



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ARAGÓN"

"MODELO DE UN SISTEMA ADMINISTRADOR DE  
EDIFICIOS (BUILDING MANAGEMENT  
SYSTEM, BMS) PARA HACERLO ALTAMENTE  
EFICIENTE"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :  
INGENIERO EN COMPUTACIÓN  
P R E S E N T A :  
ALBA ISABEL ORTIZ CORONA

ASESOR :  
ING. LUCILA PATRICIA ARELLANO MENDOZA

MÉXICO

2005

0350975



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.



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ALBA ISABEL ORTIZ CORONA  
Presente

Con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobado su tema de tesis y asesor.

TÍTULO:

"MODELO DE UN SISTEMA ADMINISTRADOR DE EDIFICIOS (BUILDING MANAGEMENT SYSTEM, BMS) PARA HACERLO ALTAMENTE EFICIENTE"

ASESOR: Ing. PATRICIA ARELLANO MENDOZA

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 30 de marzo de 2005.

LA DIRECTORA

ARQ. LILIA TURCOTT GONZÁLEZ

C p Secretaría Académica  
C p Jefatura de Carrera de Ingeniería en Computación  
C p Asesor de Tesis

LTG/AIR/agm



## AGRADECIMIENTOS:

Quiero dar gracias a:

Dios por haberme permitido llegar a esta fecha tan importante en mi vida en compañía de mis seres queridos

A mis padres por que con su gran esfuerzo, apoyo y amor incondicional hicieron posible la terminación de mi carrera profesional y a quien debo todo lo que soy.

A mi hijo por su compañía, comprensión y apoyo.

A Juan Carlos por su cariño y comprensión.

A mis hermanos y familiares por el apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de mi carrera profesional

A mis profesores que enseñaron y guiaron por este arduo camino.

A mis compañeros de la escuela en especial a Alejandro y Ricardo por todo el apoyo que en ellos encontré para mi formación en mi carrera profesional

A nuestra máxima casa de estudios, la UNAM, por haberme formado en esta profesión.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma influyeron para culminar mi carrera profesional.

TÍTULO:

MODELO DE UN SISTEMA ADMINISTRADOR DE EDIFICIOS (BUILDING MANAGEMENT SYSTEM BMS), PARA HACERLO ALTAMENTE EFICIENTE.

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Lucila Patricia Arellano Mendoza

ALUMNO:

Alba Isabel Ortiz Corona

OBJETIVO GENERAL:

Al concluir esta investigación se contará con los elementos necesarios

- Obtener un modelo de la estructura de un BMS que permita mejorar los procesos de operación de un edificio.
- Mostrar la necesidad de contar con un sistema flexible que permita la concentración de información para la supervisión, diagnóstico y control de todos los subsistemas en un edificio.
- Asegurar las condiciones idóneas de seguridad y confort, adecuadas para los ocupantes de un edificio.
- Optimizar los recursos energéticos y reducir gastos de personal en la operación de un edificio.

## Índice Temático

### *Capítulo 1. Introducción*

- 1.1 Surgimiento de los Edificios Inteligentes
- 1.2 Importancia de los Edificios Inteligentes
- 1.3 Perspectivas

### *Capítulo 2. Los Edificios Inteligentes*

- 2.1 Definición y Conceptos
- 2.2 Antecedentes
  - 2.2.1 Justificación
- 2.3 Características

### *Capítulo 3. Fundamentos Teóricos*

- 3.1 Bases de Datos
  - 3.1.1 Definición y conceptos
  - 3.1.2 Tipos de bases de datos
- 3.2 Teoría del Control
- 3.3 Redes de Control
  - 3.3.1 Definición y conceptos
  - 3.3.2 Sistemas controlables
  - 3.3.3 Dispositivos de control
- 3.4 Software para el Control de Dispositivos

### *Capítulo 4. BMS: Sistema Administrador de Edificios*

- 4.1 Requerimientos
- 4.2 La Base de Datos
- 4.3 Control y Monitoreo
- 4.4 Integración con los Subsistemas
- 4.5 Diagnósticos y Reportes

### *Capítulo 5. Impacto económico y social*

- 5.1 Costo-Beneficio
- 5.2 Factores Ambientales
- 5.3 Ventajas y Desventajas

Conclusiones

Glosario

Apéndices

Bibliografía

## ANTECEDENTES

A lo largo de su historia, el hombre ha construido edificios con el fin de crear un entorno controlado para poder vivir y trabajar. Sin embargo, en las últimas décadas se le ha dado más importancia al edificio desde su etapa de planeación, que incorpora todos los factores para tener un ambiente perfectamente gestionado.

En la actualidad, la importancia de un sistema automatizado y confiable de diagnóstico de fallas, supervisión y control de instalaciones modernas, aumenta rápidamente a medida que las instalaciones se hacen cada vez más complejas y necesitan operar con el mínimo de fallas y tiempos de paro.

Quizá el punto crítico al que se enfrente la sociedad, en la parte informática, es la homogeneización, es decir, conseguir integrar todos los sistemas heterogéneos, siendo estos de diferentes marcas, sistemas operativos y de distintos lenguajes de programación, aunque estos lleven ya unos años instalados.

En este sentido, resulta importante integrar en un edificio, la tecnología que permita su automatización con el fin de reducir costos operativos y aumentar eficiencias. Con ello se pretende hacer inteligente al edificio, es decir, dotarlo de un Sistema de Información que contenga las aplicaciones necesarias para gestionar dicha automatización.

Si se examinan los sistemas de los que requiere un edificio inteligente para su funcionamiento, es evidente que son sistemas muy complejos que forzosamente requieren de control constante, ya que una falla, podría resultar desastrosa para sus usuarios.

Muchos factores dependen del funcionamiento correcto de las instalaciones de un edificio y se ha demostrado que la gente, aunque esté bien entrenada, tiene dificultades para manejar eventos no anticipados y fallas de poca probabilidad de ocurrencia. Es en estos casos es donde se hace más palpable la necesidad de ese sistema que ayude a resolver el problema de la mejor manera y lo más rápido posible.

El tiempo puede ser crucial y una duda o un titubeo podrían conducir a una cadena de problemas mayores. En estas situaciones, los sistemas basados en conocimiento pueden ofrecer una importante ayuda a los operadores para detectar, localizar e identificar problemas y decidir las acciones a tomar en contra.

Finalmente, la integración de un Sistema de Información de este tipo en un edificio, representa una importante evolución en cuanto a la facilidad, eficacia, control y gestión de éstos, pues posibilita que desde un solo punto se controlen todos los parámetros existentes en el Sistema.

## 1.1 SURGIMIENTO DE LOS EDIFICIOS INTELIGENTES

Desde que el hombre empezó a construir lugares donde habitar (castillos, casas, edificios), buscó la manera más adecuada de que éstos fueran confortables para vivir. Originalmente este acondicionamiento se hizo instalando algún sistema de calefacción, posiblemente el más tradicional sea el de la chimenea, en el que a base de leña se llevaba calor para calentar las habitaciones.

Fue a finales del siglo XIX cuando se popularizó el uso de vapor a través de un recipiente con agua, lo que ahora llamamos caldera y el cual se transmitía a través de tuberías hasta unos radiadores que se instalaban dentro de las habitaciones, obteniendo de esta manera una calefacción más uniforme. El combustible usado era leña o carbón.

Pero no fue sino a principios del siglo XX cuando el Dr. Willis Carrier ideó un sistema de ventilación mecanizada con la idea no sólo de calentar un lugar habitable, sino enfriarlo, ya que los intentos anteriores para ventilar y mejorar las condiciones de los edificios no habían funcionado, incluyendo el aprovechamiento de los vientos predominantes.

Fue en Europa y Norte de los Estados Unidos, que a través de sistemas de ducto se colocaban grandes ventiladores para llevar confort a las habitaciones. Pero éste sistema a pesar de ser muy práctico, no era muy aceptado por la gente, que prefería disfrutar el calor del verano, pensando en el crudo invierno que les esperaba.

El automatismo que comenzó durante el siglo XIX debido al desarrollo industrial, dió origen ya en el siglo XX a los primeros esquemas controlados por sistemas electromecánicos. Este automatismo industrial permitía controlar y establecer secuencialmente los procesos productivos. Igualmente por razones de seguridad y economía comenzó a sustituirse la mano del hombre por sensores capaces de percibir esas informaciones, trasladando las variaciones del entorno a variaciones eléctricas, que permitían actuar a relés electromecánicos. Es en la investigación aeronáutica y en la exigencia aeroespacial donde se tuvo la necesidad de crear espacios en los que se debía establecer un ecosistema físico controlable a voluntad, mediante la regulación externa con sensores y elementos electrónicos, donde comenzó realmente la automatización y climatización de espacios cerrados.

