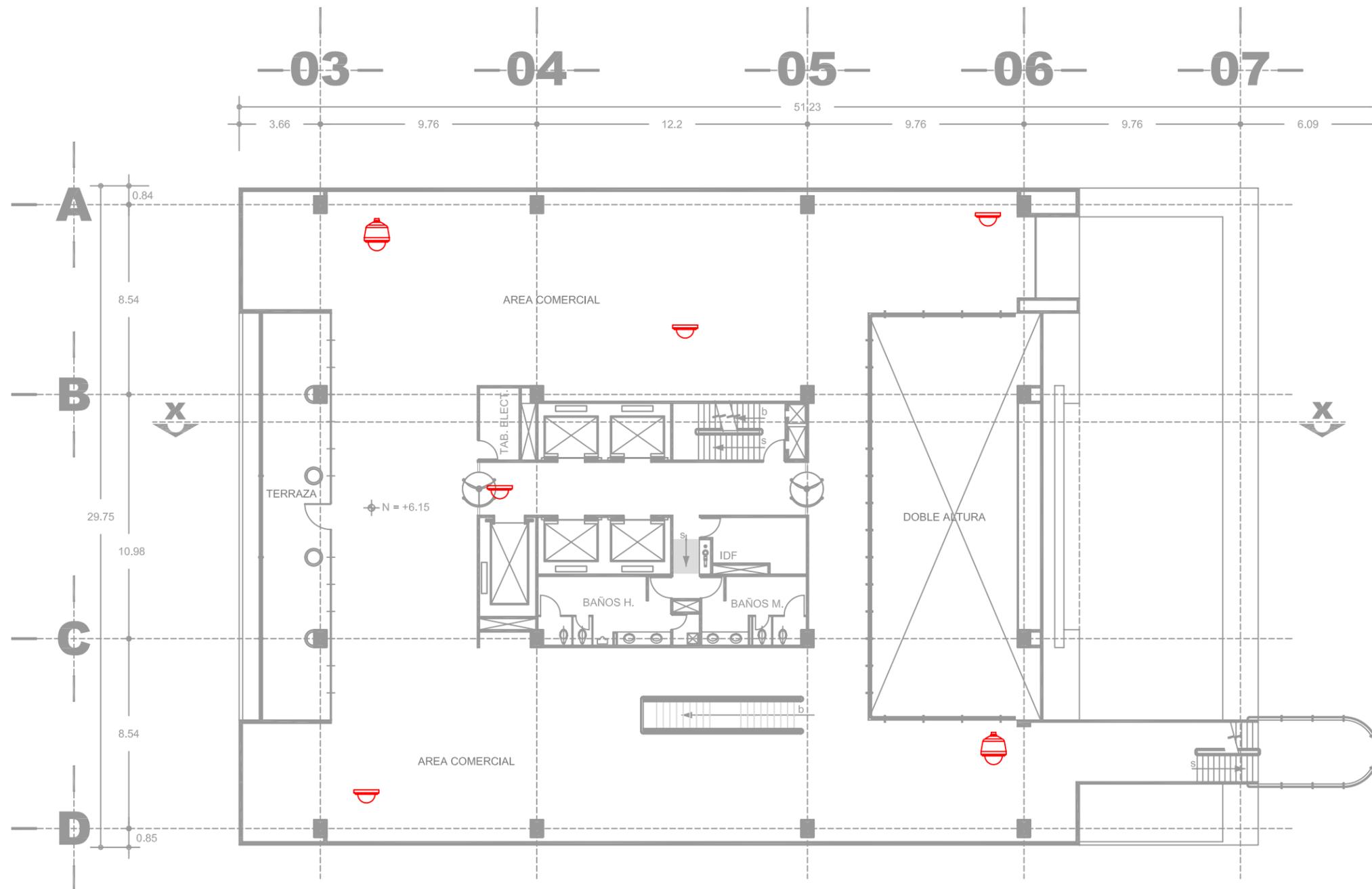
	Escala	Cotas en:	CCpb-01
	1:200	metros	



Fig. 3.8 Sistema de CCTV - Planta Baja

Edificio Tipo de Estudio

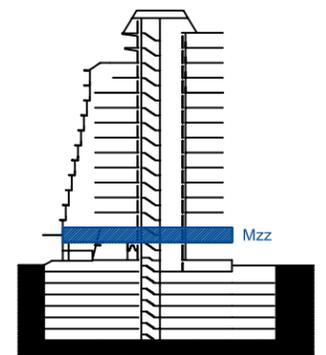
Ciudad de México



SIMBOLOGIA Y NOTAS

SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION

-  AUTODOMO EXTERIOR CON MOVIMIENTO Y ZOOM
-  MINIDOMO INTERIOR FIJA
-  CAMARA FIJA PARA INTERIORES/EXTERIORES CON CARCAZA Y BRAZO PARA MONTAJE
-  FUENTE DE PODER PARA CAMARAS
-  MONITOR PLANO A COLOR DE 17"
-  VIDEO GRABADOR DIGITAL (DVR)
-  127 VCA POR OTROS REQUIERE ALIMENTACION LOCAL ELECTRICA DE 127 VAC (POR OTROS)



CORTE ESQUEMÁTICO

MEZZANINE

SISTEMA DE CCTV

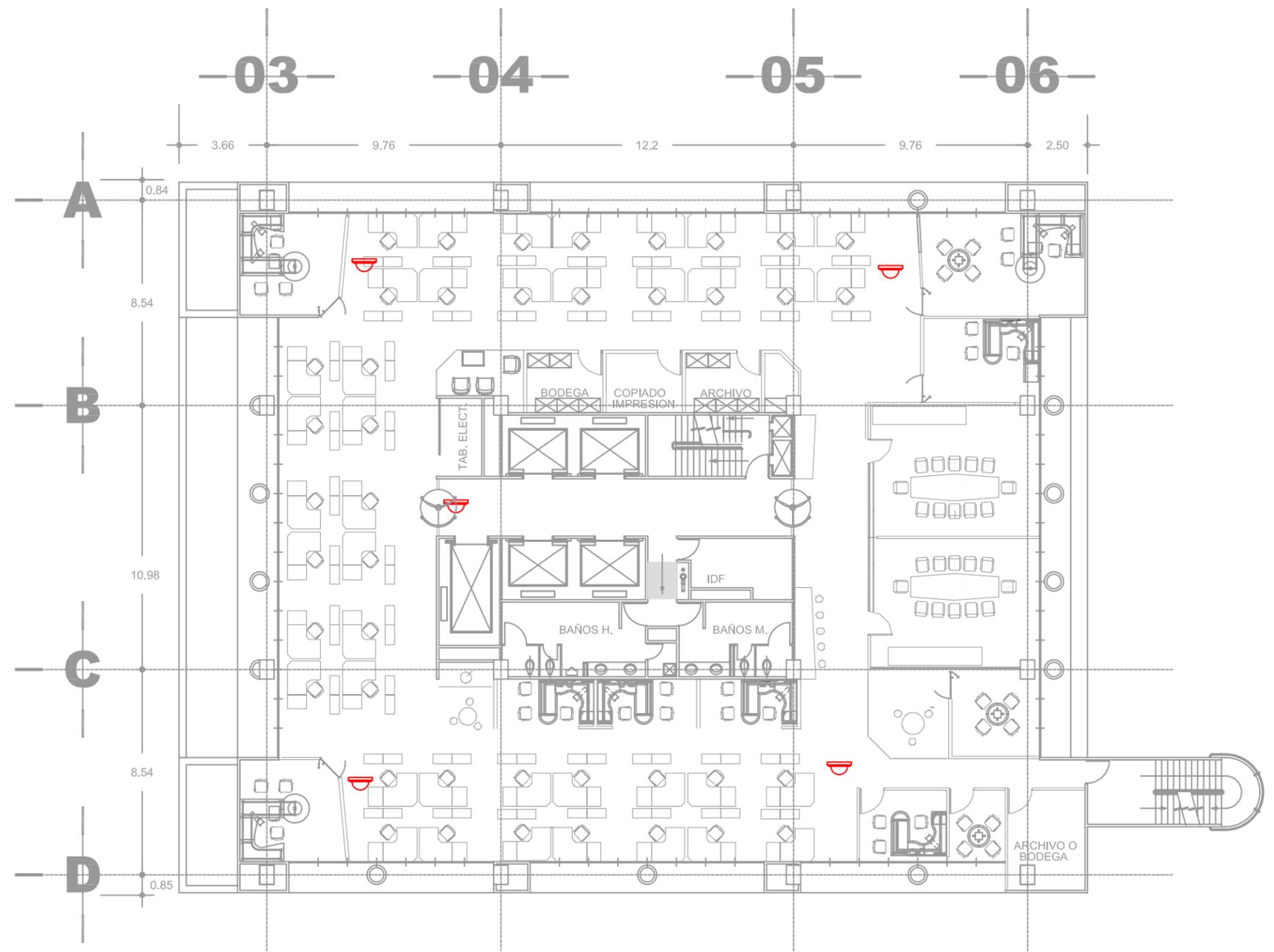
	Escala	Cotas en:	CCmz-01
	1:200	metros	



Fig. 3.9 Sistema de CCTV - Mezzanine

Edificio Tipo de Estudio

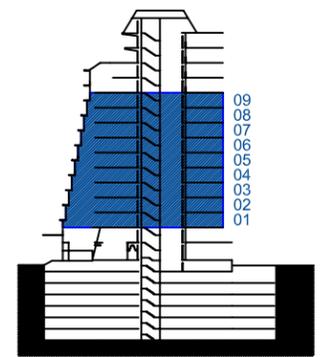
Ciudad de México



SIMBOLOGIA Y NOTAS

SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION

-  AUTODOMO EXTERIOR CON MOVIMIENTO Y ZOOM
-  MINIDOMO INTERIOR FIJA
-  CAMARA FIJA PARA INTERIORES/EXTERIORES CON CARCAZA Y BRAZO PARA MONTAJE
-  FUENTE DE PODER PARA CAMARAS
-  MONITOR PLANO A COLOR DE 17"
-  VIDEO GRABADOR DIGITAL (DVR)
-  REQUIERE ALIMENTACION LOCAL ELECTRICA DE 127 VAC (POR OTROS)



CORTE ESQUEMATICO

PLANTA TIPO

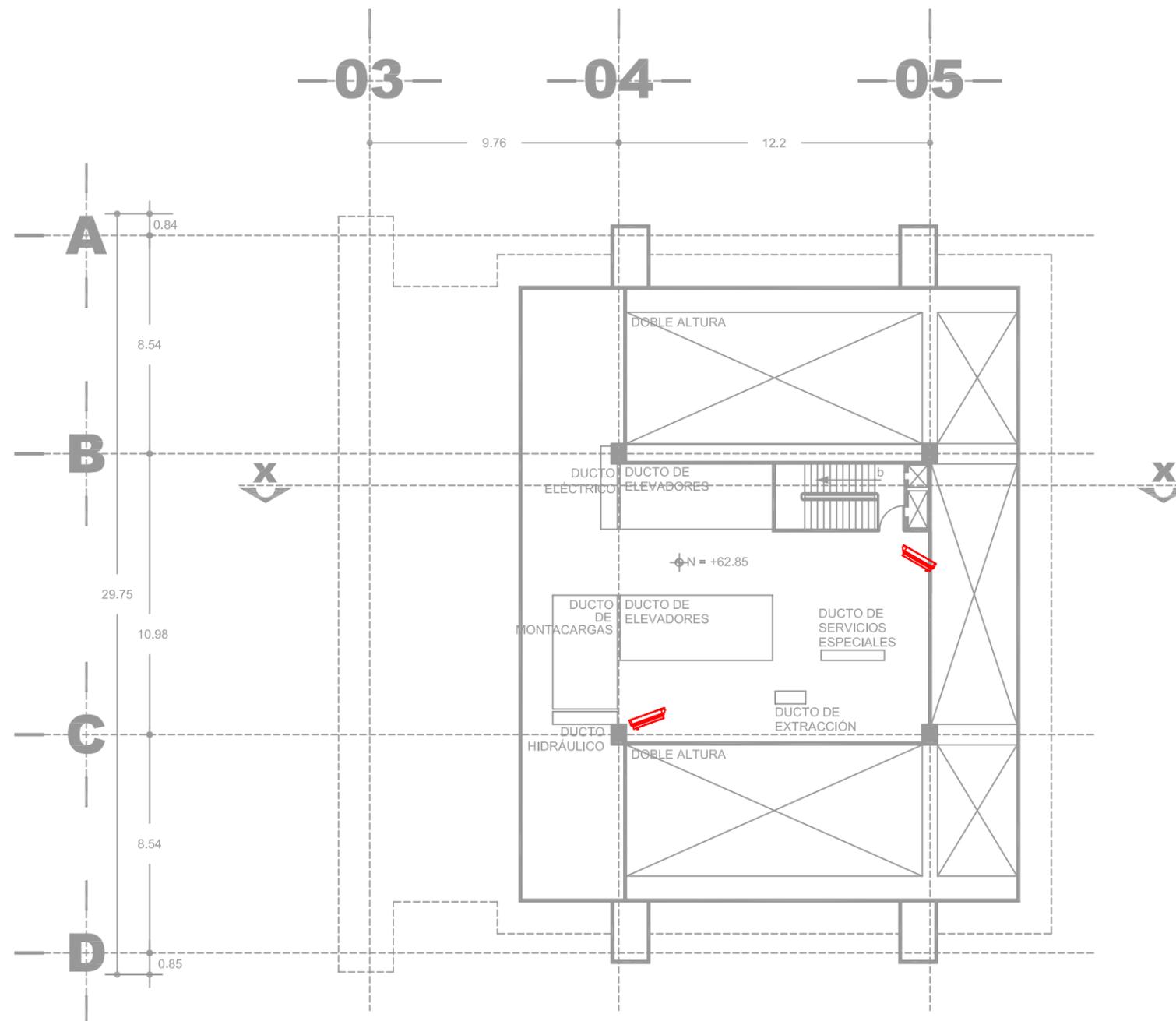
SISTEMA DE CCTV		
Escala 1:200	Cotas en: metros	CCpt-01



Fig. 3.10 Sistema de CCTV - Planta Tipo

Edificio Tipo de Estudio

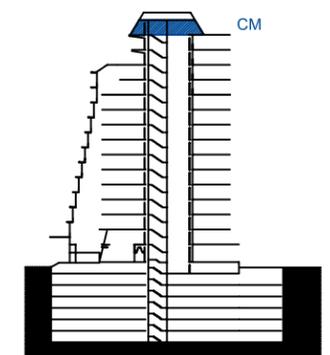
Ciudad de México



SIMBOLOGIA Y NOTAS

SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION

-  AUTODOMO EXTERIOR CON MOVIMIENTO Y ZOOM
-  MINIDOMO INTERIOR FIJA
-  CAMARA FIJA PARA INTERIORES/EXTERIORES CON CARCAZA Y BRAZO PARA MONTAJE
-  FUENTE DE PODER PARA CAMARAS
-  MONITOR PLANO A COLOR DE 17"
-  VIDEO GRABADOR DIGITAL (DVR)
-  127 VCA POR OTROS REQUIERE ALIMENTACION LOCAL ELECTRICA DE 127 VAC (POR OTROS)



CORTE ESQUEMATICO

CASA DE MAQUINAS

SISTEMA DE CCTV

	Escala	Cotas en:	CCcm-01
	1:200	metros	

0 mts 1 2 3 4 5 10

Fig. 3.11 Sistema de CCTV - Casa de Máquinas

3.1.3 Personal de Seguridad.

El papel de los vigilantes es colaborar con la policía y avisar a las fuerzas de seguridad en caso de verdadera necesidad. El servicio de vigilancia es el encargado del control de acceso de todas las personas al edificio. Este servicio es el encargado de colocar los guardias en lugares estratégicos para cumplir sus objetivos y controlar el acceso del personal. La principal desventaja de la aplicación de personal de guardia es que éste puede llegar a ser sobornado por un tercero para lograr el acceso a sectores donde no está autorizado.

Los edificios inteligentes a diferencia de los convencionales tienen un Sistema Centralizado que monitorea todo lo que sucede en su interior en relación a la seguridad y mantenimiento, esta es una ventaja importante puesto que sólo se necesita una persona para su control y monitoreo por turno.

En la tabla 3.15 se muestra el comparativo del pago de salarios mensual y anual al personal necesario en un edificio tipo convencional y un edificio inteligente, destacándose el ahorro anual en dólares por año en un edificio inteligente por concepto de personal de seguridad.

TIPO DE EDIFICIO	PERSONAL	SALARIO MENSUAL dls.	TOTAL MENSUAL dls.	TOTAL ANUAL dls.
CONVENCIONAL	9	491.00	4 419.00	53 028.00
INTELIGENTE	6	491.00	2 946.00	35 352.00

AHORRO ANUAL: 17 676.00

Tabla 3.15 Salarios del personal de seguridad.

En las tabla 3.16 y 3.17 se presenta el rol de turnos de trabajo para el personal de seguridad, en períodos de 48 horas de trabajo por 24 de descanso cuidando que en

todo momento estén al servicio de la seguridad 6 personas en un edificio convencional y 4 en un edificio inteligente.

	<i>Semana 1</i>							<i>semana 2</i>							<i>semana n</i>							
	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	
3																						
3																						
3																						
<i>Personal en turno</i>	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Tabla 3.16 Rol de trabajo del personal de seguridad para un edificio convencional.

	<i>Semana 1</i>							<i>semana 2</i>							<i>semana n</i>							
	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	
2																						
2																						
2																						
<i>Personal en turno</i>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Tabla 3.17 Rol de trabajo del personal de seguridad para un edificio inteligente.

Por seguridad, se necesita garantizar la mayor cantidad de elementos en las horas pico de mayor afluencia en las instalaciones que son:

- 7 AM - 9 AM
- 2 PM – 4 PM
- 6 PM – 9 PM

Por lo anterior, se puede considerar que los elementos de seguridad entren a laborar a las 6:00 AM y sus horarios de comida se programan en forma escalonada entre las horas de poca afluencia de personal, es decir:

- 9 AM – 2 PM
- 4 PM – 6 PM
- 10 PM – 7 AM

3.2 Sistema de Detección de Incendios.

Dentro de un edificio, uno de los riesgos siempre presente es el producido por el fuego y no se debe olvidar que una gran parte de ese riesgo se evita con un buen proyecto y una correcta utilización de los medios preventivos.

Todas las acciones que deben realizarse en situaciones de emergencia deben ser objeto de prevención y previsión para cada accidente o tipo de riesgo, creando un plan de emergencia.

En la prevención, existen diferentes instalaciones que pueden originar o propagar el incendio como:

- Subestación y distribución de la energía.
- Almacenamiento y distribución de combustibles.
- Climatización y ventilación.
- Pararrayos.
- Calefacción y agua caliente.
- Evacuación de humos y gases.
- Basuras.

- Elevadores.

Tipos de Sistemas de Alarma de Incendio.

Un sistema de alarma contra incendio es un elemento clave en la protección de un edificio. Estos sistemas, si se diseñan e instalan apropiadamente, pueden contribuir poderosamente a limitar las pérdidas por incendio. Puesto que aproximadamente el 80% de las víctimas por incendio, se deben a incendios en edificios, el uso de los sistemas de alarma influye poderosamente en la reducción de pérdidas humanas y materiales.

Los tipos de sistemas de señalización contra incendios se clasifican de acuerdo con las funciones que, presumidamente realizarán. Su instalación, mantenimiento y uso se especifican en las diversas normas de la National Fire Protection Association (NFPA).

Los elementos básicos de cada sistema son:

- Unidad de control.
- Suministro de energía primaria (principal), que normalmente es la luz local y el servicio de energía.
- Suministro de energía secundario (de reserva), se requiere para suministrar automáticamente energía al sistema, en el término de 30 segundos, cuando la energía primaria (principal) no puede proporcionar el voltaje mínimo requerido para el funcionamiento adecuado del sistema.
- Fuente de alimentación para caso de problemas.

- Circuitos con dispositivos activadores, donde se conectan los detectores de incendio automáticos, pulsadores manuales contra incendio, los dispositivos de alarma de inundaciones y cualquier otro dispositivo iniciador de alarmas.
- Circuitos de dispositivos iniciadores de alarma, a los cuales se le conectan las señales indicativas de alarma, como campanas bocinas, altavoces, etc., los cuales pueden conectarse a una alarma fuera del local.

La figura 3.12 muestra un ejemplo de un sistema de detección y extinción de incendios, en el cual se tienen circuitos de iniciación, como son detectores de humo, térmico y manual, que son los que se utilizan en este trabajo; circuitos de notificación de alarma, sirena y timbre; circuito de control de incendios, sistema de extinción de agua (rociador de agua – “sprinkler”), así como las fuentes de poder para el buen funcionamiento de este sistema de seguridad.

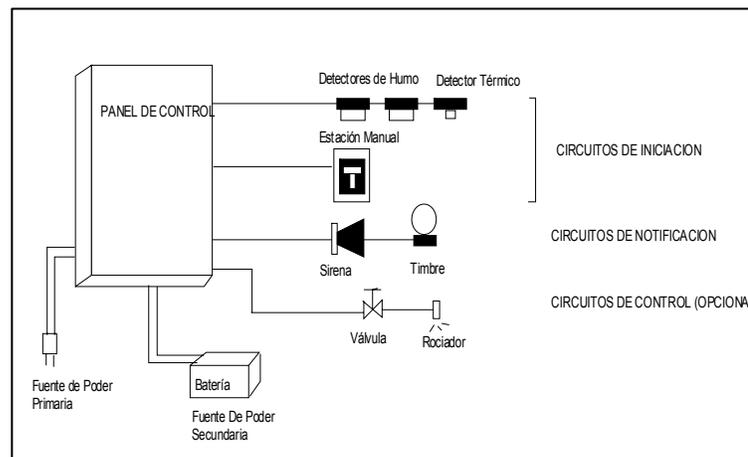


Fig. 3.12 Sistema de detección y extinción de incendios.

Los diferentes tipos de sistemas de alarma de incendio son:

- Sistema de emisora central. Está diseñado para recibir señales de los edificios protegidos en un lugar con dotación de personal permanente, gestionado por una empresa cuyo objetivo es ofrecer este servicio centralizado. Cuando reciben señales de alarma de incendio, los operadores de la central emisora retransmiten

estas señales al centro de comunicaciones de los bomberos. Además, dicha emisora central, directamente o a través de otra empresa contratada, ofrece respuesta ante distintos tipos de señales de emergencia recibidas. También debe ofrecer un servicio de reparación si las señales llegan mal.