En los edificios los factores que empezaron a controlarse en un principio fueron los que afectaban a las condiciones climáticas, es decir, aquellas que permiten lograr un cierto grado de confort para su habitabilidad y sobre todo un consumo energético ajustado a las necesidades reales. Se buscaba un sistema que en función de la temperatura exterior captada por sensores, reaccionara de forma programada para variar los focos de calor del edificio. Posteriormente se comenzaron a regular otras funciones más complejas como el grado de humedad, el caudal de aire, la presión, etc., para conseguir un medio ambiente óptimo.

Con el desarrollo de la electrónica empezó a conseguirse el control centralizado de éstos procesos. El origen de los centros de control está en las centrales térmicas, en donde la instrumentación, los elementos captadores de señales y la introducción de las computadoras participaron en su consecución. La informática entraba en la gestión del edificio, consiguiéndose que fuera controlada y centralizada y a su vez surgió también los primeros problemas con el cableado que las instalaciones demandaban.

Sin duda, este progreso industrial de mediados del siglo XX fue la base para desarrollar e implementar sistemas automáticos en los edificios, logrando el control de instalaciones como las de la calefacción, el aire acondicionado, la telefonía, etc. Todos estos automatismos diseñados para plantas industriales pudieron ser aplicados en todo tipo de construcciones, iniciándose así, una etapa en la que se fueron automatizando de manera independiente distintos servicios y sistemas en los edificios.

Fue entonces cuando surgió la idea de edificio inteligente, que nació a mediados de los años 80, ofreciendo un nuevo concepto para el diseño y construcción de edificios, ya sea para su automatización como para su modernización.

Los primeros trabajos sobre edificios inteligentes toman en cuenta la integración de todos los aspectos de comunicación dentro del edificio tales como seguridad, iluminación, comunicación por teléfono, comunicación por computadora, mas todas las formas de administración de energía.

## 1.2 IMPORTANCIA DE LOS EDIFICIOS INTELIGENTES

En los últimos diez años, se ha trabajado con gran interés en el desarrollo de sistemas que permitan optimizar tareas a través de la automatización de procesos en instituciones de todos tipos, además de cooperar en la economía operativa de dicha institución.

Este interés por optimizar los procesos en un edificio surge de la necesidad de contar con una comunicación efectiva, clara y rápida para los dueños del edificio; la seguridad, comodidad y confort de los usuarios; la modularidad de los espacios y equipos; y la posibilidad de dar un mayor ciclo de vida al edificio.

El implementar un edificio inteligente no es una necesidad, más bien es la respuesta a nuevos conceptos en espacios de trabajo, para eficientarlo y humanizarlo. Un Edificio inteligente responde mejor a las necesidades del usuario a mucho menor costo, haciéndolo más rentable y comerciable.

Sin duda, la importancia que tienen los edificios inteligentes, estriba en los beneficios que a través de su sistema administrador, aportan tanto a los habitantes del edificio como a los administradores del sistema.

Para los **administradores del sistema**, un edificio inteligente proporciona un conjunto de facilidades para su control, manejo y mantenimiento, así como para la comunicación dentro y fuera del edificio, permitiendo un control eficiente y económico de los sistemas susceptibles de controlarse.

El administrador del sistema debe saber manejar y detectar a tiempo cualquier falla en los sistemas que se están controlando y a la vez, ser capaz de tomar la mejor decisión en el momento preciso. Esto le proporcionará al ocupante una mejor seguridad en su espacio de trabajo.

Para los **usuarios u ocupantes**, el edificio ofrece, un ambiente seguro en su lugar de trabajo, diseñado ergonómicamente y en función de las personas para aumentar su productividad y estimular su creatividad. Además le proporciona un lugar confortable para trabajar, con la iluminación adecuada, climatización ambiental, con todos los servicios sanitarios adecuados y con un sistema de seguridad de circuito cerrado que permita un mejor control de las personas que entran y salen del edificio, así como para seguridad de bienes materiales y de información.

Para ser más eficaces, los empleados deben lograr comunicarse con sus compañeros de trabajo y tener acceso a los datos almacenados en computadoras centrales, mediante transacciones en tiempo real, independientemente de dónde se encuentren. En este sentido, la productividad se medirá en términos de la conectividad entre las redes. La capacidad de conectarse no sólo reducirá los costos, sino que será indispensable para ofrecer, el nivel de servicio que los clientes demandan.

Adicionalmente, la tendencia de una infraestructura es ir aumentando el número y calidad de los servicios que proporciona. Por ejemplo, los servicios que han experimentado un crecimiento más importante están en el sector de las telecomunicaciones y en las "nuevas tecnologías" de la información, de forma que año tras año ofrecen notables avances.

Contrariamente, la vida media en un edificio convencional es muy superior, con lo que este corre el riesgo de ser afectado por una obsolescencia prematura, que en muchos casos resulta más caro adaptarlo a las nuevas necesidades que derribarlo y volverlo a construir.

Instalar un Sistema inteligente proporciona un valor agregado al edificio y por consiguiente a la imagen de la empresa.

En conclusión, es un hecho que para la mayoría de los edificios y organizaciones en nuestro país, la inteligencia integrada no es todavía operativa y puede también no ser una necesidad inmediata. Sin embargo, el cambio es irreversible, y para poder competir con otros países y mantener actualizado y atractivo al país para la inversión extranjera, es necesario seguir la corriente del desarrollo tecnológico.

### 1.3 PERSPECTIVAS

T. Cross apunta que los edificios inteligentes tienen dos vertientes.<sup>1</sup>

*High-Tech.* Son los elementos tecnológicos que soportan la administración central del edificio, así como hacen posible la integración de las tecnologías de la información.

*High-Touch.* El diseño a través del cual se consigue proporcionar un ambiente de trabajo confortable en un entorno donde la tecnología es un factor fundamental.

Desde el surgimiento de los edificios inteligentes, su evolución se ha dado en función de la información que otorga el BMS (*Building Management System*; Sistema Administrador de Edificios) integrado, y de acuerdo a los requerimientos específicos de cada construcción.

Una semblanza general de dicha evolución en los edificios inteligentes se observa a continuación en la Tabla 1:

INICIAN LOS 80'S	Hoy	MAÑANA
Euforia del mercado	Realidad en desarrollo	Requisitos especiales
Todos los edificios	Integración entre empresa y edificio.	Edificios diseñados y construidos con propósitos específicos
Controles computadoras y comunicaciones	Mercados verticales	Ingeniería aplicada a empresas y edificios más pequeños
Servicios a inquilinos		

Tabla 1. Evolución

Hacia 1980 ya se aplicaba la automatización de los edificios para reducir costos operativos y aumentar la eficiencia. Los mayores grados de automatización llevaron luego a denominarlos Edificios Inteligentes<sup>2</sup>. Aunque resulta imposible precisar una fecha concreta para el nacimiento del término Domótica, ya que no se trata de un hecho puntual, si no de todo un proceso evolutivo que comenzó con las redes de control de los edificios inteligentes<sup>3</sup>, sabemos que sobre la mitad de la década de los ochenta se comienza a hablar de la domótica como nombre para representar a la integración, automatización y aplicación de nuevas tecnologías informáticas y comunicativas en el hogar. Otro término utilizado es el de Inmótica, la diferencia entre estos términos se traduce en que el primero se ocupa al tema de viviendas inteligentes (principalmente casas) y la segunda se refiere a los edificios inteligentes. En este último punto se empezaron a desarrollar sistemas que controlaran cada uno de los subsistemas que conforman al edificio, tales como iluminación, accesos, aire acondicionado, servicios hidráulicos y sanitarios e incendios.

<sup>1</sup> Institut Cerd. - Área de Telecomunicaciones.

<sup>2</sup> www.ca.org.ar E. Rucucci Barrionuevo, Enero 2005

<sup>3</sup> www2.udec.cl Carlos Alval, Enero 2005

Hoy en día existen en el mercado empresas dedicadas a desarrollar sistemas para el control de edificios, entre los cuales están: Invensys, Johnson Controls, Lucent Technologies, Motorota y Honeywell entre otros. Estos sistemas de automatización deberán presentar en forma clara las incidencias a la vez de racionalizar los servicios, tomar decisiones en ausencia de personal especializado en caso de eventualidades, preseleccionar las alarmas urgentes comunicando de manera clara, precisa e instantánea al personal indicado; además de permitir reducir los costos relacionados con los equipos de mantenimiento y optimizar los tiempos muertos de maquinaria y equipos.