- Sistema local. El propósito principal de un sistema de señalización local, es hacer sonar las señales de alarma locales para la evacuación del edificio protegido. En un sistema local, la alarma no queda conectada automáticamente al parque de bomberos; en lugar de ello, cuando suena la alarma, alguien debe notificarlo a los bomberos.
- Sistema auxiliar. Básicamente es un sistema local con un circuito adicional conectado a una caja maestra de alarma situada en las cercanías o a través de una línea telefónica conectada directamente al panel del centro de comunicaciones, para que sea recibida por los bomberos.
- Sistemas con estación de supervisión propia. Las señales transmitidas a través de estos sistemas se reciben y se registran de modo automático y permanente en el centro de control del edificio. Utilizan señalizaciones múltiplex y microcomputadoras que reciben todas las señales del edificio en un par de cables y determinan el punto exacto del incendio, mediante el empleo de diferentes frecuencias o información codificada digitalmente transmitida por dichos cables. Accionando inmediatamente las alarmas y los sistemas de extinción en caso de ser necesario, además de que el operario de la central de control realice las acciones pertinentes de acuerdo al plan de emergencia.
- Sistema de comunicación en emergencias alarma/voz. Consiste en una serie de alta voces de alta capacidad distribuidos en todo el edificio. Van conectados y controlados desde la consola de comunicación de alarma contra incendios. Desde allí, pueden seleccionarse zonas individuales con alta-voz, o el edificio entero, para que reciban mensajes locales que darán instrucciones específicas a los

ocupantes. Un aspecto importante del sistema de comunicación vocal es que, teniendo en cuenta que la evacuación del edificio no siempre es factible, los ocupantes pueden recibir instrucción de dirigirse hacia zonas “seguras”, para esperar allí apartados del incendio. En dichos casos se puede mantener la comunicación con esas personas para prevenir el pánico y para dirigirse hacia nuevos lugares, si fuera necesario.

Los sistemas de alarma contra incendio de emisora central, local y remota son utilizados en el diseño de edificios convencionales, un edificio inteligente utiliza un sistema con estación de supervisión propia. Los sistemas en emergencias alarma/voz se utilizan como complemento a cualquiera de los sistemas anteriores.

Detectores de Incendio.

Se entiende por detección de incendios al hecho de descubrir y avisar que hay un fuego en un determinado lugar. La detección no sólo debe descubrir que hay un incendio, sino que debe localizarlo con precisión en el espacio y comunicarlo con fiabilidad a las personas que harán entrar en funcionamiento el plan de emergencia previsto. La característica fundamental de la detección es la rapidez, de lo contrario, el desarrollo del fuego traería consecuencias desfavorables.

A continuación se definen los diferentes tipos de detectores de incendios para un Sistema de Detección de Incendios de forma Automática.

Detección Automática. Utiliza elementos que detectan el fuego a través de algunos fenómenos que lo acompañan: gases o humos, temperatura o radiación UV, visible o infrarroja. Según el fenómeno que detecten los detectores se denominan:

- Detectores de Humo. Son dispositivos que detectan partículas de combustión, visibles e invisibles. Son de dos (2) categorías:

- Ionización. Detector de incendios cuyo funcionamiento se basa en el principio de ionización; es decir, este dispositivo es capaz de detectar cambios en la corriente iónica causada por la presencia de partículas producidas por combustión.
- Fotoeléctrico. Detector de incendios que incluye un elemento de detección por fotoceldas y un circuito de alarmas diseñado para responder a un incremento o descenso de la luz recibida. Está provisto de una cámara negra que impide la entrada de luz pero permite la entrada de humo. La unidad incluye una luz y una celda fotosensible instalada en la cámara negra en un ángulo distinto a la entrada de la luz. Cuando se introducen las partículas de humo, estas reflejan la luz en la fotocelda y se activa la alarma.
- Detectores de Calor o Térmico. Son detectores que funcionan en base al cambio de la temperatura en un lugar determinado. Son de dos (2) tipos:
 - Temperatura Fija. Detector de incendios el cual será activado cuando la temperatura en el mismo, alcance la temperatura de activación especificada por el fabricante. (Usualmente 57, 2 °C ó 87, 8 °C – 125 °F ó 190 °F).
 - Cambio de Temperatura. Detector de calor que posee las características del detector de temperatura fija y además puede ser activado por aumento de temperatura de 15 °F (-9,4 °C) o más por minuto; es decir, que un aumento rápido de temperatura activaría los contactos del detector.
- Detector de Llamas. Este será activado de manera automática con la presencia de llamas en el lugar donde este instalado. Este puede ser de dos clases.
 - Detector Ultravioleta. Detector de incendios recomendado para áreas abiertas, el cual es altamente sensible a la porción ultravioleta de la energía radiada por todo tipo de llamas, incluyendo las producidas por líquidos y gases inflamables.

El mismo no responde a condiciones ambientales de iluminación, así como luz solar, luces incandescentes o fluorescentes.

- Detector Infrarrojo. Detector de incendios que responde a la radiación infrarroja cercana producida por incendios de hidrocarburos tales como: gasolina, combustible, aceite y madera. El rango de detección de radiación usualmente está entre 6500 y 8500 angstroms. No se recomienda en la detección de incendios de alcohol, LNG (gas licuado natural), hidrógeno o magnesio. Son más efectivos en ambientes con bajo nivel de luz.

Debido a que el diseño de análisis es un edificio convencional - inteligente de oficinas se propone utilizar detectores de humo fotoeléctrico y detector térmico debido a sus características y los materiales que pueden propiciar un incendio en un edificio. No se utilizan detectores de llamas.

- **Interacción con Otros Sistemas.**

El Sistema de Detección de Incendio en un Edificio Inteligente esta integrado al Sistema Central del Edificio, este sistema monitorea de manera gráfica el estatus de los diferentes dispositivos con que cuenta el sistema para cada uno de los pisos o áreas del edificio; como son el estado normal, el estado de falla, o el estado activo de cada uno de ellos.

Este sistema interactúa con los sistemas de Acceso, CCTV y de HVAC principalmente del Edificio Inteligente.

Sí el Sistema de Detección detecta un posible conato de incendio, activa las audiovisuales (para alertar a la gente, y para guiarlos hacia las salidas tanto principales, como de emergencia) del piso afectado, del piso superior y del piso inferior; manda un mensaje pregrabado de evacuación en los pisos mencionados; y en relación al resto de los pisos del edificio, manda un mensaje pregrabado de

Alerta. Con respecto al sistema de Acceso libera todas las puertas con control de acceso, para que la gente ubicada en esos pisos puedan evacuar de manera segura los mismos, sin necesidad de utilizar sus tarjetas de acceso; ordena a todos los elevadores que bajen hasta la Planta Baja y que mantengan sus puertas abiertas (esto se hace para que en cuanto llegue personal del Equipo de Bomberos, ellos puedan utilizarlos de ser necesario para llegar hasta el piso afectado -esto si es posible, después de una evaluación del incidente-; además para que la gente no pueda utilizarlos, y no llegue en un momento dado a quedar atrapada en ellos).

Ahora bien, con respecto al sistema de HVAC, le envía una señal de conato de incendio con la ubicación del piso afectado, por lo que el sistema de HVAC apaga las UMA's u otros equipos de aire asociados al piso afectado, del piso superior y del piso inferior; y queda en modo de espera, para activar de ser necesario, los equipos de extracción de humo de los pisos en cuestión. Cuando se detecta alta concentración de CO₂ en los sótanos (o estacionamientos) del edificio, prende los equipos de extracción del sótano afectado, para reducir la concentración de CO₂ hasta un nivel seguro para los usuarios.

Con respecto a los sistemas de Extinción de Incendio, sí se trata de un conato de incendio en un Site de cómputo o de un área importante en cuanto a sus bienes, activa el sistema de extinción de incendio por medio de elementos químicos (CO₂, Halón, FM200, Inergen, etc.); a diferencia de sí se trata de un área donde la extinción es por medio de rociadores de agua ("sprinklers"), ya que en ese caso, se espera que el fuego, al incrementar la temperatura de los bulbos de los sprinklers, los rompa, y de esta manera el agua empiece a irrigarse.

El sistema podría hacer que las cámaras en el piso afectado, sean dirigidas a la posible zona con incendio, y así el operador del sistema Central evalúe el plan a seguir (por ejemplo cancelar la evacuación –de ser una falsa alarma- o evacuar por completo el edificio).

- **Caso de Estudio.**

Se evalúan dos sistemas de Detección de Incendio, uno pensado para un Edificio Convencional, y otro para un Edificio Inteligente.

Edificio Convencional:

En un Edificio Convencional, en caso de contar con el Sistema de Detección de Incendio, este es del tipo Direccionable (o convencional), sistema que es más lento en la respuesta ante un conato de incendio (tarda hasta 9 segundos), y que generalmente es más propicio a falsas alarmas (ya que por ejemplo no distingue en un momento dado, entre el humo de incendio y el humo de un cigarro, actuando de igual forma en ambos casos). Este sistema es menos flexible dado que su principal modo de operar (y que lo hace lento ante la respuesta a un conato de incendio) es que el tablero central esta verificando el estado de cada uno de los dispositivos de uno en uno, por lo que hace un recorrido por todos y cada uno de ellos de manera repetitiva, por lo que si un incendio es iniciado inmediatamente después de haber acabado de pasar por un detector, este Sistema de Detección lo detectara hasta su siguiente recorrido, por lo que podrían pasar segundos clave antes de haber actuado de mejor forma ante el conato de incendio.

En las tablas 3.16, 3.17 y 3.18 se muestra el costo de la implementación del Sistema de Detección de Incendio que generalmente se utiliza para un Edificio del tipo Convencional. Este costo hace referencia al equipo el cual se muestra en las figuras 3.13, 3.14, 3.15 y 3.16. Los servicios de ingeniería, trabajos de montaje y conexión para el Edificio Tipo de estudio de la presente tesis.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Marca	Precio Unit.	Total
1	1	NFS-640	Tablero de Control inteligente, para alarma de incendio y detección de humos, monitoreo y/o control de diseño modular. Con fuente de voltaje regulada 120Vac @ 3 A, y baterías de respaldo	Notifier	\$4.270,58	\$4.270,58
2	315	FSP-851	Detector de humo fotoeléctrico	Notifier	\$60,13	\$18.940,95
3	126	FSP-851T	Detector Térmico	Notifier	\$79,00	\$9.954,00
4	441	B710LP	Base para detector de humo FSP-851, FST-851R, FAPT-851	Notifier	\$8,91	\$3.929,31
5	37	NBG-12LX	Estación manual de alarma tipo doble acción	Notifier	\$100,88	\$3.732,56
6	27	FCM-1	Módulo de control inteligente para accionar bocinas y estrobos	Notifier	\$68,90	\$1.860,30
7	126	PC2415W	Unidad audiovisual de alarma con Bocina de Audio	Notifier	\$60,21	\$7.586,46
8	48	FMM-1	Módulo monitor para supervisión de dispositivos	Notifier	\$52,57	\$2.523,36
9	7	FMM-1	Módulo monitor para supervisión de dispositivos	Notifier	\$52,57	\$367,99
10	49	FRM-1	Módulo de control relevador	Notifier	\$68,80	\$3.371,20
11	15	PS-1-12E	Fuente de poder auxiliar remota	Northern	\$166,92	\$2.503,80
12	30	12V6A	Baterías de 12 Vcd a 6 A-H	Northern	\$40,00	\$1.200,00
13	14	CM-1B	Detector de Bióxido de Carbono	Macurco	\$70,00	\$980,00
14	48	39WH	Contacto Magnético	Ademco	\$6,89	\$330,72
					Total	\$61.551,23

Tabla 3.16 Equipo de Detección de Incendio.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Marca	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Administración del proyecto: Supervisión, puesta en marcha, documentación y pruebas.	NA	\$12.925,76	\$12.925,76

Tabla 3.17 Servicios de Ingeniería de Detección.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Suministro de materiales, mano de obra para el montaje y conexión del sistema de detección.	NA	\$22.158,44	\$22.158,44

Tabla 3.18 Montaje y Conexión.

GRAN TOTAL (USD + IVA)	\$96.635,43
-----------------------------------	--------------------

En la tabla 3.16 se enlista el equipo central del tablero de detección, y el equipo de campo necesario para poder contar con el Sistema de Detección en el edificio; en la tabla 3.17 se cuenta con el monto requerido para la supervisión y configuración del sistema; y en la tabla 3.18 se cuenta con el monto de los materiales (tubería y cableado) necesarios para el montaje y conexión del equipo.

Edificio Inteligente:

Un Edificio Inteligente actual, por lo general cuenta con un Sistema de Detección también del tipo Inteligente, este sistema, además de poder contar con detectores de

humo y temperatura separados en un dispositivo inteligente cada uno, puede tener dispositivos que cuentan con más de una tecnología para la confirmación de un posible incendio (fotoeléctrico, temperatura y razón de cambio) integrados en un solo dispositivo inteligente, con lo que se pretende reducir las falsas alarmas ocasionadas por polvo, humo de cigarro, incremento de temperatura gradual en el cuarto, entre otros. Estos dispositivos inteligentes están diseñados para adaptarse (en un par de días) al lugar en donde están instalados, por lo que pueden interpretar si se trata de la hora del cigarro, la hora de la limpieza (por el polvo), o si el incremento de temperatura esta dado por las condiciones climáticas. Esta principal función la obtiene de considerar el tiempo en su algoritmo de operación, por lo que considera el incremento de humo y/o temperatura en relación al tiempo en que tomo llegar a una condición dada, por lo que descarta situaciones comunes de falsas alarmas.

Otra característica importante de los sistemas de Detección Inteligentes, es que su modo de operación del tablero central no es la de estar verificando el estado de cada uno de los dispositivos, sino que cada dispositivo le envía su estado al tablero central, por lo que en caso de un conato de incendio, el detector alarmado se comunica al tablero central informando la situación, por lo que el tiempo de respuesta al conato de incendio se reduce a unos 3 segundos, dejando más tiempo para actuar de una mejor manera ante el evento.

En las tablas 3.19, 3.20 y 3.21 se muestra el costo de implementación de un Sistema de Detección de Incendio del tipo Inteligente para un edificio. Este costo hace referencia al equipo el cual se muestra en las figuras 3.13, 3.14, 3.15 y 3.16. Los servicios de ingeniería, trabajos de montaje y conexión para el Edificio Tipo de estudio de la presente tesis.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	3-LCD	Display de cristal liquido	Edwards	\$35.957,96	\$35.957,96
2	1	3-CPU	Unidad central de proceso del panel			
3	1	3-PPS	Fuente primaria de energía panel			
4	1	3-BPS	Fuente auxiliar, 127 vac			
5	4	3-DSDC	Tarjeta controladora de lazo, 125 d, 125 m			
6	1	3-LAN	Interfase de comunicación rs-485			
7	1	3-VOC	Tarjeta para voceo con micrófono			
8	2	3-12SR	Botonera de 12 interruptores de membrana			
9	3	3-LRFM	Tapa ciega espacio de riel			
10	2	3-CHAS7	Chasis de ensamblaje 7 espacios			
11	1	3-CAB21	Gabinete 21 espacios			
12	1	XLS-CAB21D	Puerta de gabinete para 21 espacios			
13	2	12V17A	Baterías de 12 vcd a 17 a-h			
14	315	XLS-PHS	Detector fotoeléctrico-térmico inteligente	Edwards	\$79,54	\$25.055,10
15	126	XLS-HRS	Detector térmico inteligente	Edwards	\$52,70	\$6.640,20
16	441	XLS-SB	Base Standard para detector	Edwards	\$10,40	\$4.586,40
17	37	XLS-278	Estación manual de doble acción	Edwards	\$90,68	\$3.355,16
18	27	XLS-CC1	Modulo de control de salida sencilla	Edwards	\$85,61	\$2.311,47
19	126	XLS-757-1A-H	Alarma audible 97 db,roja,24vcd	Edwards	\$66,30	\$8.353,80
20	48	XLS-MM1	Modulo monitoreo	Edwards	\$52,71	\$2.530,08
21	7	XLS-CT1	Modulo monitoreo	Edwards	\$52,72	\$369,04
22	49	XLS-CR	Modulo relevador	Edwards	\$67,61	\$3.312,89
23	15	XLS-BPS6	Fuente auxiliar remota de 6 amperes	Edwards	\$469,24	\$7.038,60
24	30	12V6A	Baterías de 12 vcd a 6 a-h	Edwards	\$40,00	\$1.200,00
25	14	CM-1B	Detector de bióxido de carbono	Macurco	\$70,00	\$980,00
26	24	6833-1	Jack telefónico para teléfono de bomberos	Edwards	\$26,45	\$634,80
27	48	39WH	Contacto magnético	Ademco	\$6,89	\$330,72
28	24	7050	Estación rondín de vigilancia	Dynalock	\$57,99	\$1.391,76
29	22	BK-WFD40	Supervisor de válvula sistema extinción de incendio	ADI	\$139,10	\$3.060,20
					Total	\$107.108,18

Tabla 3.19 Equipo de Detección de Incendio.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Administración del proyecto: Supervisión, puesta en marcha, documentación y pruebas.	NA	\$22.492,72	\$22.492,72

Tabla 3.20 Servicios de Ingeniería de Detección.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Suministro de materiales, mano de obra para el montaje y conexión del sistema de detección.	NA	\$43.914,35	\$43.914,35

Tabla 3.21 Montaje y Conexión.

GRAN TOTAL (USD + IVA)	\$173.515,25
-----------------------------------	---------------------

En la tabla 3.19 se enlista el equipo central del tablero de detección inteligente, y el equipo inteligente de campo necesario para poder contar con el Sistema de Detección en el edificio, a diferencia del equipo del sistema convencional, aquí se

incluyen el equipo para el sistema de voceo, rondines de vigilancia y supervisión del sistema de extinción de agua por medio de rociadores de agua (“sprinklers”); en la tabla 3.20 se cuenta con el monto requerido para la supervisión y configuración del sistema inteligente; y en la tabla 3.21 se cuenta con el monto de los materiales (tubería y cableado) necesarios para el montaje y conexión del equipo.

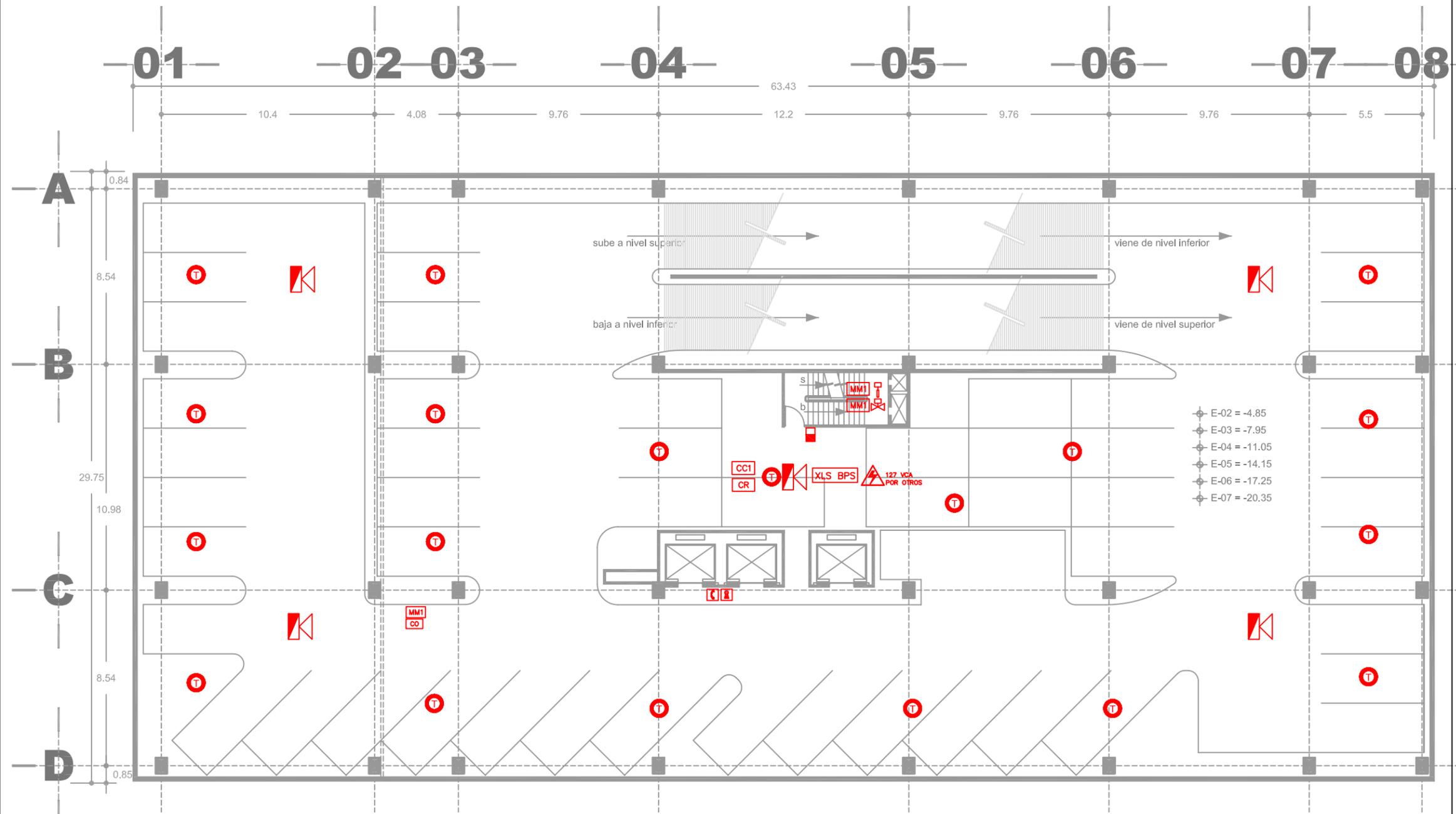
Como se aprecia, la diferencia entre el costo entre un Sistema de Detección para un Edificio Convencional y para un Edificio Inteligente es de prácticamente el doble, sin embargo el sistema del Edificio Inteligente cuenta con la gran ventaja de que esta integrado al Sistema Central del edificio, por lo que puede interactuar con los otros sistemas del mismo, ofreciendo grandes ventajas; además de ser más preciso en la detección de conatos de incendio. En la tabla 3.22 se enlistan las principales ventajas y desventajas de un Sistema de Detección de Incendio para un Edificio Inteligente, contra un Sistema de Detección de Incendio para un Edificio Convencional.