En México hay pocos edificios que cuentan con un sistema de este tipo, esto debido a que son sistemas desarrollados por empresas extranjeras, que aunque son productos caros, son una buena inversión para el edificio, ya que alarga la vida útil del mismo.

Es una realidad que México ha sufrido un estancamiento en cuanto a tecnología, pero ha sido solamente por razones económicas. La tecnología está disponible en nuestro país, dados los tratados comerciales con varios países del mundo, por lo que hoy más que nunca podríamos decir que es fácil adquirir los últimos avances. Las limitantes se encuentran en los recursos económicos que cada empresa destine para la adquisición de sistemas innovadores.

En este punto se debe pensar a futuro en crear un sistema de administración de edificios a bajo costo y con las mismas características de los programas creados por las empresas extranjeras, que permita competir al mismo nivel y sea más accesible al mercado mexicano, así los dueños de los edificios estarán interesados en implantarlo.

## 2.1 DEFINICIÓN Y CONCEPTOS

El uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en la vivienda, genera nuevas aplicaciones y tendencias basadas en la capacidad del proceso de información así como en la integración y comunicación entre los equipos e instalaciones.

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 son adjudicados al desarrollo desmesurado de la computación en todo el mundo. De ahí que los edificios han tenido que cambiar también para albergar dichos servicios y satisfacer las necesidades del hombre de hoy.

Pero antes de determinar lo que es un edificio inteligente es necesario definir el término edificio:

*"Por **edificio** se entiende 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".<sup>4</sup>*

Una de las clasificaciones de los edificios es por las funcionalidades que se han implementado en ellos agrupándose de la siguiente manera:

Los edificios se pueden clasificar en distintos tipos, según las funcionalidades que se han implementado en ellos, estos edificios se pueden agrupar en las siguientes clases:

**Edificio Automatizado:** El edificio automatizado es aquel que ante una solución prevista, da una respuesta adecuada dentro de una gama acotada y ordenada al mecanismo correspondiente que actúe en consecuencia, tal como tiene programado. Tres son las áreas que incluye: confort, ahorro energético y seguridad.

**Edificio Funcional:** Es un edificio automatizado al que se incorporan toda una serie de servicios avanzados de telecomunicación. La funcionalidad se da con la incorporación de las comunicaciones y la ofimática, ésta integra un cableado suficiente y racionalmente concebido para soportar los sistemas de gestión y control de servicios técnicos, de seguridad, de ofimática y comunicaciones internas y externas apoyándose en módulos concretos.

**Edificio Inteligente:** Un edificio inteligente está diseñado de tal forma que no solo es capaz de evitar los fallos intrascendentes, sino también los trascendentes irreversibles y catastróficos controlando los mismos procesos que el edificio funcional, pero con un conocimiento de causa muy superior, y usando la colaboración de los sistemas expertos o administradores en la gestión de los servicios técnicos, así como la utilización de un grado de robotización para simplificar el mantenimiento de las instalaciones.

Los edificios inteligentes, son un ejemplo de la aplicación de la **inmótica**, que es el término científico que se utiliza para denominar la integración de servicios, dispositivos e instalaciones orientadas a la automatización de edificios y zonas comunitarias,

<sup>4</sup> FINLEY, JR M.R. KARAKURA, A. NBOGNI R.

posibilitando la gestión eficazmente sostenible e inteligente de recursos climáticos, control de accesos, alumbrado, motorización y alarmas.

Pero una definición menos técnica y más humana en el sentido en que se considere cada tipo de personas (usuarios, propietarios y administradores), que están involucrados directamente con él y de acuerdo con las organizaciones encargadas de la supervisión de este tipo de edificios, como por ejemplo el Instituto Mexicano del Edificio Inteligente (IMEI) y el Intelligent Building Institute (IBI), se tiene que:

*“Un edificio inteligente es aquel que proporciona un ambiente productivo con efectividad de costos y optimización de cuatro elementos básicos: estructura, sistemas, servicios, administración y la interrelación de todos ellos. Esto propicia que los propietarios, los administradores y los ocupantes o usuarios del inmueble satisfagan propósitos como reducir costos, ganar en comodidad, conveniencia, seguridad, flexibilidad a largo plazo y plusvalía.”<sup>5</sup>*

Un edificio inteligente puede ilustrarse en la figura 1.

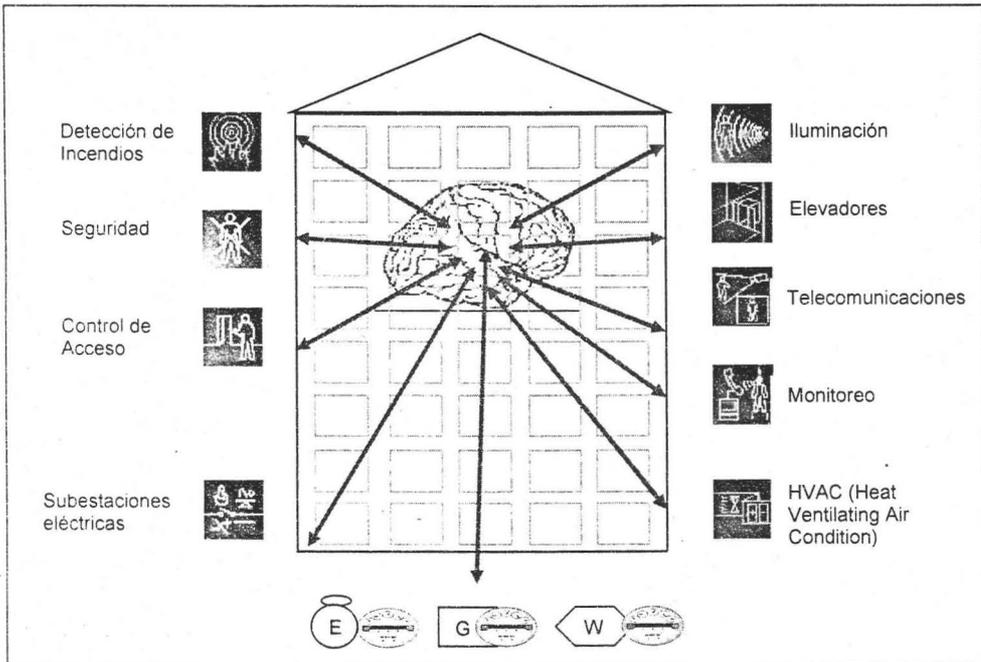


Figura 1. Edificio Inteligente

<sup>5</sup> MR. GEISSTER, RICHARD.

Ahora bien se definirá a cada una de las personas antes mencionadas como:

- Usuarios:** Personas que habitaran el edificio y a las que se les ofrecerá y garantizará el buen funcionamiento de éste.
- Propietarios:** Dueños del inmueble.
- Administradores:** Personas encargadas de garantizar y mantener el buen funcionamiento del edificio.

Bajo estas definiciones, los **objetivos** que debe cumplir cualquier edificio inteligente, son los siguientes:

### Arquitectónicos

- Satisfacer las necesidades presentes y futuras de los ocupantes, propietarios y operadores del edificio
- La flexibilidad, tanto en la estructura como en los sistemas y servicios
- El diseño arquitectónico adecuado y correcto
- La funcionalidad del edificio
- La modularidad de la estructura e instalaciones del edificio
- Mayor confort para el usuario
- La no interrupción del trabajo de terceros en los cambios o modificaciones
- El incremento de la seguridad
- El incremento de la estimulación del trabajo
- La humanización de la oficina

### Tecnológicos

- La disponibilidad de medios técnicos avanzados de telecomunicaciones
- La automatización de las instalaciones
- La integración de los servicios

### Ambientales

- La creación de un "edificio saludable"
- El ahorro energético
- El cuidado del medio ambiente

### Económicos

- La reducción de los altos costos de operación
- Beneficios económicos para la cartera del cliente
- Incremento de la vida útil del edificio
- La posibilidad de cobrar precios más altos por la renta o la venta de espacios
- La relación costo-beneficio
- El incremento del prestigio de la compañía<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Arq. Torres Cuadrado, Esperanza M

De acuerdo con el **IMEI** y el **IBI**, los edificios inteligentes deben incorporar cuatro *elementos básicos*:

1. **La estructura del edificio.** Todo lo que se refiere a la estructura y diseño arquitectónico, incluyendo los acabados y mobiliario.
2. **Los sistemas del edificio.** Son todas las instalaciones que integran un edificio, siendo los principales:
  - *Energía eléctrica*, para la iluminación y operación de equipos y aparatos.
  - *Hidráulico*, para el manejo de aguas, su ministro, drenaje y recirculación.
  - *Comunicación*, dentro de la cual se consideran los sistemas de telefonía, telecomunicaciones, informática y de emergencia.
  - *Aire acondicionado, ventilación y/o calefacción* para el acondicionamiento ambiental de las diferentes áreas ocupadas.
  - *Protección y alarmas*, que ayuden a la conservación de vidas humanas y bienes materiales.
  - *Control central de los sistemas*, para la administración de las instalaciones.

La integración de todos estos sistemas se realiza a través de un **Sistema Administrador de Edificios BMS (Building Management System)**.

El BMS es un conjunto de elementos de software y hardware dedicados a supervisar una red de controladores inteligentes y dirigidos a:

Lograr el óptimo uso de los recursos y servicios con que cuenta un edificio, procurando el máximo confort, seguridad y plena satisfacción de todos sus ocupantes, al menor costo de operación posible.

3. **Los servicios del edificio.** Como su nombre lo indica, son los servicios o facilidades que ofrecerá el edificio. Entre sus componentes están: comunicaciones de video, voz y datos, automatización de oficinas, salas de juntas y cómputo compartidas, área de fax y fotocopiado, correo electrónico y de voz, seguridad por medio del personal, limpieza, estacionamiento, escritorio de información en el lobby o directorio de edificio, facilidad en el cambio de los teléfonos y equipos de computación, centro de conferencias y auditorios compartidos y videoconferencias.
4. **La administración del edificio.** Se refiere a todo lo que tiene que ver con la operación del mismo. Entre sus variables están: mantenimiento, administración de inventarios, reportes de energía y eficiencia, análisis de tendencias, administración y mantenimiento de servicios y sistemas.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Arq. Torres Cuadrado, Esperanza M

La optimización de cada uno de estos elementos y la interrelación o coordinación entre sí, es lo que determina la inteligencia del edificio. (Figura 2)

Existen tres *grados de inteligencia* catalogados en función de la automatización de las instalaciones o desde el punto de vista tecnológico:

- **Grado 1.** Inteligencia mínima o básica. Un sistema básico de automatización del edificio el cual no está integrado.
- **Grado 2.** Inteligencia Media. Tiene un sistema de automatización del edificio totalmente integrado.
- **Grado 3.** Inteligencia máxima o total. Los sistemas de automatización del edificio, la actividad y las telecomunicaciones, se encuentran totalmente integrados.<sup>8</sup>

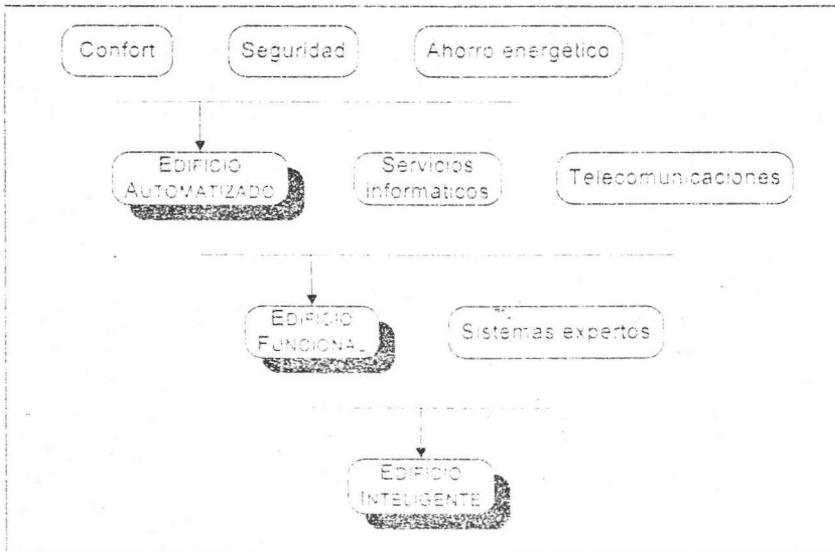


Figura 2. Esquema de un edificio inteligente

<sup>8</sup> Arq. Torres Cuadrado, Esperanza M

## 2.2 ANTECEDENTES

Haciendo un corte histórico a fin de los años 60, se puede inferir que es la primera generación de edificios llamados "inteligentes", definibles verdaderamente como edificios parcialmente automatizados.

Al principio el calificativo "inteligente" era simplemente una referencia al alto grado de automatización, obtenido gracias a la integración de todos los subsistemas.

Los edificios inteligentes empezaron a dar sus primeros pasos en la década de los 70's propiciada tanto por la crisis del petróleo que sacudió con dureza a la economía mundial, como por un aumento de la concientización respecto a la necesidad de ahorrar energía y, en consecuencia una planificación más ajustada y óptima de los recursos a emplear en las grandes edificaciones, los sistemas de HVAC (*Heat Ventilating Air Condition*) fueron los primeros sistemas de edificios electrónicamente controlados. Los chips de computadoras permitieron el control de éstos 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, cuyo concepto apareció en Estados Unidos en el año de 1981.

En los años 80, aparecen los subsistemas de seguridad, iluminación e intrusión, mostrando integración entre los componentes del mismo subsistema. 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 el Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), aunque el hardware sea provisto por empresas diferentes, la integración es producto del software.

Para los años 90, las diferentes líneas de trabajo tienden a converger en lo que se denomina inteligencia distribuida centralizada. Se utilizan sistemas autónomos inteligentes que se comunican con una red de comunicaciones.

De manera cronológica se enlistan algunos sucesos importantes en la evolución de estas edificaciones.

1875. La primera regulación automática aparece con la máquina de vapor de Watt, en la que un dispositivo gobernaba la velocidad de la máquina actuando sobre una válvula que regulaba el paso del vapor.

1905. Siemens y Halske fabricaron el primer tubo de vacío utilizado como amplificador de baja frecuencia en los aparatos de radio.

Años 30. Aparecen los primeros termostatos con contactos de mercurio. En 1936 se prohíben, por razones sanitarias, y aparecen los termostatos por contacto fijos.

A finales de esta década crece el interés por la calefacción con combustibles líquidos, por lo que se crea la necesidad de transformadores especiales de encendido y termostatos de calderas.

1936. El alemán Konrad Zuse fabricó la primera calculadora mecánica basada en el concepto del cálculo binario.

1939. En la exposición Suiza de Zurich, uno de los modernos edificios, el Sukulentenhaus, se equipa con una de las primeras regulaciones en función de las condiciones climatológicas exteriores.

1940. Landis & Gyr crea un departamento independiente para fomentar y controlar el desarrollo y la comercialización de los equipos de regulación para aplicaciones de calefacción y aire acondicionado.

1944. Se construye el primer ordenador (MARK I), fruto de la colaboración entre la Universidad de Harvard y la empresa IBM. Estaba construido únicamente con piezas electromecánicas y usaba el sistema decimal.

1946. Nacen los ordenadores de 1ª generación: el ENIAC. Construido con válvulas de vacío y "relés".

1948. Los laboratorios Bell presentan el transistor, pero no se comercializó hasta 1952 por la fuerte competencia de los tubos de vacío.

1953. Las primeras centrales de regulación salen equipadas con sondas bimetálicas y contactos de relé.

1959. IBM construye los primeros ordenadores transistorizados, también llamados de segunda generación. Texas Instruments desarrolla la tecnología de circuitos integrados, que disminuirá drásticamente el tamaño y precio de los equipos.

1968. Intel crea el microprocesador, un componente revolucionario que puede ser utilizado para las más diversas funciones de control.

Actualmente el desarrollo en la construcción de edificios inteligentes, está marcado por una transición desde la era de la producción mecánica a una era de la información dirigida por la microelectrónica. Mientras en el pasado, el arquitecto era el primer responsable en el diseño completo del edificio, hoy en día, los ingenieros están demandando la exportación de las nuevas tecnologías en edificios.

### 2.2.1 Justificación

Hoy en día es un reto el ofrecer nuevos servicios que se encuentren a la par con los progresos tecnológicos, esta situación ha hecho que varíen las estructuras, los medios, e incluso nuestro hábitat profesional, dando lugar a la aparición de los llamados Edificios Inteligentes, en los que la tecnología que se aplica involucra varias disciplinas.