Sistema Edificio Inteligente	Sistema Edificio Convencional
- Sistema de operación del tipo Inteligente: Sensores con microprocesador integrado cada uno (el sensor envía su status al tablero)	- Sistema de operación del tipo convencional: El tablero confirma el status de cada sensor de campo uno por uno.
- Respuesta ante un conato de incendio de 3 seg.	- Respuesta ante un conato de incendio de 9 seg.
- Operación más precisa, entonces menos falsas alarmas	- Operación propicia a mayor número de falsas alarmas
- Display de la Unidad Central de Procesamiento más grande (mayor número de información a la vista)	- Display de la Unidad Central de Procesamiento reducido (menor número de información a la vista)
- Sensores con multi-tecnología (Humo, temperatura, tiempo) y compensación ambiental	- Sensores con tecnología individual (humo y temperatura)
- Sistema de integración completa al Sistema Central del Edificio, por lo que puede interactuar también con los demás sistemas.	- Sistema de interacción parcial al Sistema Central del Edificio (de ser necesario).
- Mayor costo inicial del sistema.	- Menor costo inicial del sistema.
- Menor costo de operación: mantenimiento del Sistema de 1 a 2 veces al año aproximadamente.	- Mayor costo de operación: mantenimiento del Sistema de 3 a 4 veces al año aproximadamente.

Tabla 3.22 Ventajas y Desventajas entre Sistemas de Detección de Incendio.

Edificio Tipo de Estudio

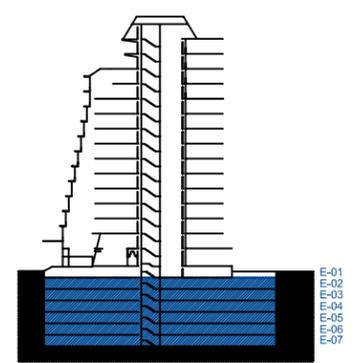
Ciudad de México



SIMBOLOGIA Y NOTAS

- SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIO**
- DETECTOR FOTOELECTRICO
 - DETECTOR TERMICO
 - ESTACION MANUAL
 - MODULO DE CONTROL RISER
 - SIRENA CON LUZ ESTROBOSCOPICA
 - PHOTOBEAM TRANSMISOR
 - PHOTOBEAM RECEPTOR
 - FUENTE REMOTA PARA PHOTOBEAM'S
 - MODULO RELEVADOR
 - MODULO MONITOREO SOSTENIDO
 - MODULO MONITOREO
 - SENSOR DE MONOXIDO DE CARBONO
 - JACK TELEFONICO PARA BOMBEROS
 - ESTACION RONDIN DE VIGILANCIA
 - DETECTOR FLUJO DE AGUA
 - SUPERVISOR VALVULA PARA RED SPRINKLERS
 - FUENTE DE ALIMENTACION REMOTA DE DETECCION (FUENTE DE 127 VAC A 24 VDC)
 - TABLERO DE DETECCION DE INCENDIO
 - RESISTENCIA DE FIN DE LINEA
 - 127 VCA REQUIERE ALIMENTACION LOCAL ELECTRICA DE 127 VAC (POR OTROS)

NOTAS:
1. LA ALTURA DE LAS ESTACIONES MANUALES SERA DE 1.35 mts. CON RESPECTO DEL NIVEL DE PISO TERMINADO (N.P.T.)



ESTACIONAMIENTO TIPO

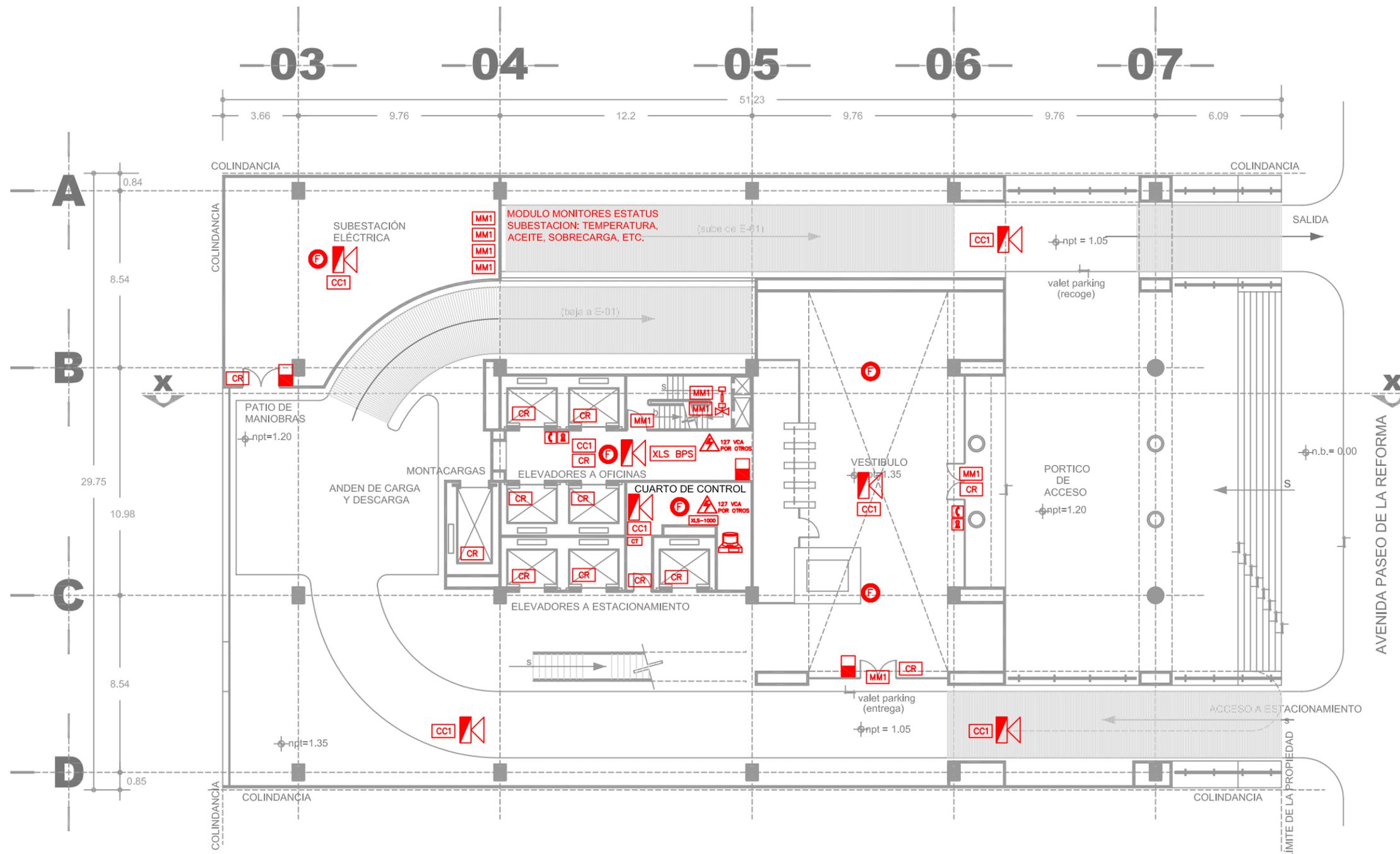
SISTEMA DE DETECCION

Escala: 1:200 Cotas en: metros **Dlet-01**

Fig. 3.13 Sistema de Detección de Incendio - Estacionamiento Tipo

Edificio Tipo de Estudio

Ciudad de México

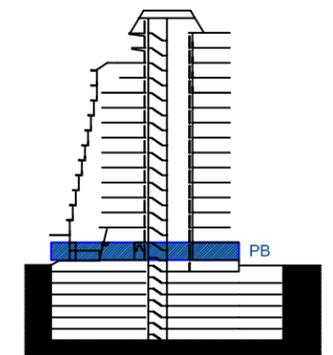


SIMBOLOGIA Y NOTAS

SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIO

- DETECTOR FOTOELÉCTRICO
- DETECTOR TÉRMICO
- ESTACION MANUAL
- MÓDULO DE CONTROL RISER
- SIRENA CON LUZ ESTROBOSCÓPICA
- PHOTOBEAM TRANSMISOR
- PHOTOBEAM RECEPTOR
- FUENTE REMOTA PARA PHOTOBEAM'S
- MÓDULO RELEVADOR
- MÓDULO MONITOREO SOSTENIDO
- MÓDULO MONITOREO
- SENSOR DE MONÓXIDO DE CARBONO
- JACK TELEFÓNICO PARA BOMBEROS
- ESTACION RONDIN DE VIGILANCIA
- DETECTOR FLUJO DE AGUA
- SUPERVISOR VALVULA PARA RED SPRINKLERS
- FUENTE DE ALIMENTACION REMOTA DE DETECCION (FUENTE DE 127 VAC A 24 VDC)
- TABLERO DE DETECCION DE INCENDIO
- RESISTENCIA DE FIN DE LINEA
- 127 VCA REQUIERE ALIMENTACION LOCAL ELECTRICA DE 127 VAC (POR OTROS)
- SERVIDOR CENTRAL SGIA

NOTAS:
1. LA ALTURA DE LAS ESTACIONES MANUALES SERA DE 1.35 mts. CON RESPECTO DEL NIVEL DE PISO TERMINADO (N.P.T.)



CORTE ESQUEMÁTICO

PLANTA BAJA

SISTEMA DE DETECCION

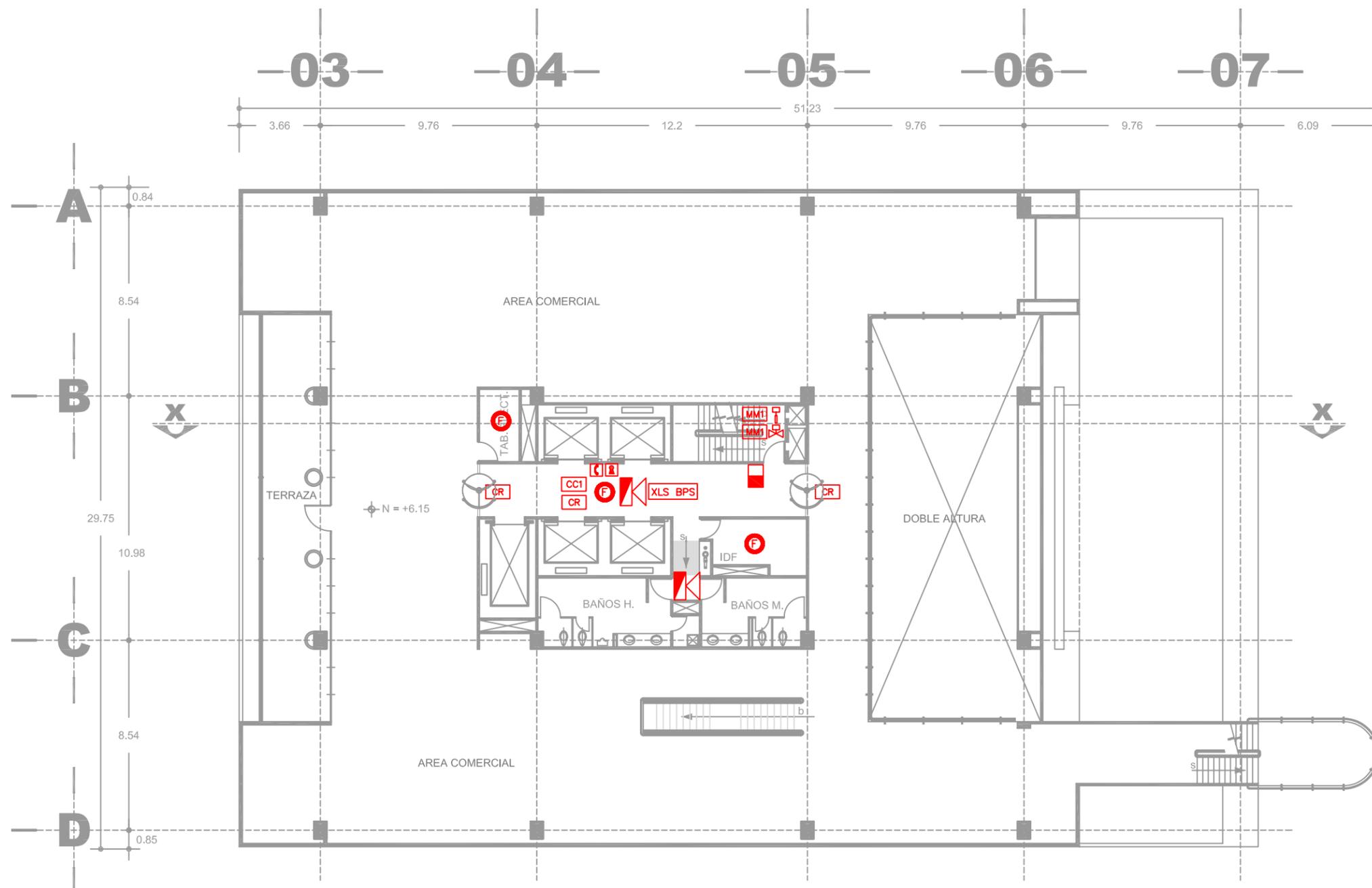
	Escala	Cotas en:	Dlpb-01
	1:200	metros	



Fig. 3.14 Sistema de Detección de Incendio - Planta Baja

Edificio Tipo de Estudio

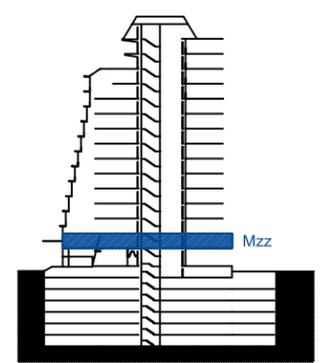
Ciudad de México



SIMBOLOGIA Y NOTAS

- SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIO**
- DETECTOR FOTOELECTRICO
 - DETECTOR TERMICO
 - ESTACION MANUAL
 - MODULO DE CONTROL RISER
 - SIRENA CON LUZ ESTROBOSCOPICA
 - PHOTOBEAM TRANSMISOR
 - PHOTOBEAM RECEPTOR
 - FUENTE REMOTA PARA PHOTOBEAM'S
 - MODULO RELEVADOR
 - MODULO MONITOREO SOSTENIDO
 - MODULO MONITOREO
 - SENSOR DE MONOXIDO DE CARBONO
 - JACK TELEFONICO PARA BOMBEROS
 - ESTACION RONDIN DE VIGILANCIA
 - DETECTOR FLUJO DE AGUA
 - SUPERVISOR VALVULA PARA RED SPRINKLERS
 - FUENTE DE ALIMENTACION REMOTA DE DETECCION (FUENTE DE 127 VAC A 24 VDC)
 - TABLERO DE DETECCION DE INCENDIO
 - RESISTENCIA DE FIN DE LINEA
 - 127 VCA REQUIERE ALIMENTACION LOCAL ELECTRICA DE 127 VAC (POR OTROS)

NOTAS:
1. LA ALTURA DE LAS ESTACIONES MANUALES SERA DE 1.35 mts. CON RESPECTO DEL NIVEL DE PISO TERMINADO (N.P.T.)



CORTE ESQUEMÁTICO

MEZZANINE

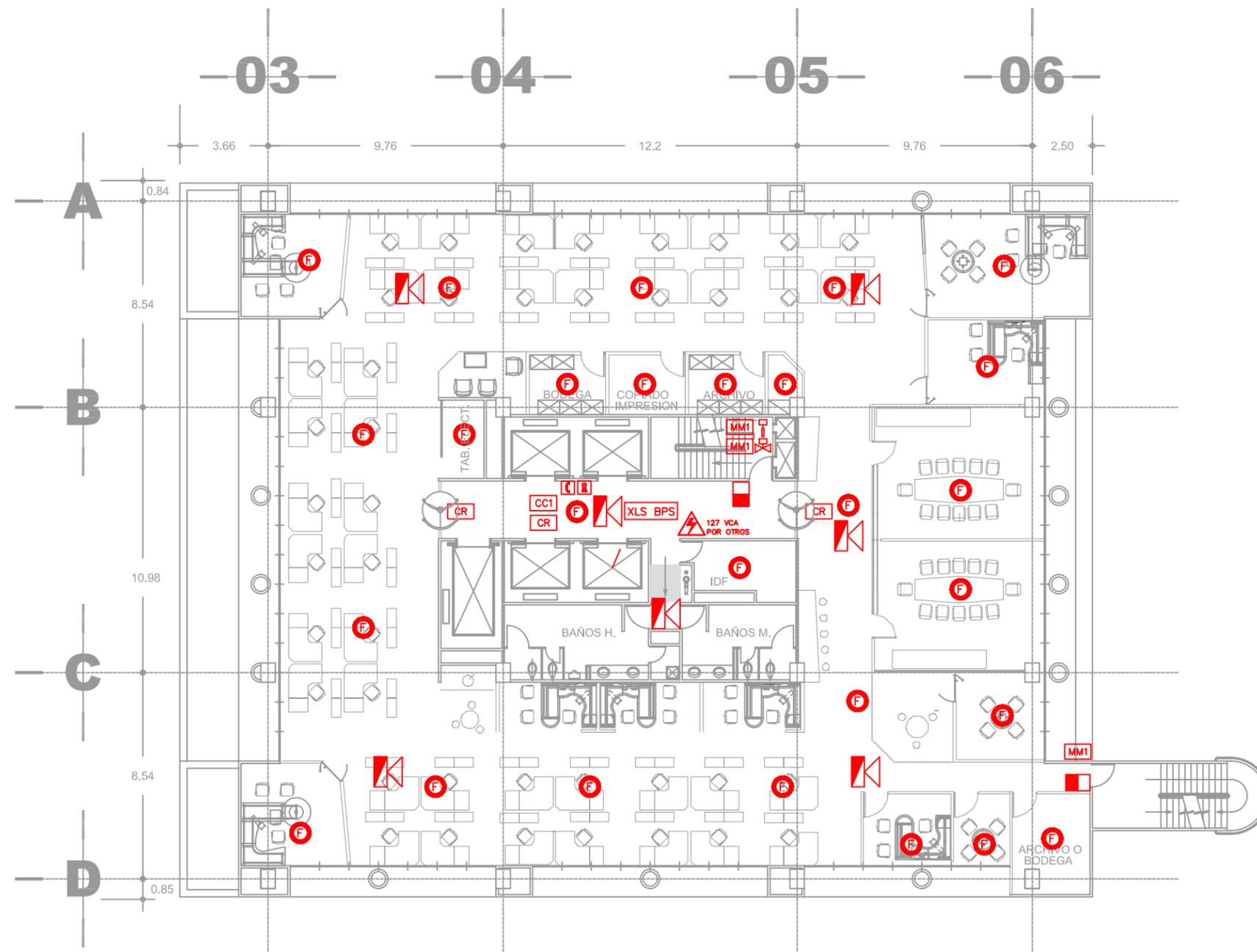
SISTEMA DE DETECCION
Escala: 1:200 Cotas en: metros **DImz-01**



Fig. 3.15 Sistema de Detección de Incendio - Mezzanine

Edificio Tipo de Estudio

Ciudad de México

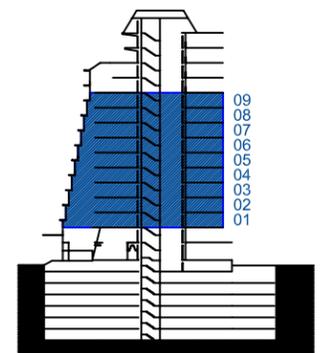


SIMBOLOGIA Y NOTAS

SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIO

- DETECTOR FOTOELECTRICO
- DETECTOR TERMICO
- ESTACION MANUAL
- MODULO DE CONTROL RISER
- SIRENA CON LUZ ESTROBOSCOPICA
- PHOTOBEAM TRANSMISOR
- PHOTOBEAM RECEPTOR
- FUENTE REMOTA PARA PHOTOBEAM'S
- MODULO RELEVADOR
- MODULO MONITOREO SOSTENIDO
- MODULO MONITOREO
- SENSOR DE MONOXIDO DE CARBONO
- JACK TELEFONICO PARA BOMBEROS
- ESTACION RONDIN DE VIGILANCIA
- DETECTOR FLUJO DE AGUA
- SUPERVISOR VALVULA PARA RED SPRINKLERS
- FUENTE DE ALIMENTACION REMOTA DE DETECCION (FUENTE DE 127 VAC A 24 VDC)
- TABLERO DE DETECCION DE INCENDIO
- RESISTENCIA DE FIN DE LINEA
- 127 VCA REQUIERE ALIMENTACION LOCAL ELECTRICA DE 127 VAC (POR OTROS)

NOTAS:
1. LA ALTURA DE LAS ESTACIONES MANUALES SEHA DE 1.35 mts. CON RESPECTO DEL NIVEL DE PISO TERMINADO (N.P.T.)



CORTE ESQUEMATICO

PLANTA TIPO

SISTEMA DE DETECCION

	Escala	Cotas en:	Dlpt-01
	1:200	metros	



Fig. 3.16 Sistema de Detección de Incendio - Planta Tipo

3.3 Sistema de Extinción de Incendio.

La falta o eliminación de uno de los elementos que intervienen en la combustión (combustible, comburente, energía de activación y reacción en cadena), daría lugar a la extinción del fuego. Según el elemento que se elimine, aparecerán distintos mecanismos de extinción. A continuación se describen las características principales de los sistemas de extinción a base de agua, espumas y de algunos agentes químicos especiales.

Sistema de Extinción a Base de Agua.

El agua es el agente extintor más antiguo, apaga por enfriamiento absorbiendo calor del fuego para posteriormente evaporarse. En general es más eficaz si ésta se emplea pulverizada, ya que se evapora más rápidamente, absorbiendo así más calor. Es especialmente eficaz para apagar fuegos de clase A* (sólidos), ya que apaga y enfría.

Los sistemas automáticos que emplean agua son generalmente llamados “sprinklers” (rociadores de agua), los cuales se basan en la expulsión de agua atomizada a gran presión, extinguiendo el fuego mediante tres acciones; enfriamiento, desplazamiento del oxígeno y atenuación de la transmisión de calor por radiación.

* Anexo A. Clases de Incendio

Sistema de Extinción por Medio de Espumas.

Otro de los agentes utilizados para la extinción de incendios son las espumas, las cuales actúan por inundación separando el fuego del oxígeno del aire, eliminando así la combustión por falta de uno de los elementos esenciales. Las espumas se obtienen por medio de un generador de espuma de alta expansión al soplar aire a través de una pantalla húmeda con rocío de agua continuo, que contiene un aditivo para producir burbujas, la espuma es muy ligera y fluida, generalmente son empleadas para actuar en fuegos sólidos o líquidos, sin riesgo de conducción eléctrica, así mismo no pueden utilizarse sobre materiales delicados, como equipo electrónico dado que trabajan por inundación y dejan residuos que en muchos casos pueden perjudicar.

Sistemas de Supresión por Agentes Especiales.

Estos agentes son principalmente compuestos químicos, capaces de combinarse con los productos de descomposición del combustible, paralizando la reacción en cadena. A continuación se analizan algunos de los sistemas de extinción más utilizados como; el anhídrido carbónico, el halón, el FM200 y el inergen.

- Anhídrido carbónico (CO_2). Es un gas inerte que se almacena en estado líquido a presión elevada. Al descargarse se solidifica parcialmente, en forma de copos blancos, por lo que a los extintores que lo contienen se les llama de "Nieve Carbónica". El CO_2 apaga principalmente por sofocación, desplazando al oxígeno del aire, aunque también produce un cierto enfriamiento, no conduce la electricidad, se emplea para apagar fuegos de sólidos (clase A), de líquidos (clase B), y de gases (clase C). Al no ser conductor de la electricidad, puede actuar sobre líquidos inflamables y principalmente sobre fuegos eléctricos, motores, transformadores, cajas de distribución, etc., no deja residuos y no es tóxico ni corrosivo. Al ser asfixiante, los locales deben ventilarse después de su uso. Hay

que tener especial cuidado con no utilizarlo en cantidades que puedan resultar peligrosas en presencia de personas.

- Halón. Otro agente extintor bastante utilizado son los hidrocarburos halogenados, son hidrocarburos en los que uno o varios átomos de hidrogeno han sido sustituidos por átomos de flúor, cloro, bromo o yodo, dando origen a diversos compuestos químicos como son: el bromuro de metilo, el yoduro de metilo, el bromo cloro metano, tetracloruro de carbono, etc., todos ellos con una potente acción antifuego por medios químicos. Estos líquidos al entrar en contacto con el fuego reaccionan saturando los radicales producidos en la combustión frenando la reacción en cadena de los materiales en combustión. Se aplican principalmente para fuegos eléctricos en los cuales sea un material o equipo delicado, ya que al no producirse un descenso elevado de temperatura los componentes electrónicos no se perjudican.

En la actualidad, el uso del halón para la protección contra incendio esta sujeto a restricciones internacionales impuestas por el protocolo de Montreal sobre sustancias que destruyen la capa de ozono de la estratosfera.

- FM200. Este agente es apto para la protección de la mayoría de los riesgos donde anteriormente se tenía que aplicar el Halón 1301 el cual se considera que destruye la capa de ozono. Una vez descargado, extingue rápidamente el fuego minimizando los daños a la propiedad y a los equipos de alto valor, asegurando así mismo la total seguridad a las personas.

Actúa físicamente por absorción de calor, sus características físicas permiten su uso en ambientes con temperaturas entre 0 °C y 50 °C.

Es seguro para las personas porque no sólo extingue el fuego sin reducir la cantidad de oxígeno, sino que no resulta tóxico. Por estos motivos es idóneo para la protección de ambientes ocupados normalmente por personas. En cuanto a su efecto

sobre los equipos, no daña los equipos más delicados y no deja residuos para su limpieza posterior, por lo que permite continuar de inmediato las actividades. No es conductor de la corriente eléctrica, por lo que es efectivo en la protección de riesgos eléctricos como salas de cómputo. Es apto tanto para fuegos de clase A (materiales sólidos) como para fuegos de clase B (líquidos o sólidos licuados). Su almacenamiento requiere un espacio limitado. Por las características el FM200 será el agente extintor para ser considerado en el cuarto de control central del edificio inteligente en estudio.

- Inergen. Está compuesto por un 52% de nitrógeno, un 40% de argón y un 8% de CO₂. Este agente apaga el fuego desplazando el oxígeno en el aire. Es un gas respirable que incrementa el ritmo respiratorio en períodos cortos de tiempo. Para no poner en riesgo la seguridad del personal, el aire ambiental del lugar de extinción contendrá al menos un 14% de O₂ y un 4% como máximo de CO₂. Si la concentración de O₂ es menor del 12% se deberá evacuar el local en un tiempo igual o inferior a 30 segundos. Durante la descarga se mantiene una buena visibilidad, no se aumenta la conductividad ni la corrosividad y no deja residuo, por lo que no provoca daños materiales.

Algunas de sus aplicaciones son: riesgos eléctricos o electrónicos, salas de mezcla de líquidos inflamables, bibliotecas, archivos y museos, etc.

Al construirse un edificio convencional de oficinas, por norma (NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-STPS-2000) debe incluir un sistema de extinción contra incendio por agua, con características similares a las que utiliza un edificio inteligente, el cual, además debe utilizar un sistema de extinción a base de productos químicos FM200 en el cuarto de control central y la acción casi instantánea de los demás sistemas de seguridad.

Por esta razón solo impacta en los costos el sistema de extinción de incendios a base de productos químicos que no lo tiene un edificio convencional.

- **Interacción con Otros Sistemas.**

Los Sistemas de Extinción de Incendio, tanto el de base agua, como el de base agente químico FM-200 en un Edificio Inteligente, están integrados al Sistema Central del Edificio, en el cual se monitorea principalmente el estatus de los diferentes dispositivos con que cuenta cada sistema para el o las áreas a proteger.

El Sistema de Extinción a base de agua trabaja (o se activa) de manera autónoma, en función a la alta temperatura que rompe el bulbo del rociador de agua (“sprinkler”) localizado en el techo del área protegida, por lo que se empieza a rociar el agua justo por encima y cercanías de la ubicación del incendio. Generalmente, un poco antes de que el o los sprinklers se activen, el sistema de Detección de Incendio, detecta el incendio por medio de sus detectores, y una vez que el agua empieza a salir por los sprinklers activos, también detecta el movimiento del agua en las tuberías principales de los sprinklers del piso afectado, por medio de dispositivos supervisores de flujo de agua (o paletas de monitoreo) acoplados a dichas tuberías, con lo que el operador se da por enterado del conato de incendio, y de la activación del Sistema de Extinción a base de agua del piso afectado en cuestión. Para este Sistema de Extinción solo es posible monitorear su estatus, la activación de la bomba principal del sistema, el movimiento del agua por la tubería principal y por la tubería del piso afectado desde el Sistema Central.

Ahora bien, el Sistema de Extinción de Incendios por medio del agente químico FM-200, depende y requiere interactuar con el sistema de Detección de Incendios, además de reportar al Sistema Central del Edificio Inteligente; ya que en este caso el sistema es pasivo, por lo que hasta que el Sistema de Detección de Incendios detecte un incendio dentro de un área de importancia protegida dentro del edificio, como puede ser un site de cómputo y/o un centro de telecomunicaciones y/o un cuarto de control, y que este incendio sea ratificado por contar con dos o más detectores alarmados; entonces el Sistema de Detección de Incendios envía una señal al Sistema de Extinción de Incendios a base del FM-200 localizado en el área

en cuestión para que este se active, con lo que se libera el agente extintor, y este al distribuirse de manera uniforme en cuestión de segundos en el área protegida, apague o ahogue el fuego.

- **Caso de Estudio.**

A continuación se evalúan los casos de sistemas de Extinción de Incendio, tanto para un Edificio Convencional como para un Edificio Inteligente.

Edificio Convencional:

Para el caso del Sistema de Extinción de Incendio a base agua, por norma, tanto el Edificio Convencional como el Edificio Inteligente lo deben de tener, por lo que no existe diferencia en costos en cuanto al Sistema de Extinción propiamente.

Ahora bien, los edificios convencionales no cuentan con Sistema de Extinción de Incendio a través de algún agente químico.

Edificio Inteligente:

Como se menciona, el Sistema de Extinción de Incendio a base de agua, tanto el Edificio Convencional como el Edificio Inteligente deben de contar con el, por lo que no existe diferencia en costos en cuanto al Sistema de Extinción; la diferencia se da en que para el caso del Edificio Inteligente, el Sistema de Extinción es monitoreado a través de diversos dispositivos que reportan al sistema de Detección de Incendio y este a su vez reporta el estatus de los mismos al Sistema Central del Edificio. Este monitoreo principalmente consiste en el monitoreo del tablero principal del Sistema de Extinción (alarmas, activación), la supervisión del movimiento del agua en la tubería principal de extinción del edificio y en las tuberías secundarias que corresponden a cada piso, y de la supervisión del estado de las válvulas (abierta o cerrada) que segmentan los ramales de las mismas tuberías.

En las tablas 3.23, 3.24 y 3.25 se muestra el costo de monitoreo de un Sistema de Extinción de Incendio a base de agua para un edificio inteligente. Este costo hace referencia al equipo de monitoreo, los servicios de ingeniería, trabajos de montaje y conexión para el Edificio Tipo de estudio de la presente tesis.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	3-DSDC	Tarjeta Controladora de Lazo Inteligente, 125 D, 125 M	Edwards	\$977.21	\$977.21
2	48	XLS-MM1	Modulo de Monitoreo (detector de flujo, supervisor de válvula, supervisor de alarmas)	Edwards	\$52.71	\$2,530.08
3	22	FS4-3	Detector de Flujo para Red de Sprinklers (rociadores de agua)	ADI	\$116.48	\$2,562.56
4	22	BK-WFD40	Supervisor de Válvula para Red de Sprinklers	ADI	\$139.10	\$3,060.20
					Total	\$9,130.05

Tabla 3.23 Equipo Monitoreo de Extinción de Incendio a Base Agua.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Administración del proyecto: Supervisión, puesta en marcha, documentación y pruebas.	NA	\$1,917.31	\$1,917.31

Tabla 3.24 Servicios de Ingeniería de Monitoreo Extinción a Base Agua.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Suministro de materiales, mano de obra para el montaje y conexión del sistema de monitoreo de extinción a base de agua.	NA	\$3,743.32	\$3,743.32

Tabla 3.25 Montaje y Conexión.

GRAN TOTAL (USD + IVA)	\$14,790.68
-----------------------------------	--------------------

En la tabla 3.23 se enlista el equipo necesario para contar con el monitoreo del Sistema de Extinción de Incendio a Base de Agua por el tablero del Sistema de Detección de Incendio. En la tabla 3.24 se cuenta con el monto requerido para la supervisión y configuración del sistema de monitoreo; y en la tabla 3.25 se cuenta con el monto de los materiales (tubería y cableado) necesarios para el montaje y conexión del equipo de monitoreo.

Como se aprecia, el monto para contar con el monitoreo del Sistema de Extinción a Base de Agua no es muy alto, sin embargo se debe de considerar que para lograr esto, se tiene que contar previamente con el sistema de Detección de Incendio, ya que este es el encargado de monitorear la actividad del Sistema de Extinción a Base Agua.

Por otro lado, los Edificios Inteligentes si cuentan con el Sistema de Extinción de Incendio a través de agentes químicos, para lo cual principalmente es utilizado el FM-200. Estos sistemas son utilizados para proteger áreas de alta importancia dentro del edificio, como son: sites de cómputo, centros de telecomunicaciones, cuartos de control.

En las tablas 3.26, 3.27 y 3.28 se muestra el costo de implementación de un Sistema de Extinción de Incendio a base del químico FM-200 para un Cuarto de Control de un edificio; así como su costo de control/monitoreo por medio del Sistema de Detección de Incendio. Este costo hace referencia al equipo, los servicios de ingeniería, trabajos de montaje y conexión para el Cuarto de Control del Edificio Tipo de estudio de la presente tesis.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	100350	CILINDRO CONTENEDOR DE 350 lb. DE GAS FM-200	Fenwal	\$2,528.00	\$2,528.00
2	1	283899	MANGUERA DE DESCARGA	Fenwal	\$275.00	\$275.00
3	1	281866	SOPORTE PARA CILINDRO DE 200/350 lb	Fenwal	\$84.00	\$84.00
4	1	486500	CABEZA DE CONTROL ELECTRICA	Fenwal	\$477.00	\$477.00
5	1	870652	CABEZA DE CONTROL POR LEVA	Fenwal	\$149.00	\$149.00
6	1	118263	SWITCH INTERRUPTOR DE PRESION	Fenwal	\$150.00	\$150.00
7	2	870638	BOQUILLA DE DESCARGA DE FM200	Fenwal	\$105.00	\$210.00
8	240	100359	LB. DE FM200	Fenwal	\$25.00	\$6,000.00
9	1	XLS-REL	MODULO DE CONTROL DISPARO FM-200	Edwards	\$250.00	\$250.00
10	3	XLS-CT1	MODULO MONITOREO	Edwards	\$52.72	\$158.16
11	1	XLS-CC1	MODULO DE CONTROL DE SALIDA SENCILLA	Edwards	\$85.61	\$85.61
12	1	XLS-757-1A-H	ALARMA AUDIBLE 97 Db, ROJA,24VCD	Edwards	\$66.30	\$66.30
					Total	\$10,433.07

Tabla 3.26 Equipo Extinción de Incendio a Base FM-200.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Administración del proyecto: Supervisión, puesta en marcha, documentación y pruebas.	NA	\$2,712.60	\$2,712.60

Tabla 3.27 Servicios de Ingeniería de Monitoreo Extinción a Base FM-200.

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica	Precio Unit.	Total
1	1	Lote	Suministro de materiales, mano de obra para el montaje y conexión del sistema de extinción a base de FM-200.	NA	\$3,755.91	\$3,755.91

Tabla 3.28 Montaje y Conexión.

GRAN TOTAL (USD + IVA)	\$16,901.57
-----------------------------------	--------------------

En la tabla 3.29 se enlistan las principales ventajas tanto de contar con el monitoreo de un Sistema de Extinción de Incendio a Base de Agua; como de contar con un sistema de Extinción de Incendio a Base de agente químico (FM-200) para un Edificio Inteligente.

Monitoreo Sistema Extinción Incendio a Base de Agua	Sistema Extinción Incendio a Base de FM-200
- Permite monitorear las condiciones del Sistema Hidroneumático correspondiente a este Sistema.	- Garantiza la integridad de los equipos de mayor valor dentro de zonas específicas en el inmueble.
- El monitoreo reporta al Sistema Central del Edificio, por lo que puede interactuar (de ser necesario) con otros sistemas.	- El Sistema reporta al Sistema Central del Edificio, por lo que puede interactuar (de ser necesario) con otros sistemas, además de con el Sistema de Detección de Incendio.
- Elimina personal de supervisión que recurrentemente verifica el estado del Sistema de Extinción, con lo que se garantiza por completo, la correcta operación del Sistema de llegarse a utilizar	

Tabla 3.29 Ventajas Monitoreo Sistema de Extinción de Incendio a Base de Agua, y Sistema de Extinción de Incendio Base FM-200.

4. ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO.

Por naturaleza en su existencia, el ser humano esta totalmente lleno de necesidades las cuales han sido parcialmente cubiertas, ya que algunos hombres se han preocupado por invertir recursos principalmente económicos, para producir aquellos bienes escasos.

Con la finalidad de buscar una solución para resolver dichas necesidades surge este proyecto el cual requiere de un análisis de Costo / Beneficio así como un estudio y evaluación.

Una inversión inteligente requiere una base la cual deberá ser precisamente un proyecto bien estructurado evaluado que indique la pauta que debe seguirse, en base a la realidad económica, política, social y cultural de la Economía Global Actual, la cual marcará los criterios que se seguirán para realizar la evaluación adecuada. La toma de decisión acerca de invertir en este proyecto dependerá de proporcionar la mayor cantidad de información exacta y precisa.

La evaluación tiene por objeto conocer su rentabilidad económica y social de tal manera que asegure satisfacer una necesidad en forma eficiente, segura y rentable, seleccionando de esta manera la mejor alternativa.

El principio fundamental de la Evaluación de Proyectos consiste en medir el valor, en base a la comparación de los beneficios y los costos proyectados en el horizonte de planeación. Por consiguiente, evaluar un proyecto de inversión es medir su valor económico, financiero o social a través de ciertas técnicas e indicadores de

evaluación, con los cuales se determina la alternativa viable u óptima de Inversión, previa a la toma de decisiones respecto a la ejecución o no del proyecto.

La evaluación de proyectos en términos de elección y selección de oportunidades de inversión, consiste en comparar los beneficios generados asociados a la decisión de inversión y su correspondiente desembolso de gastos.

La evaluación de Proyectos se inicia con la verificación de presupuestos de costos y los cuadros auxiliares de gastos e ingresos; por su respectiva tasa de descuento en el horizonte de planeación; finaliza con la determinación de las alternativas de inversión, en base a los siguientes indicadores: El valor actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el factor de Beneficio Costo (B/C), etc. La selección de Proyectos de Inversión se realiza en base a los resultados de los indicadores cuyos valores con signo de mayor, menor o igual permiten recomendar como Proyectos: Aceptado, Postergado o Rechazado.

En esta evaluación de proyecto se determinará la relación costo / beneficio por lo que este indicador muestra la cantidad de dinero actualizado que recibirá el proyecto por cada unidad monetaria invertida. Se determina dividiendo los ingresos brutos actualizados (beneficios) entre los costos actualizados.

El indicador Costo / Beneficio mide la relación que existe entre los ingresos de un proyecto y los costos incurridos a lo largo de su vida útil incluyendo la Inversión Total.

- Si la relación B/C es mayor a 1, el proyecto es aceptado, dado que el beneficio es superior al costo.
- Si la relación B/C es menor a 1, el proyecto debe rechazarse, dado que no existe beneficio.

- Si la relación B/C es igual a 1, el proyecto es indiferente, dado que no hay beneficio ni pérdidas.

Se emplea el análisis Costo-Beneficio para asegurarse de que el proyecto se ejecuta en el tiempo y en la forma que produzca la razón más alta de beneficio con respecto al costo, para obtener los rendimientos financieros más altos, y lograr el valor actual neto más elevado.

Se seleccionara las alternativas viables para realizar una comparación en base a una tabla, señalando los beneficios reales para cada uno de los años de vida del edificio Convencional y del Edificio Inteligente en base a las siguientes características:

- El costo total del proyecto durante cada año, incluyendo los costos de capital, operación y mantenimiento, costos sociales y otros costos diversos.
- Los beneficios totales que se obtendrán del proyecto por las rentas de los espacios, bienes y servicios, incluyendo el valor de los beneficios sociales.

Antes de empezar a producir estimaciones de costos / beneficios, es necesario tener presente que los costos son tangibles, es decir, se pueden medir en alguna unidad económica, mientras que los beneficios pueden ser tangibles e intangibles; es decir pueden darse en forma objetiva y subjetiva.

Para mayor detalle en este proyecto, se darán costos por cada sistema a considerar desde la implantación hasta su mantenimiento, costos de personal requerido tanto técnico como administrativo y características de los ahorros de energía por cada sistema.

Para iniciar el análisis, se presentará un Estudio de Pre-factibilidad, este estudio consiste en una investigación de mercado de forma detallada, que proporciona

información que sirve de apoyo para la toma de decisiones y aún más importante, si las condiciones del mercado no son obstáculo para llevar a cabo el proyecto.

Estudio de Pre-factibilidad.

La contaminación ambiental, el envejecimiento de edificios, las manifestaciones, la delincuencia, fenómenos naturales como el sismo de 1985 y otros elementos fueron durante años los peores enemigos del Paseo de la Reforma, uno de los corredores de oficinas más representativo de la Ciudad de México.

La suma de esfuerzos entre nuestras autoridades locales y federales, así como la activa participación de la iniciativa privada, han provocado un extraordinario flujo de inversiones del Paseo de la Reforma y la zona del Centro Histórico.

Actualmente el corredor Reforma es uno de los lugares más codiciados por los grandes usuarios de espacios de oficinas, aún cuando el Distrito Federal cuenta con corredores tan importantes como Lomas-Palmas, Santa Fe, Polanco, Bosques e Insurgentes.

El inventario del Corredor Reforma de Edificios A+ y A (clase mundial) ha crecido de manera exponencial 4.5 veces durante los últimos 10 años, donde diversos hechos económicos y políticos han influido de manera importante en el ritmo de construcción en el corredor.

La firma del Tratado de Libre Comercio (TLC) atrajo numerosas inversiones y todos los corredores de oficinas crecieron. Reforma tuvo un desarrollo regular, pero en la crisis económica de 1994, el corredor permaneció sin cambios notables hasta 3 años después, cuando Reichmann Internacional, junto con ICA comenzaron a desarrollar la Torre Mayor –el edificio más alto de Latinoamérica-.

En el año 2001, Vicente Fox y Andrés Manuel López Obrador anunciaron la instalación de un consejo técnico para el rescate del Centro Histórico con lo que se generó un flujo importante de inversiones en el Paseo de la Reforma.

Los ataques terroristas a las Torres Gemelas, y la posterior recesión que ocasionó este evento en Estados Unidos, y por ende en México, detuvo el desarrollo de nuevos proyectos programados en el corredor Reforma hasta que a finales del 2002, donde se reactivó la inversión en el sector inmobiliario de oficinas, dando inicio a proyectos como Reforma 222 de Danhos; Torre Libertad, de Ideurban; y el predio recientemente adquirido por HSBC ubicado en la esquina de Reforma y Río Tiber para desarrollar su Corporativo de 40,000 m² (Torre HSBC).

Panorama del Mercado.

En la actualidad el corredor cuenta con un inventario de 729,000 m² de área rentable para oficinas, de los cuales 378,000 m² corresponden a edificios de las categorías A+ y A (clase mundial).