Un edificio inteligente utiliza todos los avances tecnológicos posibles para las instalaciones y además, ofrece a los usuarios una serie de facilidades de comunicaciones.

Nacidos de la combinación y conjunción de equipos multidisciplinarios en los que arquitectos e ingenieros tienen una importante responsabilidad a compartir.

Pero ¿Por qué se dice que los edificios inteligentes son más eficaces? La respuesta a esta pregunta posiblemente proviene del concepto inteligencia, entendiendo a éste como la característica que siempre ha identificado al ser humano, ahora bien, ella aplicada a una construcción debe entenderse como la capacidad que ésta posee para ofrecer un servicio de valor agregado que se puede traducir en un control centralizado de funciones como las de seguridad, energía y comunicaciones, entre otras, aunque su misión principal es aumentar el rendimiento o productividad de sus usuarios.

Por otro lado, la administración de todas las instalaciones recae en un sistema de cómputo (BMS), que vigila y controla todo el edificio. Todos los sistemas BMS tienen la misma finalidad y características de operación, pero los resultados dependen de la creatividad de la ingeniería que se desarrolle en su automatización, así como de la inversión. De modo general, un sistema administrador debe considerar como mínimo:

- Conducir las instalaciones
- Ordenar el arranque y paro de los equipos
- Presentar en forma clara las incidencias a la vez que racionalizan los servicios
- Tomar decisiones en ausencia de personal especializado en caso de eventualidades
- Preseleccionar las alarmas urgentes
- Reducir los costos relacionados con los equipos de mantenimiento

Es importante enfatizar que muy a pesar de los avances tecnológicos en México, no existen aún empresas que desarrollen software para administrar edificios, es decir, sistemas capaces de integrar subsistemas. Realmente toda la tecnología se exporta, por esta razón los costos para su implantación son elevados.

Otro factor para el desarrollo de dicho modelo, es la tendencia de las construcciones actuales para concentrar la información de todos sus sistemas de instalaciones, con el fin de mantenerse a la vanguardia de la tecnología de la construcción. Así mismo, dado que los requerimientos de cada edificación son específicos de acuerdo a su actividad operativa, el software basado en el modelo BMS propuesto, tendrá la capacidad de adaptarse a las necesidades de los interesados.

Con una clara conciencia de estas necesidades, el modelo busca contribuir como guía para el desarrollo de sistemas administradores que permitan lograr mayores niveles de competitividad.

## 2.3 CARACTERÍSTICAS

Un Edificio Inteligente debe contemplar las siguientes características, tanto en estructura como en funcionalidad:

### 1. Flexibilidad y adaptabilidad relacionadas con un costo, ante los continuos cambios tecnológicos requeridos por sus ocupantes.

La flexibilidad es la principal característica de un edificio inteligente, lo que significa que tiene la capacidad de poder incorporar los elementos necesarios para poder ser catalogado como inteligente a lo largo de toda su vida útil. La flexibilidad en un edificio se distingue básicamente por dos atributos principales.

- Capacidad para poder incorporar nuevos o futuros servicios.
- Capacidad para poder modificar la distribución física tanto de departamentos como personas de una determinada organización, sin perder el nivel de servicios disponibles.

Como clara consecuencia, el dotar de flexibilidad a un edificio supone un cuidadoso y, en cierta forma, sobredimensionado diseño inicial del mismo (patios de servicios, etc.) ya que los errores en esta fase pueden afectar toda la vida útil del edificio, además de acarrear costos muy superiores en fases posteriores.

Otra característica importante para facilitar la flexibilidad de un edificio, sobre todo por lo que a planificación del espacio en general y a reubicación de personal en particular se refiere, es la "modularidad" en el diseño del mismo. La utilización de un módulo de distancias-tipo en el diseño arquitectónico y en las diversas instalaciones simplifica de forma extraordinaria, cualquier modificación a realizar en la distribución física de los usuarios y/o ampliaciones posteriores del edificio.

La flexibilidad debe estar presente en el diseño de todos los sistemas, de forma que ninguno de ellos sea un problema si en el futuro se desea alterar de alguna forma la configuración espacial o el uso de una parte del edificio. Uno de los sistemas más problemáticos es el cableado. Una distribución horizontal de las distintas redes (precableado de LAN, teléfono, energía eléctrica, TV, etc.) es necesaria para garantizar esta flexibilidad.

### 2. Altamente eficiente en el consumo de energía eléctrica.

Se entiende que el objetivo del ahorro de energía y recursos en todo sentido es optimizar la calidad de vida dentro del inmueble. Este ahorro se refleja, por un lado económicamente, reduciendo los costos de operación y por otro ecológicamente, evitando el malgasto de los recursos naturales. Se podría decir que los sistemas inteligentes contribuyen a mejorar la eficiencia de un edificio en todos los sentidos por medio de la tecnología.

Durante la fase de diseño deberán tomarse en cuenta factores bioclimáticos que ayudarán a mejorar la eficiencia de la tecnología aplicada al ahorro de energía y de recurso en general.

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 éstos productos es más elevado que los productos convencionales, el costo de operación y mantenimiento es mucho menor. Sensores de flujos luminosos con medición permanente de luz, para optimizar, según el ingreso de luz natural, accionando los reductores de luz. Hay sensores con emisiones de rayos infrarrojos para intentos de robos en zonas oscuras.

Para optimizar el ahorro de energía en la climatización, se efectúan las acciones como el control de ocupación, disminución de ingreso de aire exterior con el sistema economizador, optimizar los arranques y parada de equipos, ciclado y rotación de cargas, control de calidad del aire, secuencia del accionamiento de los equipos y control de demandas.

### **3. Capacidad de proveer un entorno ecológico habitable y altamente seguro, que maximice la eficiencia en el trabajo a niveles óptimos de confort de sus ocupantes.**

En el plano de la seguridad se cuentan con sistemas inteligentes e integrales para prevención y combate de siniestros, que incluyen, entre otros componentes, alarmas audiovisuales, detectores de humo, medios de voceo, herramientas para la presurización de escaleras de emergencia y aspersores, todo monitoreado y controlado electrónicamente, prácticamente a prueba de errores humanos.

Para la seguridad de su edificio contra personas no deseables se debe contar con equipos de circuito cerrado de televisión que monitorear y graban, tarjetas de proximidad para estacionamientos, controles para el acceso al inmueble y sus elevadores, y mucho más, todo con la posibilidad de ser supervisado desde un sólo cuarto de control, brindándole la confianza dada por su tecnología de alimentación continua de energía.

Los equipos de aire acondicionado deben adaptarse automáticamente al gusto de los usuarios y a las circunstancias ambientales, de tal manera que siempre brinden la temperatura ideal y, al mismo tiempo, permitan la operación más económica.

De la misma manera debe de considerarse la existencia de sistemas preventivos y operativos contra incendios, como los métodos de detección ya sea por el detector o sensores en el sistema contra incendios ya sea para humo por un sistema fotoeléctrico (óptico) y de ionización para respuesta calorífica al súbito aumento de temperatura ya sea de forma individual o de combinación con el anterior para flama con la utilización de rayos infrarrojos ultravioleta y por último para gases combustibles o no combustibles.

El principal problema de los detectores es la falsa alarma que se ha tratado de resolver en la combinación de los diversos tipos de sensores. Por otro lado existen los sistemas operados por detectores para compuertas de compartimentación, el control de la presión positiva en ductos de escaleras y elevadores, el control programado de sistemas de acondicionamiento de aire, la iniciación de las alarmas

y el voice a la par de los sistemas de supresión de fuego por agua, espuma, polvo químico y gas.

#### **4. Centralmente automatizado para optimizar su operación y administración en forma electrónica.**

Los sistemas de automatización del edificio, la actividad y las telecomunicaciones, se encuentran totalmente integrados. El sistema de automatización del edificio se divide en: sistema básico de control, sistema de seguridad y sistema de ahorro de energía.

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 voice de emergencia. Para la seguridad de bienes materiales o de información, tenemos el 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 elevadores y el programa emergente en puntos críticos de demanda.

Las estaciones centrales pueden tener varios monitores visualizando informes almacenando datos para análisis de diagnóstico, mantenimiento preventivo, estadísticas, optimización de consumos, gráficos de tendencias y alarmas. Los diferentes controles son los de accesos, con lectura de tarjetas, los de detección de incendios, los de confort y los de iluminación. Sistemas de incendio monitoreando permanentemente. Automatización para la presurización de escaleras de evacuación. Sensores de humo para evitar la propagación de las llamas por los conductos, accionando compuertas reguladoras (dampers contrafuego) bloqueando un sector del conducto.