La tasa de Disponibilidad del corredor está disminuyendo rápidamente, y hasta el primer semestre de este año se ubica en niveles de 13.5 % para edificios de oficinas A+ y A; y de 16.8 % para los edificios de categorías B y C (automatizados con servicios básicos).

El Paseo de la Reforma tiene una Absorción anual de 50,000 m² aproximadamente en espacios de oficinas, pero a raíz del programa de rescate del centro Histórico este indicador creció a 70,000 m².

Futuro.

Reforma va a ser durante muchos años uno de los centros de negocios más importantes del país, y como parte del Distrito Central de Negocios (DCN), por lo que

se considera como una excelente ubicación para las grandes oficinas de gobierno y grandes grupos empresariales.

En los años venideros, la tendencia será marcada por el desarrollo de proyectos mixtos que abarcan zonas de Hoteles, Oficinas, Comercios y Habitacionales, buscando mayor rentabilidad de los escasos terrenos que existen dentro del corredor.

La figura 4.1 muestra los resultados arrojados por un estudio de mercado realizado en este año a la República Mexicana, el cual señala que los principales mercados son la Ciudad de Monterrey en Nuevo León y el Distrito Federal siendo este último el de mayor atractivo para los Inversionistas por el precio de renta para los espacios de oficinas.



Fig. 4.1 Estudio de principales mercado de oficinas 2005 en México.

La figura 4.2 muestra los valores de renta de las principales ciudades del mundo señalando que la ciudad de México ocupa la posición número 47 con un costo de ocupación de 26 Dlls por m² al mes.

Principales Valores de Renta (por costo de ocupación)

Lugar	Ciudad	País	USD/SF/Año	USD/M ² /Mes
1	Londres (West End)	Inglaterra	191.60	171.87
2	Londres (CBD)	Inglaterra	125.80	112.84
3	Tokio (Interior Central)	Japón	124.36	111.55
4	Tokio (Exterior Central)	Japón	119.51	107.20
5	París	Francia	96.36	86.43
6	Birmingham	Inglaterra	78.38	70.31
7	Manchester	Inglaterra	75.00	67.28
8	Dublín	Irlanda	74.74	67.04
9	Edinburgo	Escocia	71.12	63.79
10	Moscú	Rusia	69.95	62.75
24	New York (MT Manhattan)	E.U.A.	52.53	47.12
30	Washington DC (CBD)	E.U.A.	43.24	38.79
31	Toronto	Canadá	43.20	38.75
35	San Juan	Puerto Rico	39.44	35.38

47 México D.F. México 30.00 26.00

CBRE
CB RICHARD ELLIS
Mexican Real Estate
Market Overview

Fuente: CBRE Investigación de Mercado. Global Market Office 2005

Fig. 4.2 Valores de renta por costo ocupacional.

La figura 4.3 muestra una proyección enfocada a la Ciudad de México en cuanto a la Oferta y Demanda, es decir; la disponibilidad de espacios y la absorción de los mismos para renta desde el año de 1996 hasta el año de 2007.



Fig. 4.3 Proyección enfocada a la ciudad de México en cuanto a la oferta y la demanda.

La figura 4.4 muestra un ciclo Inmobiliario señalando los principales sucesos que han influido a lo largo de 10 años en este tipo de proyectos, la cual señala un pronóstico de recuperación en la tendencia del ciclo Inmobiliario.

Por lo cual, el proyecto propuesto en este trabajo no se sale de la realidad para realizar esta inversión y sobre todo por encontrarse en una zona de alta Plusvalía.

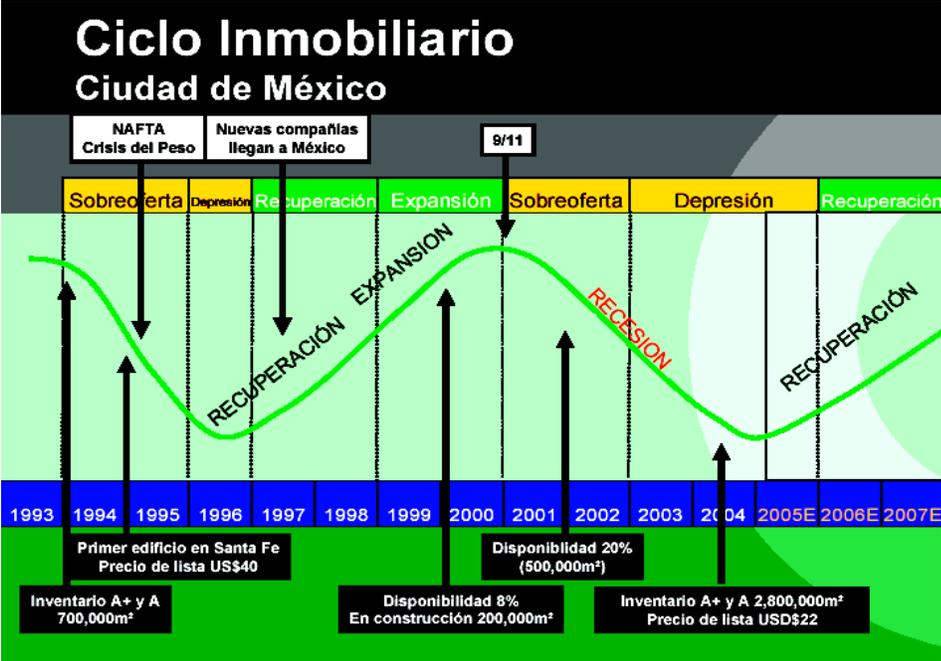


Fig. 4.4 Ciclo inmobiliario de la Ciudad de México.

4.1 Determinación de Costos por Sistema.

En la tabla 4.1 se muestra la determinación de costos por cada uno de los sistemas para el Edificio Convencional en estudio.

Edificio Convencional				
S I S T E M A S				
	CCTV	ILUMINACIÓN	DETECCIÓN	ACCESO
Equipo	\$45.916,10	\$30.249,45	\$61.551,23	\$76.613,72
Ingeniería	\$5.050,77	N/A	\$12.925,76	\$16.088,88
Montaje y Conectado	\$9.642,38	N/A	\$22.158,44	\$26.814,80
Mantto. Anual	\$3.673,29	\$2.419,96	\$4.308,59	\$4.596,82
%	8	8	7	6
Depreciación (AÑOS)	10	10	10	10
TOTALES	\$64.282,54	\$32.669,41	\$100.944,02	\$124.114,22
TOTAL MANTTO. ANUAL	\$14.998,65 dlis			
TOTAL GENERAL	\$322.010,19 dlis			

Tabla 4.1 Costos por sistema y total general del Edificio Convencional.

En la tabla 4.2 se muestra la determinación de costos por cada uno de los sistemas para el Edificio Inteligente en estudio.

Edificio Inteligente								
S I S T E M A S								
	HVAC	CCTV	ILUMINACIÓN	DETECCIÓN	ACCESO	EXTINCIÓN H2O	EXTINCIÓN FM200	CENTRAL
Equipo	\$ 230.530,16	\$120.245,72	\$ 67.221,60	\$ 107.108,18	\$ 285.297,63	\$ 9.130,05	\$ 10.433,07	\$128.435,89
Ingeniería	\$ 48.411,33	\$ 12.024,57	N/A	\$ 22.492,72	\$ 45.647,62	\$ 1.917,31	\$ 2.712,60	\$ 71.924,10
Montaje y Conexión	\$ 94.517,37	\$ 22.846,69	N/A	\$ 43.914,35	\$ 74.117,38	\$ 3.743,32	\$ 3.755,91	\$ 26.971,54
Mantto. Anual	\$ 18.442,41	\$ 9.619,66	\$ 5.377,73	\$ 7.497,57	\$ 17.117,86	\$ 730,40	\$ 834,65	\$ 6.421,79
%	8	8	8	7	6	8	8	5
Depreciación (AÑOS)	10	10	10	10	10	10	10	20
TOTALES	\$ 373.458,86	\$ 155.116,98	\$ 67.221,60	\$ 173.515,25	\$ 405.062,63	\$ 14.790,68	\$16.901,58	\$ 227.331,53
TOTAL MANTTO. ANUAL	\$66.042.07dlis							
TOTAL GENERAL	\$1,433,399.11 dlis							

Tabla 4.2 Costos por sistema y total general del Edificio Inteligente.

4.2 Determinación de Costos Administrativos y de Mantenimiento.

A continuación se determinan los costos de personal administrativo y del personal de mantenimiento.

Costos de Personal Administrativo.

Se menciona desde el principio que debido a las características del proyecto es necesario contar con el mínimo de personal para dirigir y administrar un edificio con sistemas tan avanzados. Algunos puestos claves serán multifuncionales, es decir; el Administrador tendrá que desempeñar la función de dirigir la empresa y hacer las negociaciones directamente con los clientes apoyándose con su Auxiliar que se encargara de todo el papeleo administrativo para llevar a cabo los cierres de ventas junto con la mercadotecnia del producto.

Las recepcionistas se encargaran de controlar el acceso al edificio, apoyadas por la seguridad del mismo. Para el acceso vehicular al estacionamiento se contara con dos personas para administrar la entrada y salida de vehículos de los clientes.

Se esta proponiendo al personal mínimo para que funcione adecuadamente el edificio Convencional como el Edificio Inteligente.

Otras funciones como la contabilidad, será recomendable que se realice por medio del outsourcing, esto es, será preferible contratar a un despacho de contabilidad. Lo anterior será mucho más barato que contratar a un contador propio, dado que la administración es sencilla y fácil de controlar las finanzas. El costo generado por este

apartado no influye directamente en los costos del edificio Convencional y edificio Inteligente.

En cuanto a la limpieza del edificio se contratara los servicios de una empresa externa dedicada a la limpieza general de oficinas, accesos y áreas comunes para mejorar el sistema administrativo del edificio, pero que no se tomara en cuenta para el análisis de costos por ser equiparables para ambos edificios.

Las tablas 4.3, 4.4 y 4.5 presentan un análisis de los montos totales en cuanto a los sueldos para el personal administrativo, así como la cantidad total de personal requerido para ambos casos; el Edificio Convencional y el Edificio Inteligente y todo ello manejado en dólares para el análisis de este proyecto.

PERSONAL ADMINISTRATIVO																					
PARA AMBOS CASOS																					
ADMINISTRADOR GENERAL																					
	<i>semana 1</i>							<i>semana 2</i>							<i>semana n</i>						
	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d
9 AM - 6 PM																					
Personal en turno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mensuales	\$ 725.00							Total de Personal							1						
														TOTAL	\$ 725.00 dlls						

Tabla 4.3 Sueldo Administrador General.

ADMINISTRADOR AUXILIAR																					
	<i>semana 1</i>							<i>semana 2</i>							<i>semana n</i>						
	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d	l	m	m	j	v	s	d
8 AM - 7 PM																					
Personal en turno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mensuales	\$ 562.00							Total de Personal							1						
														TOTAL	\$ 562.00 dlls						

Tabla 4.4 Sueldo Administrador Auxiliar.

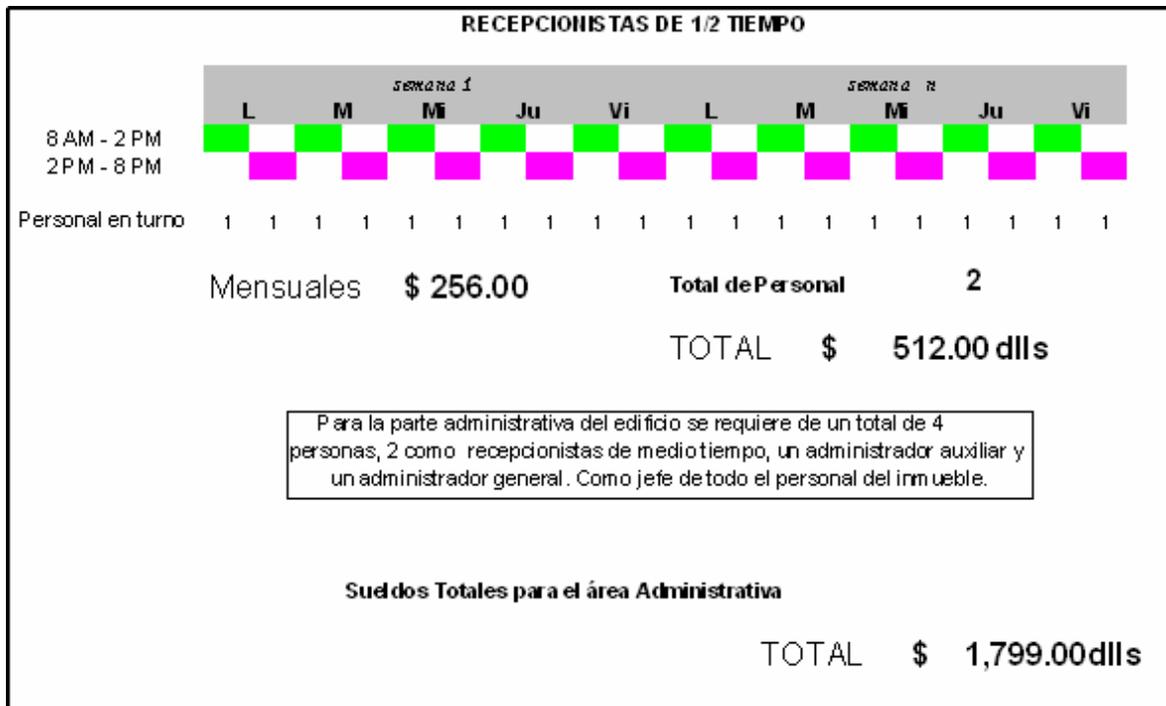


Tabla 4.5 Sueldo Recepcionistas y total general área administrativa.

Costos de Personal de Mantenimiento.

Uno de los objetivos del mantenimiento es optimizar la cantidad de recursos humanos y así, disminuir los costos en este departamento, por lo que a continuación se propone el siguiente personal para desempeñar dichas funciones tanto para el Edificio Convencional como para el Edificio Inteligente.

En las tablas 4.6, 4.7, 4.8 y 4.9 se presenta un análisis de los montos totales en cuanto a los sueldos para el personal de mantenimiento, así como la cantidad de personal requerido para el Edificio Convencional y el Edificio Inteligente.

Para el Edificio Convencional se consideran 4 sistemas básicos y se planea que exista una persona encargada para cada sistema con su respectivo personal de apoyo para el mantenimiento. Y todo ello debido a que no se cuenta con un sistema centralizado que pueda monitorear el mantenimiento global del edificio.

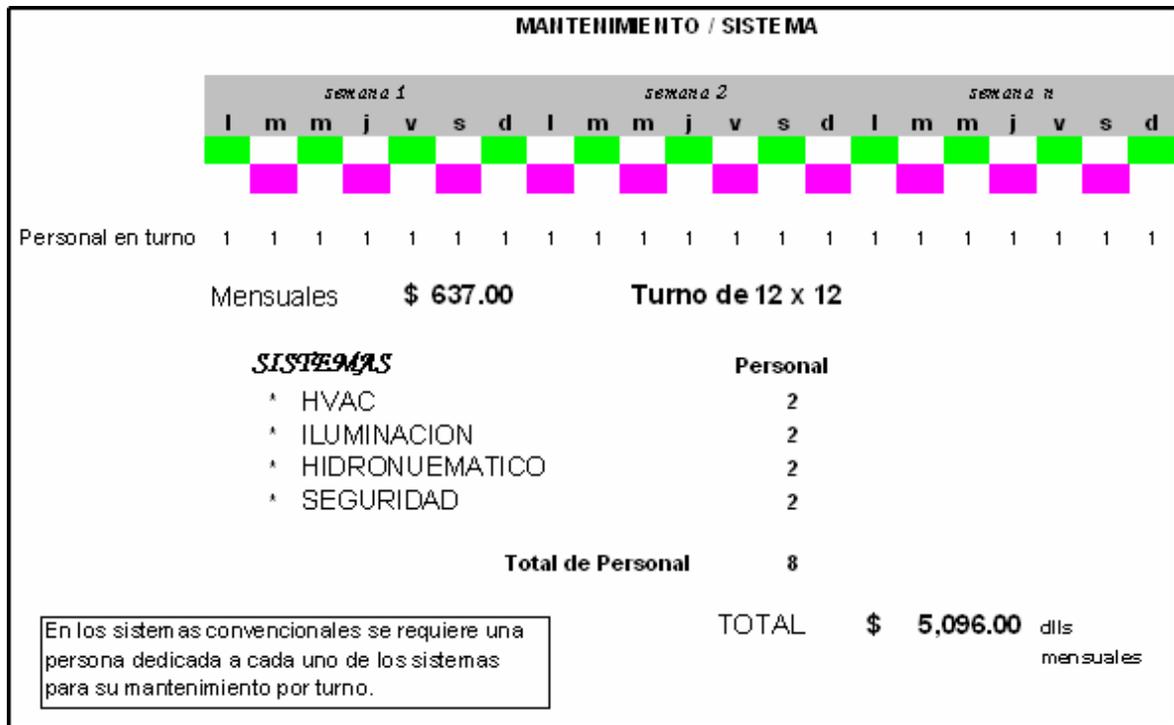


Tabla 4.6 Personal y Monto generado Mensualmente por concepto de mantenimiento en un Edificio Convencional.

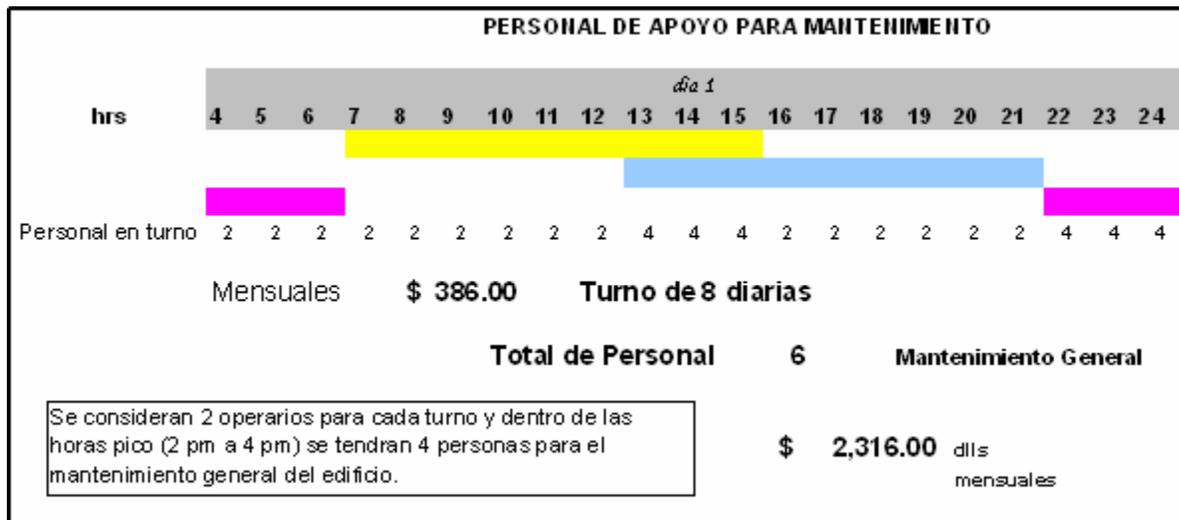


Tabla 4.7 Personal de apoyo para mantenimiento y Monto generado Mensualmente en un Edificio Convencional.

Para el Edificio Inteligente se consideran 2 personas y se plantea que existan apoyos de personal de mantenimiento para el monitoreo global del edificio. Ya que cuenta con un sistema centralizado.

Se muestra que para el Edificio Convencional y el Edificio Inteligente existe una gran diferencia en cuanto al personal que se requiere y por tal motivo los costos reflejaran una diferencia perceptible por lo que estarán afectados al totalizar los montos.

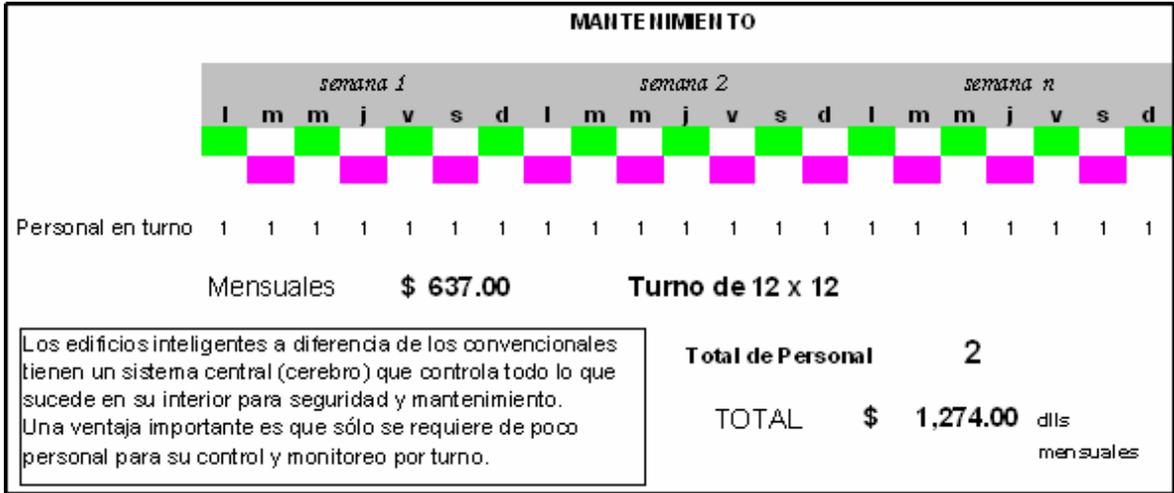


Tabla 4.8 Personal y Monto generado Mensualmente por concepto de mantenimiento en un Edificio Inteligente.