Algo de suma importancia es que los sistemas deben ser flexibles para integrar los protocolos de los fabricantes de distintas marcas de los componentes. Hay módulos integradores que traducen y convierten permitiendo la conectividad integrando protocolos abiertos de diferentes estándares.

Contar con los dispositivos y la tecnología adecuada permitirá una mayor eficiencia y productividad en todo el edificio. El cableado estructurado es el punto clave para brindarle al edificio una infraestructura universal que mantenga las señales y las

comunicaciones en general en perfecto funcionamiento, para que el ocupante pueda conectarse a cada uno de los servicios.

La aplicación profesional de tecnología de punta en edificios, diseñada y adaptada precisamente para sus necesidades, es un invaluable aliado para los inversionistas de la industria de la construcción.

Finalmente, un edificio inteligente NO es un edificio automatizado con un sin número de controles instalados. Ni tampoco es aquel que cuenta con cableado estructurado o manejo de redes, sino más bien es aquel que utiliza todos estos sistemas de forma integrada, para prestar servicios tanto hoy como en el futuro a sus ocupantes, reduciendo así sus gastos y aumentando su comodidad y eficiencia.

Honeywell, Jhonson Controls, Edwards, Ving Card, Notifier, entre otros, son algunas de las firmas especializadas en equipos de automatización y control para edificios inteligentes a nivel mundial. Estas empresas proveen una serie de equipos que permiten la centralización de los diferentes sistemas en una gran cantidad de opciones, y pueden llegar a ser tan sofisticados hasta el punto de permitir una serie de ahorros de energía, tiempo, número de personas y dinero.

## 3.1 BASES DE DATOS

### 3.1.1 Definición y conceptos

#### Introducción

La información almacenada en fuentes diversas, siguen modelos de datos que van desde modelos estándares (relacional, orientado a objetos) pasan por modelos más flexibles como OEM y XML, y llegan hasta archivos estructurados débilmente (textos o páginas HTML). Además, los sistemas de información apoyan aplicaciones ejecutadas en dispositivos diferentes (televisión, teléfonos celulares, etc.) y manipulan colecciones de datos de tamaños variables.

Tomando en cuenta este esquema, la tecnología de las Bases de Datos existente parece alcanzar sus límites cuando se requiere realizar el acceso transparente y la administración eficaz de sistemas de información heterogéneos y altamente distribuidos; adaptar su tamaño de acuerdo con aplicaciones diferentes. Para ser utilizables, los sistemas de bases de datos deben poder ser adaptados y ajustados de acuerdo a las características de tipos de datos diferentes, a los tamaños variados de las bases de datos, a volúmenes de consultas variables y a la complejidad de los medios de ejecución.

#### Definición de base de datos

Una Base de Datos es un conjunto de datos integrados, estructurados y almacenados en soportes periféricos accesibles por computadora para satisfacer simultáneamente los requerimientos de varios usuarios de una manera selectiva y en un tiempo oportuno.

Los objetivos de eficacia de la base de datos son:

Asegurar que los datos puedan ser compartidos por los usuarios, para una variedad de aplicaciones.

Que el mantenimiento de los datos sea preciso y consistente.

Asegurar que todos los datos requeridos para las aplicaciones se encuentren siempre disponibles.

Permitir que la base de datos evolucione a las necesidades crecientes de los usuarios<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> PLATTINI BELTSY MARIO GERARDO CONCEPCIÓN Y DISEÑO DE BASES DE DATOS

## DBMS

Se necesita un sistema que integre los datos de la base de datos y que pueda proporcionar diferentes orientaciones a usuarios diferentes. La esencia de una base de datos es el Sistema Administrador de la Base de Datos (DBMS: Database Management System), el cual permite la creación, modificación, actualización de la base de datos, la recuperación de los datos y la emisión de reportes (Figura 1).

Se puede definir un DBMS como un conjunto coordinado de programas, procedimientos, lenguajes, etc., que suministra, tanto a los usuarios como a los analistas los medios necesarios para describir, recuperar y manipular los datos almacenados en la base, manteniendo su integridad, confidencialidad y seguridad.

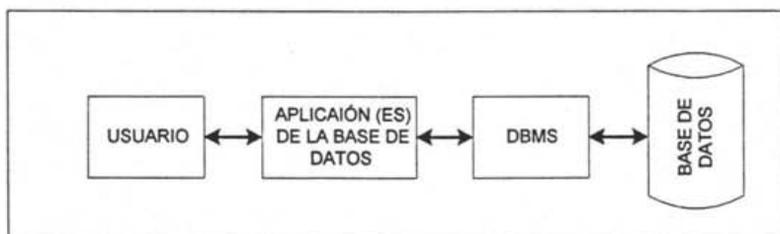


Figura 1. Sistema Administrador de la Base de Datos

### Funciones del DBMS:

a) *Lenguaje de Definición de Datos (DDL, Data Definition Lenguaje)*. Esta función debe permitir al administrador de la base de datos especificar los elementos de datos que la integran, su estructura y las relaciones que existen entre ellos, las reglas de integridad semántica, los controles a efectuar antes de autorizar el acceso a la base, etc.; así como las características de tipo físico y las vistas lógicas de los usuarios.

Esta función, realizada por el lenguaje de descripción o definición de datos (DDL) propio de cada DBMS debe suministrar los medios para definir las tres estructuras de datos (externa, lógica global e interna), especificando las características de los datos a cada uno de estos niveles.

A nivel interno, se ha de indicar el espacio (volúmenes, cilindros y pistas) reservado para la base la longitud de los campos o elementos de datos, su modo de representación (binario, decimal, alfanumérico, punto fijo o flotante, etc.). Además se debe poder definir caminos de acceso, como punteros, índices, etc.

Para las estructuras externas y lógicas global, la función de descripción ha de proporcionar los instrumentos para la definición de las entidades y su identificación, atributos de las mismas, interrelaciones entre ellas, autorizaciones de acceso, restricciones de integridad, etc. Las descripciones de las estructuras lógicas de los usuarios han de estar referidas a la estructura lógica global. El DBMS, además de suministrar facilidades de las descripción, se ocupará de la función de correspondencia o

transformación (mapping) de las estructuras lógicas externas orientadas a los usuarios en la estructura lógica global y de la relación entre esta y la estructura física.

b) *Lenguaje de Manipulación de Datos (DML, Data Manipulation Language)*. La función de manipulación permite a los usuarios de la base, informáticos, o no, buscar, añadir, suprimir o modificar los datos de la misma, siempre de acuerdo con las especificaciones y las normas de seguridad dictadas por el administrador.

La función de manipulación se llevará a cabo por medio de un lenguaje de manipulación de datos (DML) que facilita a los instrumentos necesarios para la realización de estas tareas. Muchas veces se trata de un conjunto de instrucciones (lenguaje huésped) que son admitidas por un lenguaje de programación (lenguaje anfitrión), mientras que otras veces se trata de un lenguaje autocontenido que no precisa apoyarse en ningún otro lenguaje, ya que dispone en sí mismo un conjunto de instrucciones necesarias para llevar a cabo tanto la recuperación como la actualización de los datos.

La mayoría de los DBMS actuales entienden la función de la manipulación mediante ambos tipos de lenguajes, huéspedes y autocontenidos; estos últimos orientados a los usuarios no informáticos suelen usarse de forma interactiva.

c) *Utilización*. Debe existir una manera (lenguaje) que permita interactuar con la base de datos. Existen dos lenguajes:

- Interactivo: por medio de un conjunto de palabras clave (no programadores).
- Programas batch en un programa huésped para operar la base de datos (programadores).

d) *Integridad de los datos*. El objetivo es evitar que ocurran errores en la base de datos, para lo cual debemos definir un campo de valores posibles para cada dato.

e) *Confidencialidad*. Mecanismos que impidan que las personas ajenas al sistema puedan tener acceso a él, mediante rutas de acceso y passwords.

f) *Sincronización de procesos*. Protección contra las inconsistencias de la base de datos. Control de transacciones.

g) *Seguridad*. Mecanismos que reinstauren el sistema en caso de que ocurra fallas (Humanas, técnicas e Intencionados).

h) *No redundancias físicas de los datos*. Redundancia es el hecho que se da si un dato aparece varias veces en la base de datos.

## Arquitectura de una base de datos

La arquitectura se divide en tres niveles (Figura 2):

Nivel conceptual

Nivel interno (físico)

Nivel externo (lógico)

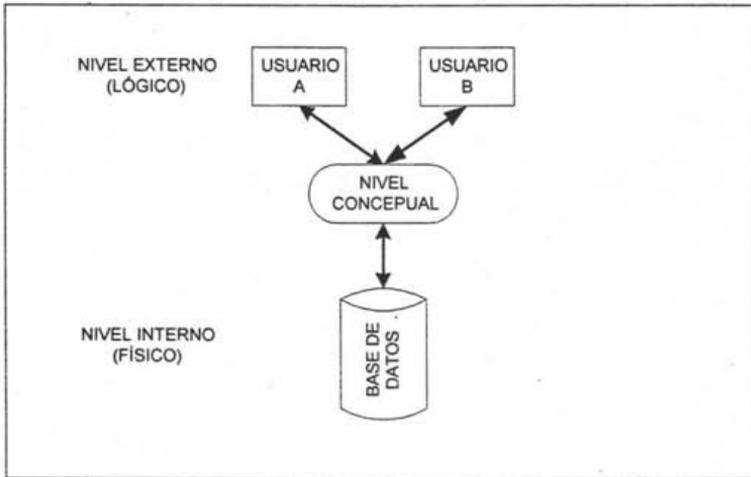


Figura 2. Arquitectura de una base de datos

El *nivel conceptual* corresponde a la unificación de los datos que intervienen en el sistema. En él se incluye una descripción de todos los datos y las interrelaciones entre éstos, las restricciones de integridad y de confidencialidad.

El *nivel interno* corresponde a la manera en que están guardados los datos en las unidades de almacenamiento, periféricos, etc. A su vez, se deben determinar los caminos de acceso para la especificación de claves primarias y secundarias, índices o claves de ordenación, así como incluir optimización de espacio en la memoria, mejorar la recuperación y los tiempos de acceso, técnicas de compresión de datos y control de acceso a la base de datos (seguridad).

El *nivel externo* corresponde a la manera cómo el usuario ve la base de datos. También se debe especificar las restricciones de uso de la misma, como es el derecho de insertar, borrar o acceder a ciertos datos<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> PLATTINI BELTSY MARIO GERARDO CONCEPCIÓN Y DISEÑO DE BASES DE DATOS

### 3.1.2 Modelos de bases de datos

#### Modelo Jerárquico

Los datos están organizados en forma de árbol, cada nivel representa un grupo de datos. Esta estructura jerárquica de árbol se compone de nodos y ramas. Un nodo es una colección de atributos de datos que describen a la entidad de ese nodo. La estructura jerárquica de árbol tiene que satisfacer las siguientes condiciones:

El nodo más alto es la estructura se conoce como raíz (entidad dominante).

Los nodos dependientes se localizan en niveles más abajo del árbol, los cuales pueden crecer o añadirse tanto de forma horizontal como vertical sin ningún límite.

Un nodo padre puede tener uno o varios nodos hijos bajo su dependencia. Si no tiene ningún nodo abajo no es nodo padre

Cada nodo, excepto la raíz, tiene que acceder a través de su nodo padre (Figura 3).

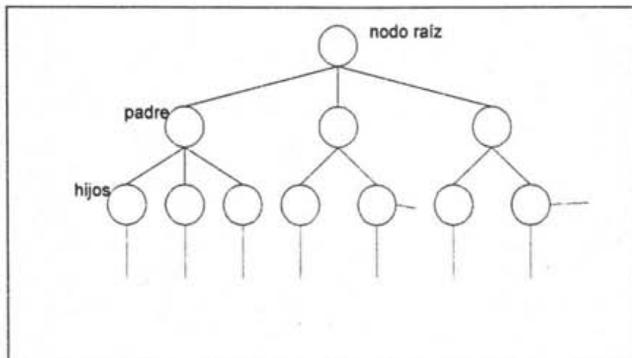


Figura 3. Modelo Jerárquico

#### Ventajas

Relativa simplicidad y facilidad de uso del modelo.

Reducción de la dependencia de datos.

Predicción del funcionamiento.

### Desventajas

Puede haber redundancia entre los datos.

El insertar o borrar un dato puede resultar complicado cuanto más grande sea la base de datos.

Se debe tener mucho cuidado en suprimir un dato ya que los nodos dependen de otros.

### Modelo de Red

Este modelo combina varias jerarquías sin tener un límite en las jerarquías que se agrupan. Los datos se representan por registros y ligas. Una red es una estructura con una ocurrencia de registro específica puede tener cualquier número de superiores inmediatos, de modo que un modelo de red permite modelar una correspondencia de muchos a muchos de manera más directa (Figura 4).

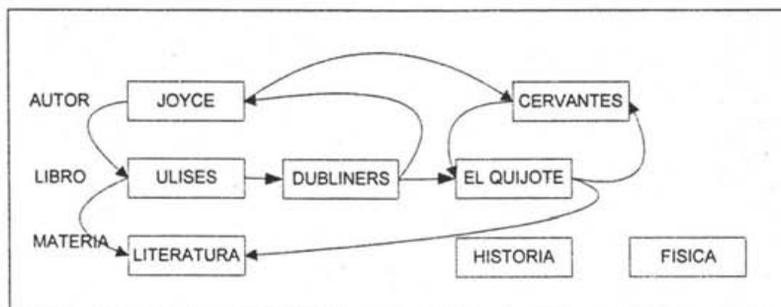


Figura 4. Ejemplo de estructura jerárquica

### Ventajas

La relación varios a varios se puede implementar fácilmente.

Datos independientes.

### Desventajas

El modelo es muy complejo.

Cuando se llega a modificar algún dato, puede que se pierda la independencia de los mismos.

## Modelo Relacional

La estructura de datos se caracteriza por residir los datos en tablas que deben cumplir ciertas condiciones.

Una de las partes más importantes de este modelo es la introducción de una estructura de operadores lógicos, concepto algebraico que definió Codd para operar estas estructuras. Estos operadores son los que se utilizan para toda la manipulación de datos en una estructura relacional (Figura 5).

S	S#	NOMS	ESTADO	CIUDAD
	S1	Salazar	20	Londres
	S2	Jaramillo	10	París
	S3	Bernal	30	París

SP	S#	P#	CTD
	S1	P1	300
	S1	P2	200
	S1	P3	400
	S2	P1	300
	S2	P2	400
	S3	P2	200

P	P#	NOMP	COLOR	PESO	CIUDAD
	P1	Tuerca	Rojo	12	Londres
	P2	Perno	Verde	17	París
	P3	Tornillo	Azul	17	Roma
	P4	Tornillo	Rojo	14	Londres

Figura 5. Ejemplo Modelo Relacional

### Ventajas

- Simplicidad
- Consultas no planeadas
- Independencia de datos
- Ahorro en el espacio de almacenamiento

### Terminología

Para introducirnos más al modelo relacional debemos conocer antes algunos términos básicos para el manejo de éste.

*Entidad:* Es el objeto acerca del cual queremos almacenar información en la base de datos. Existen Dos clases de entidades: las regulares, que son las que tienen existencia por si mismas (como LIBRO y AUTOR), y las débiles, cuya existencia depende de otro

tipo de entidad (como FAMILIAR depende de EMPLEADO), y la desaparición de empleado en la base de datos hace que familiares desaparezca también.

*Conjunto de entidades:* Agrupación de entidades similares o del mismo tipo.

*Atributo:* Son propiedades que caracterizan a una entidad.

*Valor:* Valor que toma un atributo de la ocurrencia de una entidad.

*Dominio:* Define los valores de los atributos que puede tomar, es decir son los valores que aparecen en las columnas. Actualmente, los dominios son un conjunto de valores de algún tipo, es posible que dos dominios puedan ser del mismo tipo o diferentes.

*Llave primaria:* Es un atributo que puede ser escogido como identificador único de un renglón. Las llaves pueden ser simples (formada por un solo atributo) o compuestas (formado por uno o más atributos). Una llave primaria debe cumplir:

- Solo hay un único identificador para cada atributo.
- Las llaves no pueden tomar valores nulos.

*Asociación:* es la manera en que dos relaciones estarán relacionadas o asociadas<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> DATE C.J., INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE BASES DE DATOS, 1986

La figura 6 nos muestra un modelo relacional.