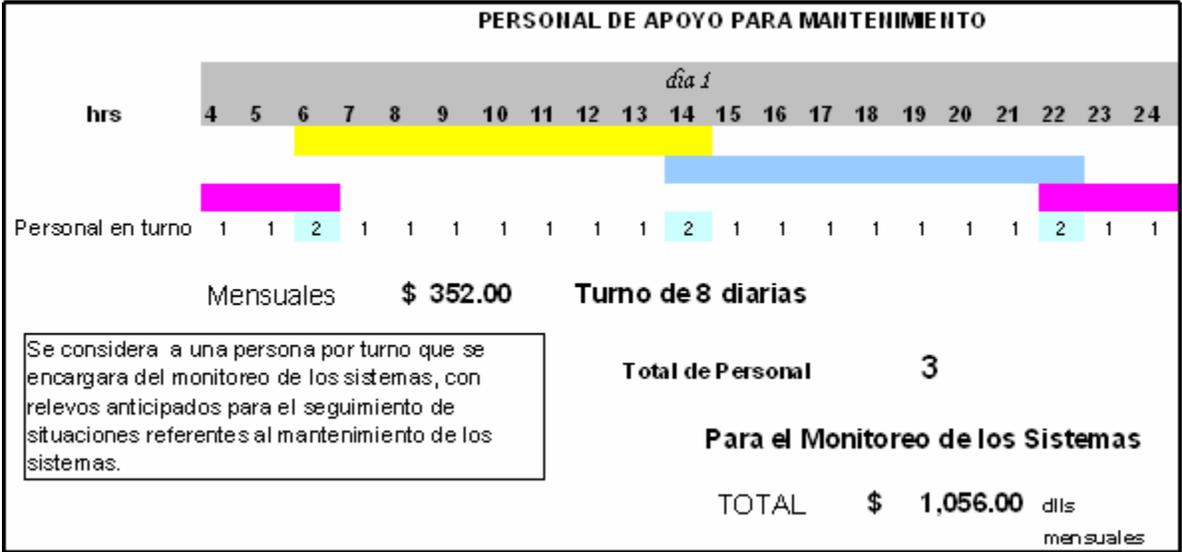


Tabla 4.9 Personal de apoyo para mantenimiento y Monto generado Mensualmente en un Edificio Inteligente.

La función de realizar el mantenimiento a un edificio, es mantener en buenas condiciones cada una de las instalaciones, áreas de trabajo, equipo, etc. Lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando riesgos en el área laboral.

Los objetivos del mantenimiento son:

- Optimización de la disponibilidad del equipo e instalaciones.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida útil de un edificio.

El mantenimiento se debe llevar a cabo porque representa una inversión que a mediano y largo plazo acarreará ganancias no sólo para el empresario, sino que se revertirá en mejoras de la rentabilidad o venta, además del ahorro que representa generar un ambiente de trabajo confortable con índices de accidentes casi nulos.

El mantenimiento representa un arma importante en seguridad, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos e instalaciones y pueden ser prevenidos. Dar el mantenimiento tendencia mostrada en la figura 4.5 asegura lo anterior.

Por último, el mantenimiento es conservar el equipo, los servicios y las instalaciones en condiciones para cumplir con la función para la cual fueron proyectados con la capacidad y la calidad especificadas, para ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de automatización.

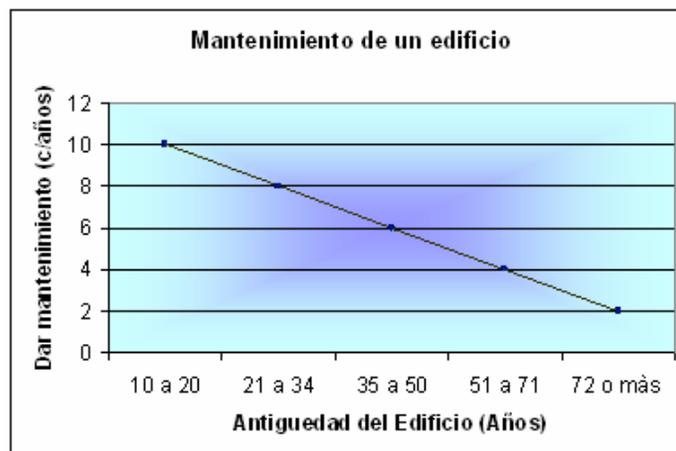


Fig. 4.5 Programa de mantenimiento de acuerdo a la antigüedad del Edificio.

4.3 Depreciación del Sistema Inteligente.

A continuación se presenta la tabla 4.10 donde se aprecia la depreciación de los diferentes sistemas con los que cuenta el edificio convencional en estudio.

Edificio Convencional								
	TOTAL	%	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año	VS
ILUMINACIÓN	\$ 32.669,41	10	\$ 3.266,94	\$ 3.266,94	\$ 3.266,94	\$ 3.266,94	\$ 3.266,94	\$ 16.334,71
DETECCIÓN	\$ 100.944,02	10	\$ 10.094,40	\$ 10.094,40	\$ 10.094,40	\$ 10.094,40	\$ 10.094,40	\$ 50.472,01
ACCESO	\$ 124.114,22	10	\$ 12.411,42	\$ 12.411,42	\$ 12.411,42	\$ 12.411,42	\$ 12.411,42	\$ 62.057,11
CCTV	\$ 64.282,54	10	\$ 6.428,25	\$ 6.428,25	\$ 6.428,25	\$ 6.428,25	\$ 6.428,25	\$ 32.141,27
	\$ 322.010,19		\$ 32.201,02	\$ 161.005,09				
Edificio Convencional								
	TOTAL	%	6 año	7 año	8 año	9 año	10 año	VS
ILUMINACIÓN	\$ 32.669,41	10	\$ 3.266,94	\$ 3.266,94	\$ 3.266,94	\$ 3.266,94	\$ 3.266,94	\$ -
DETECCIÓN	\$ 100.944,02	10	\$ 10.094,40	\$ 10.094,40	\$ 10.094,40	\$ 10.094,40	\$ 10.094,40	\$ -
ACCESO	\$ 124.114,22	10	\$ 12.411,42	\$ 12.411,42	\$ 12.411,42	\$ 12.411,42	\$ 12.411,42	\$ 0,00
CCTV	\$ 64.282,54	10	\$ 6.428,25	\$ 6.428,25	\$ 6.428,25	\$ 6.428,25	\$ 6.428,25	\$ 0,00
	\$ 322.010,19		\$ 32.201,02	\$ 0,00				

Tabla 4.10 Depreciación Edificio Convencional.

En la tabla 4.11 se aprecia la depreciación de los diferentes sistemas con los que cuenta el edificio inteligente en estudio.

Edificio Inteligente								
	TOTAL	%	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año	VS
HVAC	\$ 373.458,86	10	\$ 37.345,89	\$ 37.345,89	\$ 37.345,89	\$ 37.345,89	\$ 37.345,89	\$ 186.729,43
CCTV	\$ 155.116,98	10	\$ 15.511,70	\$ 15.511,70	\$ 15.511,70	\$ 15.511,70	\$ 15.511,70	\$ 77.558,49
ILUMINACIÓN	\$ 67.221,60	10	\$ 6.722,16	\$ 6.722,16	\$ 6.722,16	\$ 6.722,16	\$ 6.722,16	\$ 33.610,80
DETECCIÓN	\$ 173.515,25	10	\$ 17.351,53	\$ 17.351,53	\$ 17.351,53	\$ 17.351,53	\$ 17.351,53	\$ 86.757,63
ACCESO	\$ 405.062,63	10	\$ 40.506,26	\$ 40.506,26	\$ 40.506,26	\$ 40.506,26	\$ 40.506,26	\$ 202.531,32
EXTINCIÓN H2O	\$ 14.790,68	10	\$ 1.479,07	\$ 1.479,07	\$ 1.479,07	\$ 1.479,07	\$ 1.479,07	\$ 7.395,34
EXTINCIÓN FM 200	\$ 16.901,58	10	\$ 1.690,16	\$ 1.690,16	\$ 1.690,16	\$ 1.690,16	\$ 1.690,16	\$ 8.450,79
CENTRAL	\$ 227.331,53	20	\$ 45.466,31	\$ 45.466,31	\$ 45.466,31	\$ 45.466,31	\$ 45.466,31	\$ -
	\$ 1.433.399,11		\$ 166.073,06	\$ 603.033,79				
Edificio Inteligente								
	TOTAL	%	6 año	7 año	8 año	9 año	10 año	VS
HVAC	\$ 373.458,86	10	\$ 37.345,89	\$ 37.345,89	\$ 37.345,89	\$ 37.345,89	\$ 37.345,89	\$ -
CCTV	\$ 155.116,98	10	\$ 15.511,70	\$ 15.511,70	\$ 15.511,70	\$ 15.511,70	\$ 15.511,70	\$ 0,00
ILUMINACIÓN	\$ 67.221,60	10	\$ 6.722,16	\$ 6.722,16	\$ 6.722,16	\$ 6.722,16	\$ 6.722,16	\$ 0,00
DETECCIÓN	\$ 173.515,25	10	\$ 17.351,53	\$ 17.351,53	\$ 17.351,53	\$ 17.351,53	\$ 17.351,53	\$ 0,00
ACCESO	\$ 405.062,63	10	\$ 40.506,26	\$ 40.506,26	\$ 40.506,26	\$ 40.506,26	\$ 40.506,26	\$ -
EXTINCIÓN H2O	\$ 14.790,68	10	\$ 1.479,07	\$ 1.479,07	\$ 1.479,07	\$ 1.479,07	\$ 1.479,07	\$ -
EXTINCIÓN FM 200	\$ 16.901,58	10	\$ 1.690,16	\$ 1.690,16	\$ 1.690,16	\$ 1.690,16	\$ 1.690,16	\$ 0,00
CENTRAL	\$ 227.331,53	20	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	\$ 1.433.399,11		\$ 120.606,76	\$ 0,00				

Tabla 4.11 Depreciación Edificio Inteligente.

4.4 Punto de Equilibrio.

En la tabla 4.12 se presenta un cálculo de renta al 90 % disponible tanto para un Edificio Convencional como para un Edificio Inteligente.

Edificio Tipo		
Área Total	1052,85 m ²	
Área de Elevadores	114,99 m ²	
Área en Renta Disponible	937,86 m ²	
Área NO Disponible	139,37 m ²	
	Edificio Inteligente	Edificio Convencional
Renta del Área disponible		
Renta x m ²	\$ 26,00 dls/m ²	\$ 14,00 dls/m ²
Renta Total por nivel	\$ 24.384,47 dls mensuales	\$ 13.130,10 dls mensuales
Total de niveles	13 niveles	13 niveles
Renta Total del Edificio	\$ 316.998,07 dls mensuales	\$ 170.691,27 dls mensuales
Renta de Área Comercial		
Renta x m ²	\$ 50,00 dls mensuales	\$ 40,00 dls mensuales
Área Comercial	798,49 m ²	798,49 m ²
Total de niveles	1 nivel	1 nivel
Renta Total del Área Comercial	\$ 39.924,71 dls mensuales	\$ 31.939,76 dls mensuales
Renta de Área de Estacionamiento		
Renta por nivel	\$ 4.500,00 dls	\$ 4.000,00 dls
Total de niveles	7 niveles	7 niveles
Renta Total Estacionamientos	\$ 31.500,00 dls mensuales	\$ 28.000,00 dls mensuales
Gran Total MENSUAL	\$ 388.422,77 dls	\$ 230.631,03 dls
Total ANUAL	\$4.661.073,25 dls	\$2.767.572,36 dls

Tabla 4.12 Calculo de renta para un Edificio Convencional e Inteligente.

En la tabla 4.13 se presenta determinación del consumo Kwh para un Edificio Convencional.

CONVENCIONAL		SISTEMA DE ILUMINACIÓN					
Equipo	Num. Lamp	Lamp / Nivel	Num Niveles	Costo	Total 1	Costo tipo de Balastro	total 2
Lámpara Fluorescente T12	2	87	7	\$ 18,50	\$ 22.533,00	\$ 94,00	\$ 57.246,00
	2	128	1	\$ 18,50	\$ 4.736,00	\$ 94,00	\$ 12.032,00
	2	102	1	\$ 18,50	\$ 3.774,00	\$ 94,00	\$ 9.588,00
	2	93	13	\$ 18,50	\$ 44.733,00	\$ 94,00	\$ 113.646,00
Lámpara Incandescente	2	2	7	\$ 28,00	\$ 784,00	\$ -	\$ -
	2	38	1	\$ 28,00	\$ 2.128,00	\$ -	\$ -
	2	59	1	\$ 28,00	\$ 3.304,00	\$ -	\$ -
	2	80	13	\$ 28,00	\$ 58.240,00	\$ -	\$ -
					\$ 140.232,00		\$ 192.512,00
						TOTAL GRAL.	\$ 332.744,00
						\$ 30.249,45	dlls
Equipo	Num. Lamp	Lamp/Nivel	Num Niveles	Consumo w	Consumo kw total	horas / día	Consumo kw/hr al día
Lámpara Fluorescente T12	2	87	7	78	95,004	15	1425,06
	2	128	1	78	19,968	15	299,52
	2	102	1	78	15,912	15	238,68
	2	93	13	78	188,604	15	2829,06
Lámpara Incandescente	2	2	7	75	2,1	15	31,5
	2	38	1	75	5,7	15	85,5
	2	59	1	75	8,85	15	132,75
	2	80	13	75	156	15	2340
<p>NOTA: De la información proporcionada por la C.F.E. del Centro, la iluminación interna de un edificio permanece en uso alrededor de 15 horas diarias en promedio.</p>						Total	7.382,07 kw/día
Consumo Anual = consumo diario total x 300 días =						2.214.621,00	kw/año
Más un 5% adicional de imprevistos Consumo total =						2.325.352,05	kw/año
Carga Total por hora = Consumo total x 1/12 x 1/25 x 1/15 =						516,74	kw/hr
Demanda Concentrada = 70% de la Carga Total =						361,72	kw/hr
Cargo Por Mantenimiento = 25% adicional Carga Total =						1,25	%
Cargo por alumbrado Publico = 6% Carga Total =						1,06	%
Carga Total Neta = Carga Total/Año x 1.25 x 1.06 =						3.081.091,47	kw/año
Costo kw/hora =						\$ 0,8465	kw/hr
Horas por año = 16hr/día x 300 días/año =						4800	hr
Costo Anual =						\$ 1.469.800,77	/año
						\$ 133.618.25	dlls/año
		H. Verano	H. Normal				
C x Kwh. Punta	2,1549	2	4				
C x kwh Intermedio	0,6894	16	15				
C x kwh Base	0,5757	6	5				
		0,7831	0,9100			Promedio \$ 0,8465	C x kwh

Tabla 4.13 Determinación del consumo de Kwh en el Sistema de Iluminación para el Edificio Convencional

La tabla 4.14 presenta la determinación del consumo Kwh para un Edificio Inteligente.

INTELIGENTE								SISTEMA DE ILUMINACIÓN							
Equipo	Num. Lamp	Lamp / Nivel	Num Niveles	Costo	Total 1		Costo tipo de Balastro	total 2							
Lámpara Fluorescente T8	2	87	7	\$ 36,00	\$	43.848,00	\$	178,00	\$	108.402,00					
	2	128	1	\$ 36,00	\$	9.216,00	\$	178,00	\$	22.784,00					
	2	102	1	\$ 36,00	\$	7.344,00	\$	178,00	\$	18.156,00					
	2	93	13	\$ 36,00	\$	87.048,00	\$	178,00	\$	215.202,00					
Lámpara LFC	2	2	7	\$ 31,30	\$	876,40	\$	135,00	\$	1.890,00					
	2	38	1	\$ 31,30	\$	2.378,80	\$	135,00	\$	5.130,00					
	2	59	1	\$ 31,30	\$	3.693,40	\$	135,00	\$	7.965,00					
	2	80	13	\$ 31,30	\$	65.104,00	\$	135,00	\$	140.400,00					
					\$	219.508,60			\$	519.929,00					
							TOTAL GRAL.	\$		739.437,60					
							\$	67.221,60		dlls					
Equipo	Num. Lamp	Lamp / Nivel	Num Niveles	Consumo w	Consumo kw total	horas / día		Consumo kw al día							
Lámpara Fluorescente T8	2	87	7	64	77,952	15		1169,28							
	2	128	1	64	16,384	15		245,76							
	2	102	1	64	13,056	15		195,84							
	2	93	13	64	154,752	15		2321,28							
Lámpara LFC	2	2	7	52	1,456	15		21,84							
	2	38	1	52	3,952	15		59,28							
	2	59	1	52	6,136	15		92,04							
	2	80	13	52	108,16	15		1622,4							
<p>NOTA: De la información proporcionada por la C.F.E del Centro, la iluminación interna de un edificio permanece en uso alrededor de 15 horas diarias en promedio.</p>															
						Total	5.727,72		kw/día						
<p>Consumo Anual = consumo diario total x 300 días = 1.718.316,00 kw/año</p> <p>Más un 5% adicional de imprevistos Consumo total = 1.804.231,80 kw/año</p> <p>Carga Total por hora = Consumo total x 1/12 x 1/25 x 1/15 = 400,94 kw/hr</p> <p>Demanda Concentrada = 70% de la Carga Total = 280,66 kw/hr</p> <p>Cargo Por Mantenimiento = 25% adicional Carga Total = 1,25 %</p> <p>Cargo por alumbrado Publico = 6% Carga Total = 1,06 %</p> <p>Carga Total Neta = Carga Total/Año x 1.25 x 1.06 = 2.390.607,14 kw/año</p> <p>Costo kw/hora = \$ 0,8465 kw/hr</p> <p>Horas por año = 16hr/día x 300 días/año = 4800 hr</p> <p>Costo Anual = \$ 1,140,412.82 /año</p>															
<p>Existen tarifas horarias para el servicio de Energía Eléctrica que son de Punta, Intermedia y Base; por lo que se realizo un estimado de tarifa para el estudio del Costo de Iluminación, en Base a las horas de uso de las luminarias del edificio.</p>															
						\$103,673.89			dlls/año						
		H. Verano	H. Normal												
C x kwh Punta	2,1549	2	4												
C x kwh Intermedio	0,6894	16	15												
C x kwh Base	0,5757	6	5												
		0,7831	0,9100			Promedio	\$	0,8465	C x kwh						

Tabla 4.14 Determinación del consumo de Kwh en el Sistema de Iluminación para el Edificio Inteligente

A continuación se muestra en la tabla 4.15 el análisis del punto de equilibrio para el Edificio Inteligente y el Edificio Convencional.

Punto Equilibrio		
Ingreso	Inteligente	Convencional
	\$4.661.073,25	\$2.767.572,36
Costos Fijos	Inteligente	Convencional
Sueldos	\$ 114.615,00	\$220.798,80
Equipo	\$1.433.399,11	\$322.010,19
Mantto.	\$66.042,07	\$14.998,65
Total	\$1.614.056,18	\$557.798,64
Costos Variables	Inteligente	Convencional
Energía	\$103.673,89	\$133.618,25
Costo Total Costos	Inteligente	Convencional
T. Costo Fijo	\$1.614.056,18	\$557.798,64
T. Costo Variable	\$103.673,89	\$133.618,25
Total	\$1.717.730,07	\$691.416,89
Utilidad Antes de Impuesto	Inteligente	Convencional
Ingreso	\$4.661.073,25	\$2.767.572,36
Costo Total Costos	\$1.717.730,07	\$691.416,89
Total	\$2.943.343,18	\$2.076.155,47
Flujo Neto Efectivo	Inteligente	Convencional
Utilidad Después de Impuesto	\$1.559.971,88	\$1.100.362,40
Depreciación	\$166.073,06	\$32.201,02
Total	\$1.726.044,95	\$1.132.563,42
$x = \text{costos fijos} / (\text{Ingresos} - \text{Costos Variables})$ $y = (x)(\text{Ingresos})$		
$y = \$1,650,773.50 \quad y = \$586,095.29$ $x = 0.3542 \quad x = 0.2118$		
es decir 4.3 meses es decir 2.6 meses		

Tabla 4.15 Análisis del punto de equilibrio.

En la figura 4.6 se muestra el punto de equilibrio para un edificio convencional a una proyección a 10 años. Y en la figura 4.7 más a detalle una proyección a 3 años.

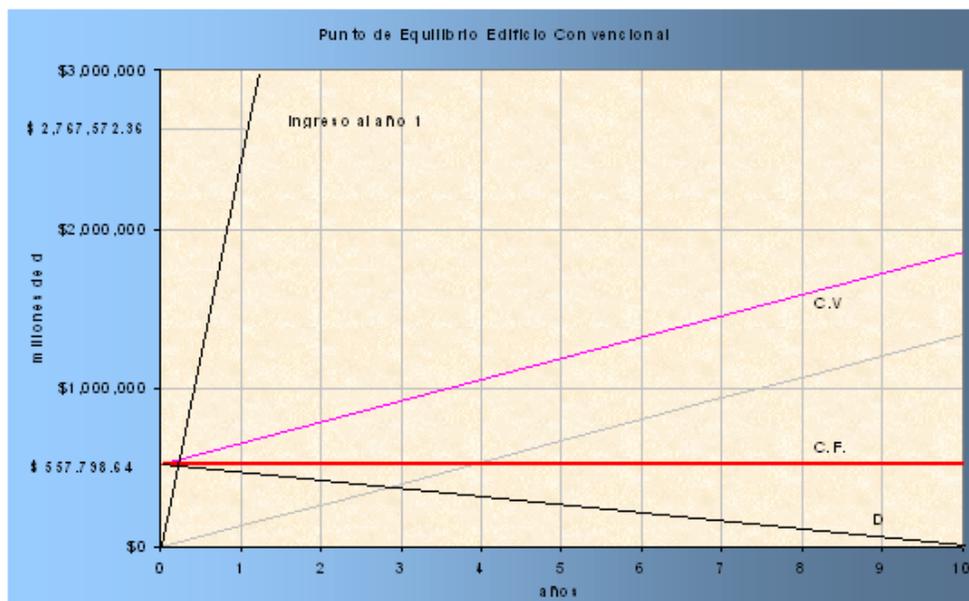


Fig. 4.6 Punto de Equilibrio Edificio Convencional proyección a 10 años.

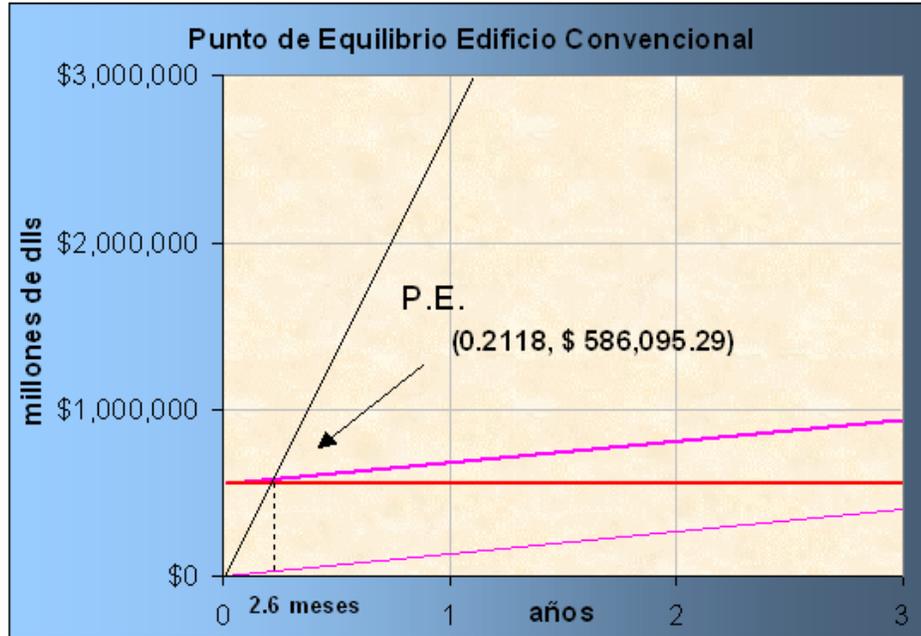


Fig. 4.7 Punto de Equilibrio a detalle Edificio Convencional proyección a 3 años.

En la tabla 4.16 se presenta un análisis de una proyección a 10 años para un Edificio Convencional.

Edificio Convencional									
	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingreso	\$2.767.572,36	\$2.767.572,36	\$2.767.572,36	\$2.767.572,36	\$2.767.572,36	\$2.767.572,36	\$2.767.572,36	\$2.767.572,36	\$2.767.572,36
Costos Fijos									
Sueldos	\$220.789,80	\$220.789,80	\$220.789,80	\$220.789,80	\$220.789,80	\$220.789,80	\$220.789,80	\$220.789,80	\$220.789,80
Manto.	\$14.998,65	\$14.998,65	\$14.998,65	\$14.998,65	\$14.998,65	\$14.998,65	\$14.998,65	\$14.998,65	\$14.998,65
Costos Variables									
Energía	\$133.618,25	\$133.618,25	\$133.618,25	\$133.618,25	\$133.618,25	\$133.618,25	\$133.618,25	\$133.618,25	\$133.618,25
Costo Total	\$369.406,71	\$369.406,71	\$369.406,71	\$369.406,71	\$369.406,71	\$369.406,71	\$369.406,71	\$369.406,71	\$369.406,71
U. A. I.	\$2.398.165,66	\$2.398.165,66	\$2.398.165,66	\$2.398.165,66	\$2.398.165,66	\$2.398.165,66	\$2.398.165,66	\$2.398.165,66	\$2.398.165,66
U. D. I.	\$1.271.027,80	\$1.271.027,80	\$1.271.027,80	\$1.271.027,80	\$1.271.027,80	\$1.271.027,80	\$1.271.027,80	\$1.271.027,80	\$1.271.027,80
Depreciación	\$32.201,02	\$32.201,02	\$32.201,02	\$32.201,02	\$32.201,02	\$32.201,02	\$32.201,02	\$32.201,02	\$32.201,02
FNE	\$1.303.228,82	\$1.303.228,82	\$1.303.228,82	\$1.303.228,82	\$1.303.228,82	\$1.303.228,82	\$1.303.228,82	\$1.303.228,82	\$1.303.228,82
U. A. I. = Utilidad Antes de Impuesto								Total FNE	\$11.729.059,35
U. D. I. Utilidad Después de Impuesto									
FNE = Flujo Neto Efectivo									

Tabla 4.16 Proyección a 10 años Edificio Convencional.

En la figura 4.8 se muestra el punto de equilibrio para un edificio Inteligente a una proyección a 10 años. Y en la figura 4.9 más a detalle una proyección a 3 años.

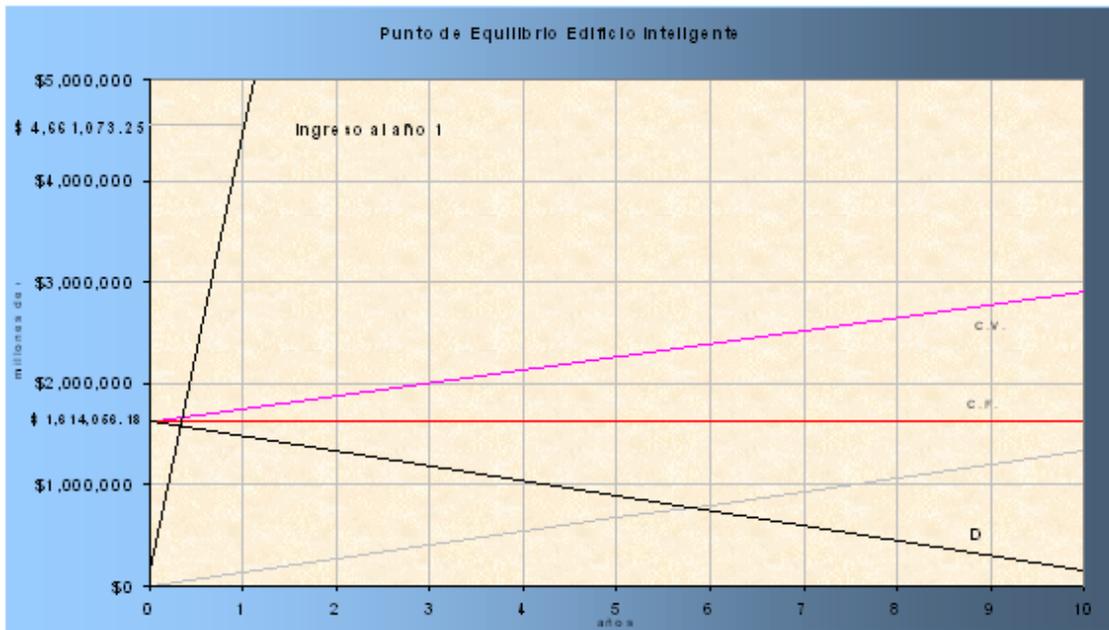


Fig. 4.8 Punto de Equilibrio Edificio Inteligente una proyección a 10 años.

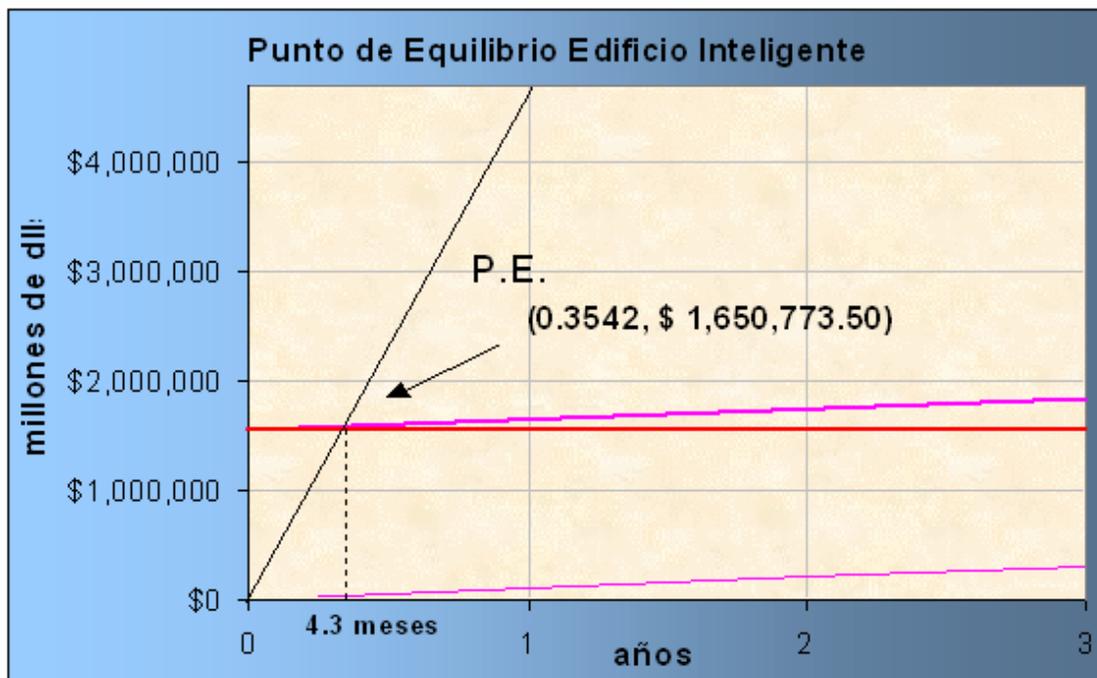


Fig. 4.9 Punto de Equilibrio a detalle Edificio Inteligente proyección a 3 años.

En la tabla 4.17 se presenta un análisis de una proyección a 10 años para un Edificio Convencional.

Edificio Inteligente									
	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingreso	\$4.661.073,25	\$4.661.073,25	\$4.661.073,25	\$4.661.073,25	\$4.661.073,25	\$4.661.073,25	\$4.661.073,25	\$4.661.073,25	\$4.661.073,25
Costos Fijos									
Sueldos	\$114.615,00	\$114.615,00	\$114.615,00	\$114.615,00	\$114.615,00	\$114.615,00	\$114.615,00	\$114.615,00	\$114.615,00
Manto.	\$66.042,07	\$66.042,07	\$66.042,07	\$66.042,07	\$66.042,07	\$66.042,07	\$66.042,07	\$66.042,07	\$66.042,07
Costos Variables									
Energía	\$103.673,89	\$103.673,89	\$103.673,89	\$103.673,89	\$103.673,89	\$103.673,89	\$103.673,89	\$103.673,89	\$103.673,89
Costo Total	\$284.330,97	\$284.330,97	\$284.330,97	\$284.330,97	\$284.330,97	\$284.330,97	\$284.330,97	\$284.330,97	\$284.330,97
U. A. I.	\$4.376.742,28	\$4.376.742,28	\$4.376.742,28	\$4.376.742,28	\$4.376.742,28	\$4.376.742,28	\$4.376.742,28	\$4.376.742,28	\$4.376.742,28
U. D. I.	\$2.319.673,41	\$2.319.673,41	\$2.319.673,41	\$2.319.673,41	\$2.319.673,41	\$2.319.673,41	\$2.319.673,41	\$2.319.673,41	\$2.319.673,41
Depreciación	\$166.073,06	\$166.073,06	\$166.073,06	\$166.073,06	\$120.606,76	\$120.606,76	\$120.606,76	\$120.606,76	\$120.606,76
FNE	\$2.485.746,47	\$2.485.746,47	\$2.485.746,47	\$2.485.746,47	\$2.440.280,17	\$2.440.280,17	\$2.440.280,17	\$2.440.280,17	\$2.440.280,17
U. A. I. = Utilidad Antes de Impuesto								Total FNE	\$22.144.386,74
U. D. I. Utilidad Después de Impuesto									
FNE = Flujo Neto Efectivo									

Tabla 4.17 Proyección a 10 años Edificio Inteligente.

4.5 Beneficio/Costo.

Los beneficios que puede proporcionar un edificio inteligente pueden diferenciarse según el punto de vista del usuario y del promotor del mismo como por ejemplo:

- Si el edificio tiene un uso comercial, las pequeñas empresas tienen la oportunidad de acceder a servicios comunes que, por su costo no podrían implementarlos de forma individual y no tienen de que preocuparse por aspectos que se encuentren relacionados con la infraestructura y solo deben pensar en su negocio o actividad.
- El promotor es él que obtiene una ventaja inmediata de la oferta de estos servicios; además de vender un producto que resulta imprescindible para algunos clientes y beneficios para todos, diferencia su edificio de otros muchos, aumentando los beneficios de la inversión realizada.

Además de:

Reducción en gasto de operación del edificio.

Menor riesgo por error humano tanto en situaciones cotidianas como en situaciones de emergencia.

Mejorarse las condiciones de trabajo, por lo tanto, mayor productividad por empleado,

Beneficios Reales en la Operación.

- Reducción de tiempos de traslado.
- Suficiente luz natural, por lo que se tiene un menor consumo de energía.
- La atenuación de calor reduce el consumo de energía.
- Un moderno sistema de aire acondicionado permite mayores “zonas de confort” por piso.
- Los sistemas de seguridad dan mayor tranquilidad y garantizan la “continuidad del negocio”.
- Los sistemas de telecomunicaciones aceleran el desarrollo de los negocios.

Retos.

- Percepción de los propietarios de un costo inicial muy alto.
- El entendimiento por parte de los usuarios de los beneficios de operar en un edificio inteligente y su consiguiente incremento en la productividad.
- Incentivo por parte de las autoridades para la construcción de nuevos edificios inteligentes y “Edificios Verdes”,

Tendencias.

Los propietarios quieren invertir en un producto genérico, de alta plusvalía y con altos potenciales de renta.

Las tecnologías para la administración de edificios tienden a abaratare conforme avanza el tiempo.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

Después de analizar las ventajas y la relación costo/beneficio de implementación de un sistema inteligente contra un sistema convencional en un Edificio Tipo, se obtuvo que los costos de implementación se incrementan en 4.6 veces y los costos de mantenimiento en 4.7 veces, así como el costo del sistema de Iluminación con características apropiadas para funcionar de manera automática el edificio, se incrementa en 2 veces, pero se tiene un ahorro anual del 22% en el consumo de energía, aspecto de relevante importancia a futuro.

Como resultado del nivel de servicio, confort y alta tecnología en los sistemas de telecomunicaciones, si se considera una ocupación al 90% de un edificio del tipo inteligente, se tiene que el ingreso anual por concepto de rentas aumenta hasta un 46%.

También, por otra parte es importante mencionar como ventaja en un Edificio Inteligente, los ahorros sustanciales en la cantidad de personal empleado, sueldos y prestaciones, por ejemplo; en el rubro de seguridad se disminuye un 33%, y en el de mantenimiento se disminuye los costos hasta en un 68%.

Por otro lado, al analizar el Punto de Equilibrio; para el sistema inteligente, la inversión se recupera en los primeros 4.3 meses, y en el sistema convencional se recupera en los primeros 2.6 meses, por lo que de primera instancia sería más atractivo el resultado del sistema convencional por el menor tiempo de recuperación de la inversión, pero la utilidad para el sistema inteligente se incrementa alrededor de un 45% en comparación al primer año, mientras que para el sistema convencional solo se incrementa en un 10% en comparación al primer año.

Además de lo anterior, una ventaja cualitativa de suma importancia, es la integración de los sistemas de HVAC, Iluminación, Hidroneumático y Circuito Cerrado de TV., a un Sistema Centralizado que monitorea y controla los sistemas de Detección y Extinción de Incendios, Iluminación, Control de Acceso, brindando ahorro de energía y tiempo de vida a los equipos de mayor valor.

Otra ventaja de la integración de los sistemas, es la disminución de los gastos, ya que al utilizar un Software Gráfico de Integración y Administración; se combinan los sistemas, se comparte información, se reducen los gastos energéticos, se disminuyen los recursos humanos necesarios, y se obtienen condiciones de confort y seguridad adecuados para los usuarios en cada momento.

El Sistema de Control de Acceso para un Edificio Inteligente, al ser del tipo distribuido, tiene la ventaja de que se integra a los sistemas Centralizado, Detección de Incendios y CCTV, con lo cual controla y monitorea todos los accesos y egresos de las zonas de seguridad del edificio, por lo que puede determinar el estado de todos los equipos con que cuenta el edificio (lectoras, electrochapas, módulos de control y monitoreo). A diferencia de que en el Edificio Convencional, en caso de contar con el Sistema de Control de Accesos, este es del tipo básico, el cual no integra a ningún sistema.

El Sistema de CCTV en un Edificio Inteligente es del tipo digital, y se integra a los sistemas Centralizado, Detección de Incendios y Control de Acceso, cuenta con cámaras, equipos de control y videograbadoras digitales los cuales tienen la función de solo grabar cuando es necesario ya que cuentan con un analizador de movimiento, lo cual reduce el tiempo de grabado, por lo cual es más fácil encontrar incidencias ocurridas en el pasado o que están ocurriendo. Puede ser controlado desde una estación remota, en el mismo edificio, o desde cualquier otro lugar. A diferencia de que un Edificio Convencional aunque cuente con cámaras, equipos de control digitales, las grabaciones son en video caseteras VHS, las cuales requieren

de un operador que este cambiando el casete cada que se termine, por lo cual solo se considera el monitoreo para las áreas comunes.

En cuanto al Personal de Seguridad en un Edificio Inteligente, la gran ventaja es que cuenta con el Sistema Centralizado, por medio del cual se monitorea y controla todo lo que sucede en el interior del edificio, por lo cual sólo es necesaria una persona por turno para el control y monitoreo. A diferencia de que en los Edificios Convencionales el servicio de vigilancia es el encargado de colocar los guardias en lugares estratégicos para el control de acceso de personas y empleados al edificio.

El sistema de Detección de Incendios en un Edificio Inteligente, cuenta con sensores con microprocesadores integrados cada uno, sensores de multi-tecnología (humo, temperatura y tiempo) y de compensación de temperatura, por lo cual son más precisos y hay menos falsas alarmas, y su tiempo de respuesta de 3 segundos ante un conato de incendio. A diferencia de que en los Edificios Convencionales solo cuentan con sensores de tecnología individual (humo y temperatura), por lo cual no son muy precisos y hay más falsas alarmas, además de contar con un tiempo de respuesta de 9 segundos ante un conato de incendio.

Por ultimo, el sistema de Extinción de Incendios a base de agua, en un Edificio Inteligente y en un Edificio Convencional es el mismo, ya que ambos deben de contar con este sistema, la ventaja que tiene el Edificio Inteligente es que este sistema esta integrado a los sistemas Centralizado y Detección, por lo cual esta siendo monitoreado permanentemente, otra ventaja es que este cuenta con un sistema de extinción a base de químico FM200, para poder garantizar la integridad del equipo de mayor valor en áreas de más importancia como son: los site de cómputo, centros de telecomunicaciones y cuartos de control.

Por lo tanto se concluye, que es más factible construir un Edificio Inteligente sobre un Edificio Convencional por las ventajas y beneficios que se tienen en sus diferentes áreas en cuanto al costo de implementación y funcionalidad.

BIBLIOGRAFÍA.

LIBROS

Baca Urbina Gabriel, Evaluación de Proyectos, 4ª Edición, Editorial Mc Graw Hill, 2001, Pág. 339.

Ferrer Dura Ricardo, Clasificación y Proyectos de Edificios Inteligentes, Universidad Politécnica de Valencia, 1995, Pág. 510.

TESIS

Chávez López Rafael, Infraestructura y Tecnología en México Para Edificios Inteligentes, Facultad de Ingeniería UNAM, 1998, Pág. 134.

Frías García Erik Adolfo, Sistemas de Comunicación en Edificios Inteligentes, Facultad de Ingeniería UNAM, 1995, Pág. 113.

Hernández White Maria Guadalupe, Cableado Estructural para Edificios Inteligentes, Facultad de Ingeniería UNAM, 1994, Pág. 148.

Ledesma M. Falrio José Alberto, Recomendaciones de Ahorros y usos Eficientes de la Energía Eléctrica en Edificios Inteligentes, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM, 1997, Pág. 94.

REVISTAS

Metros Cúbicos, Septiembre 2005, N° 63, Pág. 64-67

FUENTES CONSULTADAS

- INEGI
- CONAE
- FIDE
- PROFECO
- CFE
- INSTITUTO MEXICANO DE EDIFICIO INTELIGENTE (IMEI)
- HONEYWELL
- TELEFONICA INGENIERÍA DE SEGURIDAD

ANEXOS.

A. Clases de Incendio

Según la norma NFPA 10, Portable Fire Extinguishers, clasifica:

- Fuegos de clase A: Materiales combustibles ordinarios como madera, tela, papel, caucho y plásticos.
- Fuegos de clase B: Incendio de líquidos combustibles o inflamables, gases inflamables, grasas y materiales similares.
- Fuegos de clase C: Incendio de equipo eléctrico vivo donde la seguridad del operario exige el uso de agentes extinguidotes que no sean conductores eléctricos.
- Fuegos de clase D: Incendio de ciertos metales combustibles como magnesio, titanio, circonio, sodio y potasio; que precisan de un medio extintor que absorba el calor y que reaccione con los metales que se queman.

B. Justificación de Equipo por Sistema

SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN - Edificio Inteligente

EQUIPO DE AUTOMATIZACIÓN (HVAC / ILUMINACIÓN)

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica
1	21	XL50 MMI	Controlador XL50 con 8AI, 4AO, 4DI y 6 DO	Honeywell
2	21	XS50	Conectores	Honeywell
3	21	XD50 FCL	Tarjeta de comunicaciones LON	Honeywell
4	281	AT150F1022	Transformador para controlador XL10 o XL50. 50 VA	Honeywell
5	15	PR-274-R3-VDC	Transmisor de presión diferencial en ducto de 0-5" wc, a 24 Vac o Vdc. Señal de salida: 0-10 Vdc.	Mamac
6	30	AP 5208-30/U	Switch de presión diferencial para UMA (edo. filtro y/o confirmación arranque)	Honeywell
7	15	H7621C1008	Sensor de Temperatura y Humedad para ducto, a 24 Vdc o Vac. De 0-10 Vdc	Honeywell
8	187	R8222N1011/U	Relevador uso general 24 Vac, 10A (Arranque variadores y/o arranque etapas resistencias)	Honeywell
9	15	V5011F1113	Válvula de 2 vías para agua Helada (3")	Honeywell
10	15	M7284A1079	Actuador para válvula de globo	Honeywell
11	15	Q5001D1000	Acoplamiento para actuador	Honeywell
12	15	198162EA	Transformador interno para modutrol	Honeywell
13	24	NXS0150A1002	Variador de frecuencia para UMA y/o Bomba (15 HP)	Honeywell
14	15	NXOPTC2	Tarjeta de comunicación Modbus para variadores	Honeywell
15	27	H800	Dona Supervisora de Corriente	Veris
16	15	ML7284A1008	Actuador para compuerta (Aire Exterior, VI, VE)	Honeywell
17	21	A-24N24ALP	Gabinetes para controlador NEMA 1	Kele
18	21	A-24N24	Subbase para gabinete	Kele
19	18	KBV-2-10-E2	Válvula de mariposa de 10" para tubería de Agua Helada, con actuador on/off	Kele
20	2	DCPA-1.2	Fuente de 24 Vdc para transmisor de 4-20 mA	Kele
21	16	C7031D1070	Sensor de temperatura con Termopozo	Honeywell
22	2	360C-P220D	Transmisor de presión diferencial con caja Bypass a 24 Vdc. De 4-20 mA. 200 psi.	Kele
23	5	220B	Sensor Medidor de Flujo	Kele
24	5	310	Transmisor de Sensor Medidor de Flujo a 24 Vdc. De 4-20 mA	Kele
25	6	FS1-6	Switch de flujo para agua de max. 12" de diámetro	Kele
26	6	MCE3/U	Modulo de Relays para DO's	Honeywell
27	260	W7751H2017/U	Controlador XL10 para VAV	Honeywell
28	260	T7560A1042	Termostato Digital de pared VAV con setpoint	Honeywell
29	245	EL7612	Sensor Ultrasónico de Presencia (para control de Iluminación)	Honeywell
30	245	EL7621	Power Pack para Sensor Ultrasónico (para control de Iluminación)	Honeywell
31	20	XSL511	Modulo Conector Lon para módulos XFL, a 24 Vac	Honeywell
32	20	XSL513	Modulo de terminales para XFL521x, 522x, 523x	Honeywell
33	20	XSL514	Modulo de terminales para modulo XFL524x	Honeywell
34	20	209541B	Terminador de Línea Lon topología FTT	Honeywell
35	29	XFL523B	Modulo Distribuido de Entradas Digitales (12)	Honeywell
36	42	XFL524B	Modulo Distribuido de Salidas Digitales (6)	Honeywell

DISTRIBUCION DE EQUIPO DE AUTOMATIZACIÓN HVAC / ILUMINACIÓN

7	1	1	9	4	1	#Niveles
Estac.	Lobby	AC	Pta. Tipo	PH	CM	TOTAL
	1	1	1	1	6	21
	1	1	1	1	6	21
	1	1	1	1	6	21
	1	1	21	21	6	281
	1	1	1	1		15
	2	2	2	2		30
	1	1	1	1		15
	1	1	1	41	12	187
	1	1	1	1		15
	1	1	1	1		15
	1	1	1	1		15
	1	1	1	1	9	24
	1	1	1	1		15
	1	1	1	1	12	27
	1	1	1	1		15
	1	1	1	1	6	21
	1	1	1	1	6	21
					18	18
					2	2
					16	16
					2	2
					5	5
					5	5
					6	6
					6	6
			20	20		260
			20	20		260
8			17	9		245
8			17	9		245
1			1	1		20
1			1	1		20
1			1	1		20
1			1	1		20
1			2	1		29
1			3	2		42

SISTEMA DE ILUMINACIÓN - Edificio Convencional

EQUIPO DE ILUMINACIÓN

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica
1	4096	LF T 12 2 X 39	Lámpara Fluorescente Tipo T-12 de 39 W.	Phillips
2	2048	BC-2 X 39 W	Balastro Convencional de 2 X 39	Phillips
3	2302	FIS 26 W	Foco Incandescente Tipo Spot de 100 W.	Phillips

DISTRIBUCION DE EQUIPO DE ILUMINACIÓN

7	1	1	9	4	1	#Niveles
Estac.	Lobby	AC	Pta. Tipo	PH	CM	TOTAL
1218	256	204	1674	744	0	4096
609	128	102	837	372	0	2048
28	76	118	1440	640	0	2302

SISTEMA DE ILUMINACIÓN - Edificio Inteligente

EQUIPO DE ILUMINACIÓN

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica
1	4096	LF T-8 32 W	Lámpara Fluorescente Tipo T-8 de 32 W.	Phillips
2	2048	BEEI-2 X 32 W	Balastro Electrónico de Encendido Instantáneo de 2 X 32W	Phillips
3	2302	LFC 26 W	Lámpara Fluorescente Compacta de 26 W.	Phillips
4	1151	BEEI-2 X 26 W	Balastro Electrónico de Encendido Instantáneo de 2 X 26W	Phillips

DISTRIBUCION DE EQUIPO DE ILUMINACIÓN

7	1	1	9	4	1	#Niveles
Estac.	Lobby	AC	Pta. Tipo	PH	CM	TOTAL
1218	256	204	1674	744	0	4096
609	128	102	837	372	0	2048
28	76	118	1440	640	0	2302
14	38	59	720	320	0	1151

SISTEMA CENTRALIZADO - Edificio Inteligente

DISTRIBUCION DE EQUIPO

EQUIPO DE CENTRALIZACION O INTEGRACION

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica
1	1	1600SC	Servidor Torre Dell PowerEdge 1600SC Pentium IV Xeon, W2000 Server, 1 GB de Memoria, DVD Writer, Puertos de Comunicaciones TCP/IP y RS-232, 2 Tb HD.	Dell
2	1	TH-42PWD6UY	Monitor de Plasma de 42", resolución de 1600x1200 píxeles y más de 1 millón de colores, relación de contraste de 4000:1.	Panasonic
3	1	SWEBI	Software de Monitoreo y Control EBI, con licencia para manejo de 20,000 puntos, licencia de W2000 Server, SQL Server, SWEBI-DB0256-0100, SWEBI-IF-TEMA-NC, SWEBI-CDDOC-300, SWEBI-ST1-100, SWEBI-IF-XL5DIR, SWEBI-OP-SECV256, SWEBI-OP-PHOTOID, SWEBI-IF-XLS, SWEBI-IF-BACDIRCL, SWEBI-IF-MODIC	Honeywell
4	1	SWEBI-ST05-100	Licencias de uso EBI para manejo de 5 estaciones de trabajo (usuarios simultáneos).	Honeywell
5	16	Q7751D2006	Interfase de comunicación iLON para XL50's y XL10's a LAN (Automatización)	Honeywell
6	1	XLS-LAN	Interfase de comunicación RS-485 para XL-1000 a LAN (Detección Incendio y Monitoreo de Extinción de Incendio)	Honeywell
7	24	COBOX-FL-01	Interfase de comunicación a Variador de Frecuencia mediante protocolo Modbus RTU RS-485	Lantronix
8	1	COBOX-FL-01	Interfase de comunicación a Chillers mediante protocolo Modbus RTU RS-485	Lantronix
9	2	COBOX-FL-01	Interfase de comunicación a Tableros Eléctricos mediante protocolo Modbus RTU RS-485	Lantronix
10	1	COBOX-FL-01	Interfase de comunicación a Planta de Emergencia mediante protocolo Modbus RTU RS-485	Lantronix
11	1	COBOX-FL-01	Interfase de comunicación a Planta Tratadora de Agua mediante protocolo Modbus RTU RS-485	Lantronix
12	1	COBOX-FL-01	Interfase de comunicación a Tablero Control de Cisternas mediante protocolo Modbus RTU RS-485	Lantronix
13	15	COBOX-FL-01	Interfase de comunicación a Tableros de Iluminación mediante protocolo Modbus RTU RS-485	Lantronix

7	1	1	9	4	1	#Niveles
Estac.	Lobby	AC	Pta. Tipo	PH	CM	TOTAL
	1					1
	1					1
	1					1
	1					1
	1	1	1	1	1	16
	1					1
	1	1	1	1	9	24
					1	1
	2					2
	1					1
	1					1
	1					1
	1		1	1	1	15

SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO - Edificio Convencional

EQUIPO DE CONTROL DE ACCESO

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica
1	11	N-1000-IV	Panel de control de acceso para cuatro lectoras	Northern
2	21	SMP3	Fuente de poder para chapas electromagnéticas	Altronix
3	41	Omni 30	Lectora de proximidad	Northern
4	11	X-4	Transformador para panel de control de acceso	Northern
5	41	S4	Supresor de picos	Northern
6	1000	HID-C1326	Tarjeta de Proximidad blanca	HID
7	32	ML8011LCU	Chapa electromagnética de 1200 lbs.	Northern
8	32	ML8011LBR	Bracket de sujeción para puertas	Northern
9	35	RP26A	Botón liberador de puertas	Alarm Ctrls
10	35	7939WH	Contacto magnético para puertas	Northern
11	5	ML-PLUS	Torniquete de cintura de tres brazos con gabinete.	Ademco
12	2	G90 CD	Barrera de Acceso Vehicular y detector de masa vehicular	Federal APD
13	21	GABFTE	Gabinete para fuente de poder del panel de Acceso	TDL
14	21	1260E	Baterías de Respaldo para Fuente de Electro Imanes	Por
15	21	TYI-140	Transformador para fuente de poder	Yonusa
16	1	Winpack-Pro	Software de control de acceso, actualización 3, para 1 usuario, 1 licencia	Northern

DISTRIBUCION DE EQUIPO DE ACCESO

7	1	1	9	4	1	#Niveles
Estac.	Lobby	AC	Pta. Tipo	PH	CM	TOTAL
	3	0,5	0,5	0,5	1	11
	6	1	1	1	1	21
	11	2	2	2	2	41
	3	0,5	0,5	0,5	1	11
	11	2	2	2	2	41
	1000					1000
	2	2	2	2	2	32
	2	2	2	2	2	32
	5	2	2	2	2	35
	5	2	2	2	2	35
	5					5
	2					2
	6	1	1	1	1	21
	6	1	1	1	1	21
	6	1	1	1	1	21
	1					1

SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO - Edificio Inteligente

EQUIPO DE CONTROL DE ACCESO

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica
1	6	TS_AC01	Controlador Tema Server para el manejo de 8 lectoras.	Tema-Line
2	6	5600-ATS-KLC	Fuente de poder 120 VAC - 12 VDC, con tarjetas de distribución de 20 circuitos con fusibles independientes, incluye gabinete metálico con chapa, y batería de 7AH.	Dynalock
3	41	TK_D27	Lectora de proximidad para tarjetas HID con Teclado y Display.	Tema-Line
4	2	TK_C08	Modulo para conectado de lectoras Wiegand	Tema-Line
5	35	TK_S01	Módulo digital 4 entradas y 4 salidas supervisadas para control y monitoreo de supervisor de puerta, botón de salida, chapa electromagnética.	Tema-Line
6	1000	HID-C1326	Tarjeta de Proximidad blanca de 34 bits	HID
7	32	2268-10DSM	Contrachapa magnética para una puerta sencilla de 1200 lb de sujeción, montaje de superficie, 12 VDC, incluye sensor de estado de puerta.	Dynalock
8	32	4614	Bracket de sujeción para puertas	Dynalock
9	35	6110	Botón de egreso con placa metálica con leyenda "Exit".	Dynalock
10	29	7075	Botón de emergencia, con martillo y cristal para romperse en caso de emergencia.	Dynalock
11	1	7022-CYL	Switch momentáneo temporal para manejo de alarmas.	Dynalock
12	35	945WH	Contacto magnético para supervisión de puertas	Ademco
13	33	ML-PLUS	Torniquete de cintura de tres brazos de acero inoxidable y gabinete.	Ademco
14	2	G90 CD	Barrera de Acceso Vehicular y detector de masa vehicular	Federal APD
15	2	PR-MAXI PROX	Lectora de proximidad Wiegand para montaje en exteriores de alto alcance para estacionamiento.	Ademco

DISTRIBUCION DE EQUIPO DE ACCESO

7	1	1	9	4	1	#Niveles
Estac.	Lobby	AC	Pta. Tipo	PH	CM	TOTAL
	2	0,25	0,25	0,25	0,5	6
	2	0,25	0,25	0,25	0,5	6
	11	2	2	2	2	41
	2					2
	5	2	2	2	2	35
	1000					1000
	2	2	2	2	2	32
	2	2	2	2	2	32
	5	2	2	2	2	35
	1	2	2	2		29
	1					1
	5	2	2	2	2	35
	5	2	2	2		33
	2					2
	2					2

SISTEMA DE CCTV - Edificio Convencional

EQUIPO DE CCTV

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica
1	3	MX4016CD	Multiplexor Genex® de 16 Canales	Pelco
2	3	KBD4000	Teclado para Multiplexor con Joystick	Pelco
3	3	PMC14F	Monitor a Color de 14" NTSC, 120Vac	Pelco
4	3	PMC21F	Monitor a Color de 21" NTSC, 120Vac	Pelco
5	3	TLR3168	Video Grabadora Alta-Densidad 168H	Pelco
6	3	MCS16-10SB	Fuente de Poder, 16 cámaras, 10Amp	Dynalock
7	35	LTC 1423/20	Cámara mini domo de 470 TVL interior, con lente de 2.5 a 6mm	Pelco
8	5	CC3700S-2V21A	Paquete de cámara de 330TVL interior/exterior, CCD Digital a color de 1/3-inch NTSC, y lente de 2.8 a 12mm varifocal con auto iris. Incluye brazo para muro.	Pelco
9	4	G3ATPW6TPT	Paquete Autodomo de cámara de movimiento, c/TRKR, 25X Día/Noche, domo entintado. Incluye soporte a techo.	Pelco

DISTRIBUCION DE EQUIPO DE CCTV

7	1	1	9	4	1	#Niveles
Estac.	Lobby	AC	Pta. Tipo	PH	CM	TOTAL
	2,75					3
	2,75					3
	2,75					3
	2,75					3
	2,75					3
	2,75					3
1	11	4	1	1		35
	3				2	5
	2	2				4

SISTEMA DE CCTV - Edificio Inteligente

EQUIPO DE CCTV

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica
1	8	DX7016-060	Video Grabador Digital multiplexado para 16 cámaras, 60 GB (expandibles hasta 480 GB), tarjeta de red 10/100, mouse, teclado, respaldo en cinta, CD o DVD.	Pelco
2	8	E171FPP	Monitor a Color de 17" plano con resolución de 1024x768 de fuente activa.	Dell
3	8	MCS16-10SB	Fuente de Poder, 16 cámaras, 10Amp	Dynalock
4	115	LTC 1423/20	Cámara mini domo de 470 TVL interior, con lente de 2.5 a 6mm	Pelco
5	5	CC3700S-2V21A	Paquete de cámara de 330TVL interior/exterior, CCD Digital a color de 1/3-inch NTSC, y lente de 2.8 a 12mm varifocal con auto iris. Incluye brazo para muro.	Pelco
6	4	G3ATPW6TPT	Paquete Autodomo de cámara de movimiento, c/TRKR, 25X Día/Noche, domo entintado. Incluye soporte a techo.	Pelco

DISTRIBUCION DE EQUIPO DE CCTV

7	1	1	9	4	1	#Niveles
Estac.	Lobby	AC	Pta. Tipo	PH	CM	TOTAL
	7,75					8
	7,75					8
	7,75					8
5	11	4	5	5		115
	3				2	5
	2	2				4

SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIO - Edificio Convencional

EQUIPO DE DETECCION DE INCENDIO

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica
1	1	NFS-640	Tablero de Control inteligente, para alarma de incendio y detección de humos, monitoreo y/o control de diseño modular. Con fuente de voltaje regulada 120Vac @ 3 A, y baterías de respaldo	Notifier
2	315	FSP-851	Detector de humo fotoeléctrico	Notifier
3	126	FSP-851T	Detector Térmico	Notifier
4	441	B710LP	Base para detector de humo FSP-851, FST-851R, FAPT-851	Notifier
5	37	NBG-12LX	Estación manual de alarma tipo doble acción	Notifier
6	27	FCM-1	Módulo de control inteligente para accionar bocinas y estrobos	Notifier
7	126	PC2415W	Unidad audiovisual de alarma con Bocina de Audio	Notifier
8	48	FMM-1	Módulo monitor para supervisión de dispositivos	Notifier
9	7	FMM-1	Módulo monitor para supervisión de dispositivos	Notifier
10	49	FRM-1	Módulo de control relevador	Notifier
11	15	PS-1-12E	Fuente de poder auxiliar remota	Northern
12	30	12V6A	Baterías de 12 Vcd a 6 A-H	Northern
13	14	CM-1B	Detector de Bióxido de Carbono	Macurco
14	48	39WH	Contacto Magnético	Ademco

DISTRIBUCION DE EQUIPO DE DETECCION

7	1	1	9	4	1	#Niveles
Estac.	Lobby	AC	Pta. Tipo	PH	CM	TOTAL
	1					1
0	5	3	27	16		315
18	0	0	0	0		126
18	5	3	27	16		441
1	3	1	2	2		37
						27
1	6	1	1	1		
						126
4	6	1	7	7		
						48
3	1	0	2	2		
						7
1	0	0	0	0		
0	9	1	3	3		49
0	1	1	1	1		15
0	2	2	2	2		30
2	0	0	0	0		14
3	1	0	2	2		48

SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIO - Edificio Inteligente

EQUIPO DE DETECCION DE INCENDIO

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica
1	1	3-LCD	Display de cristal liquido	Edwards
2	1	3-CPU	Unidad central de proceso del panel	
3	1	3-PPS	Fuente primaria de energía panel	
4	1	3-BPS	Fuente auxiliar, 127 vac	
5	4	3-DSDC	Tarjeta controladora de lazo, 125 d, 125 m	
6	1	3-LAN	Interfase de comunicación rs-485	
7	1	3-VOC	Tarjeta para voceo con micrófono	
8	2	3-12SR	Botonera de 12 interruptores de membrana	
9	3	3-LRFM	Tapa ciega espacio de riel	
10	2	3-CHAS7	Chasis de ensamblaje 7 espacios	
11	1	3-CAB21	Gabinete 21 espacios	
12	1	XLS-CAB21D	Puerta de gabinete para 21 espacios	
13	2	12V17A	Baterías de 12 vcd a 17 a-h	
14	315	XLS-PHS	Detector fotoeléctrico-térmico inteligente	Edwards
15	126	XLS-HRS	Detector térmico inteligente	Edwards
16	441	XLS-SB	Base Standard para detector	Edwards
17	37	XLS-278	Estación manual de doble acción	Edwards
18	27	XLS-CC1	Modulo de control de salida sencilla	Edwards
19	126	XLS-757-1A-H	Alarma audible 97 db,roja,24vcd	Edwards
20	48	XLS-MM1	Modulo monitoreo	Edwards
21	7	XLS-CT1	Modulo monitoreo	Edwards
22	49	XLS-CR	Modulo relevador	Edwards
23	15	XLS-BPS6	Fuente auxiliar remota de 6 amperes	Edwards
24	30	12V6A	Baterías de 12 vcd a 6 a-h	Edwards
25	14	CM-1B	Detector de bióxido de carbono	Macurco
26	24	6833-1	Jack telefónico para teléfono de bomberos	Edwards
27	48	39WH	Contacto magnético	Ademco
28	24	7050	Estación rondín de vigilancia	Dynalock
29	22	BK-WFD40	Supervisor de válvula sistema extinción de incendio	ADI

DISTRIBUCION DE EQUIPO DE DETECCION

7	1	1	9	4	1	#Niveles
Estac.	Lobby	AC	Pta. Tipo	PH	CM	TOTAL
	1					1
	1					1
	1					1
	1					1
	4					4
	1					1
	1					1
	2					2
	3					3
	2					2
	1					1
	1					1
	2					2
0	5	3	27	16		315
18	0	0	0	0		126
18	5	3	27	16		441
1	3	1	2	2		37
1	6	1	1	1		27
4	6	1	7	7		126
3	1	0	2	2		48
1	0	0	0	0		7
0	9	1	3	3		49
0	1	1	1	1		15
0	2	2	2	2		30
2	0	0	0	0		14
1	2	2	1	1		24
3	1	0	2	2		48
1	2	2	1	1		24
1	1	1	1	1		22

**MONITOREO SISTEMA EXTINCION DE INCENDIO BASE AGUA
- Edificio Inteligente**

EQUIPO MONITOREO EXTINCION DE INCENDIO A BASE DE AGUA

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica
1	1	3-DSDC	Tarjeta Controladora de Lazo Inteligente, 125 D, 125 M	Edwards
2	48	XLS-MM1	Modulo de Monitoreo (detector de flujo, supervisor de válvula, supervisor de alarmas)	Edwards
3	22	FS4-3	Detector de Flujo para Red de Sprinklers (rociadores de agua)	ADI
4	22	BK-WFD40	Supervisor de Válvula para Red de Sprinklers	ADI

**DISTRIBUCION DE EQUIPO DE MONITOREO
EXTINCION DE INCENDIO A BASE DE AGUA**

7	1	1	9	4	1	#Niveles
Estac.	Lobby	AC	Pta. Tipo	PH	CM	TOTAL
	1					1
2	6	2	2	2		48
1	1	1	1	1		22
1	1	1	1	1		22

SISTEMA EXTINCION DE INCENDIO BASE FM-200 - Edificio Inteligente

EQUIPO DE EXTINCION DE INCENDIO A BASE DE FM-200

Part.	Cant.	Modelo	Descripción	Fabrica
1	1	100350	Cilindro contenedor de 350 lb. de gas fm-200	Fenwal
2	1	283899	Manguera de descarga	Fenwal
3	1	281866	Soporte para cilindro de 200/350 lb	Fenwal
4	1	486500	Cabeza de control eléctrica	Fenwal
5	1	870652	Cabeza de control por leva	Fenwal
6	1	118263	Switch interruptor de presión	Fenwal
7	2	870638	Boquilla de descarga de fm200	Fenwal
8	240	100359	Lb. de fm200	Fenwal
9	1	XLS-REL	Modulo de control disparo fm-200	Edwards
10	3	XLS-CT1	Modulo monitoreo	Edwards
11	1	XLS-CC1	Modulo de control de salida sencilla	Edwards
12	1	XLS-757-1A-H	Alarma audible 97 db,roja,24vcd	Edwards

**DISTRIBUCION DE EQUIPO DE EXTINCION DE
INCENDIO A BASE DE FM-200**

7	1	1	9	4	1	#Niveles
Estac.	Lobby	AC	Pta. Tipo	PH	CM	TOTAL
	1					1
	1					1
	1					1
	1					1
	1					1
	1					1
	2					2
	240					240
	1					1
	3					3
	1					1
	1					1

Abreviaturas en Niveles.

Estac.: Estacionamiento
 Lobby: Planta Baja
 AC: Area Comercial
 Pta. Tipo: Planta Tipo
 PH: Pent House
 CM: Casa de Máquinas