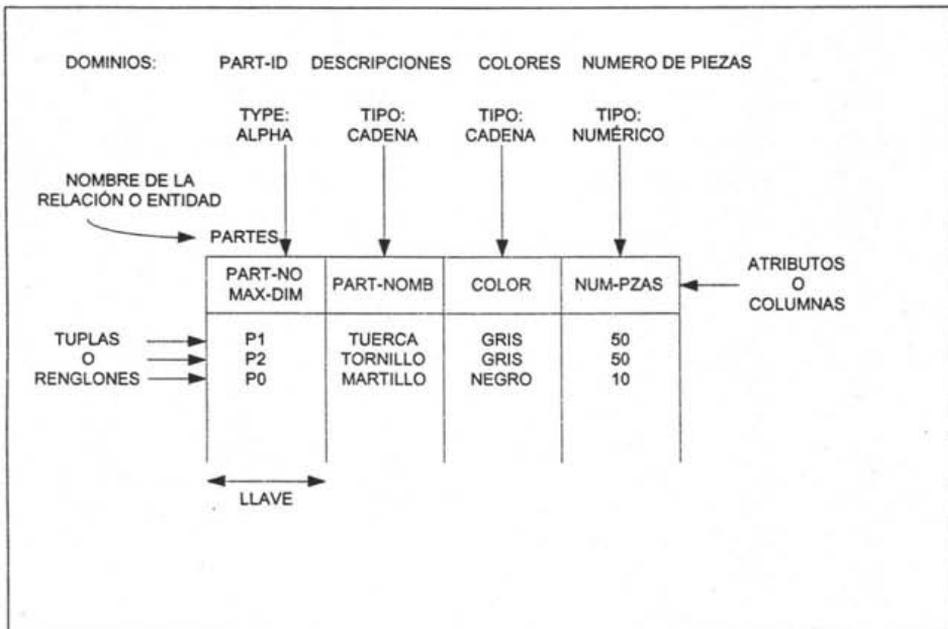


Figura 6. Ejemplo de modelo relacional

### 3.2 TEORÍA DEL CONTROL

La Teoría de Control se fundamenta en la búsqueda de mecanismos que permitan interactuar sobre los sistemas con el fin de que ciertas variables de éste se comporten según las pautas prefijadas. Este objetivo se pretende lograr sobre cualquier sistema, independientemente de su complejidad. Es por ello, que si bien durante el presente siglo se ha establecido una teoría de control muy sólida que permite lograr dicho fin sobre sistemas cuyo comportamiento puede asimilarse a un modelo dinámico lineal, sin embargo todavía no es posible hablar de una solución que permita lograr el control de forma general sobre cualquier sistema.

#### Definiciones

El control tiene como objeto cerciorarse de que los hechos vayan de acuerdo con los planes establecidos.<sup>12</sup>

Es la regulación de las actividades, de conformidad con un plan creado para alcanzar ciertos objetivos.<sup>13</sup>

Es el proceso para determinar lo que se está llevando a cabo, valorizándolo y si es necesario, aplicando medidas correctivas de manera que la ejecución se desarrolle de acuerdo con lo planeado.<sup>14</sup>

#### Control Automático

Se llama control automático a cualquier dispositivo que comanda un proceso sin intervención humana. Por medio de los sistemas de control automático se libera al hombre del trabajo y aumenta la velocidad de producción consiguiendo con ello que se eleve el rendimiento del trabajo (Figura 7).

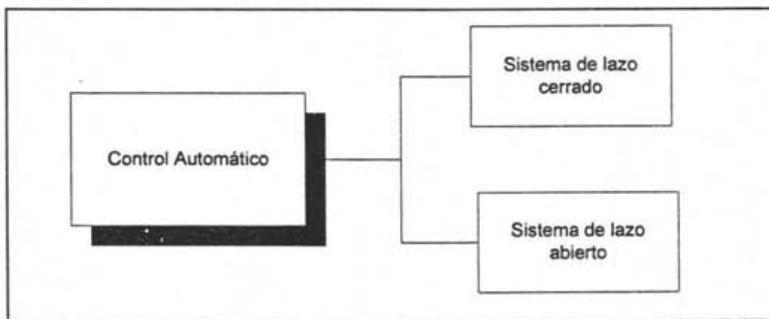


Figura 7. Control automático

<sup>12</sup> Burt K. Scanlan

<sup>13</sup> Eckles, Carmichael

<sup>14</sup> George R. Terry.

## Conceptos básicos de Control Automático

**Señal de salida:** Es la variable que se desea controlar (posición, velocidad, presión, temperatura, etc.). También se denomina **variable controlada**.

**Señal de referencia:** Es el valor que se desea que alcance la señal de salida.

**Error:** Es la diferencia entre la señal de referencia y la señal de salida real.

**Señal de control:** Es la señal que produce el controlador para modificar la variable controlada de tal forma que se disminuya o elimine el error.

**Señal analógica:** Es aquella que toman la forma de ondas continuas con un cierto rango de frecuencia. Los medios de comunicación tradicionales, como los televisores, radios y teléfonos utilizan estos tipos de señales.

**Señal digital:** Esta señal usa pulsos eléctricos que se pueden interpretar como encendido o apagado, creando una onda cuadrada en lugar de continua. Cuando se transmite un pulso se representa con un 1 y a la ausencia con un 0. Estas señales transmiten datos de manera más rápida y precisa que las señales analógicas.

**Convertidor analógico/digital:** Es un dispositivo que convierte una señal analógica en una señal digital (1 y 0).

**Convertidor digital/análogo:** Es un dispositivo que convierte una señal digital en una señal analógica (corriente o voltaje).

**Planta:** Es el elemento físico que se desea controlar. Planta puede ser: un motor, un horno, un sistema de disparo, un sistema de navegación, un tanque de combustible, etc.

**Proceso:** Es la operación que conduce a un resultado determinado.

**Sistema:** Consiste en un conjunto de elementos que actúan coordinadamente para realizar un objetivo determinado.

**Perturbación:** Es una señal que tiende a afectar la salida del sistema, desviándola del valor deseado.

**Sensor:** Es un dispositivo que convierte el valor de una magnitud física (presión, flujo, temperatura, etc.) en una señal eléctrica codificada ya sea en forma analógica o digital. También es llamado **transductor**.

**Sistema de control de lazo abierto:** Un sistema de control de lazo abierto es aquel en cual la acción de control es independiente de la salida.

**Sistema de control de lazo cerrado:** Un sistema es de lazo cerrado cuando la acción de control esta de algún modo dependiendo de la salida, es decir, aquel que mantiene una relación preestablecida entre la salida y alguna entrada de referencia, al compararlas utiliza la diferencia (o señal de error) como medio de control, con frecuencia se les llama sistemas de control retroalimentado.

## ¿Qué es el Control "PID"?

El control "PID" (Proporcional, Integral, Derivativo) es el método específico con el que se implementa el "Control de Procesos". El control "PID" ofrece al usuario la capacidad de programar una determinada operación de modo que se realice en forma regular y coherente. Un sistema de control que haya sido correctamente preparado hará ello independientemente de casi todas las influencias (perturbaciones) externas. El control PID tiene como fin específico, en efecto, mantener la regularidad del proceso y compensar las perturbaciones externas.

### Control Proporcional

El control proporcional es la amplificación que se aplica a la señal de error del proceso y que va a resultar en una determinada salida del control. La señal de error del proceso es la diferencia entre el punto de ajuste del proceso y la retroalimentación del proceso.

### Control Integral

El control integral (tal como el proporcional) es una amplificación de la señal de error del proceso, pero depende del tiempo. Un error de estado estacionario que se mantiene durante un largo período de tiempo es conocido como una desviación (*offset* o *desequilibrio*). El control integral compensa esta desviación o error de largo plazo.

Debido a las ineficiencias en el sistema de control de procesos como un todo, se producirán desviaciones frecuentemente. Las mismas pueden ser compensadas usando el control integral.

### Control Derivativo

El control derivativo es proporcional a la tasa de cambio del error del proceso. La ganancia derivativa se proporciona para reducir la sobremodulación (*overshoot* o *sobreimpulso*) del control de procesos durante perturbaciones repentinas de gran magnitud. El elemento derivativo responde únicamente durante las condiciones transitorias. En la mayoría de las aplicaciones, el control derivativo es raramente usado. De ser necesaria, se la deberá emplear con sumo cuidado puesto que podría provocar inestabilidad.

Las aplicaciones del control "PID" son numerosas y variadas, desde el horneado de galletas, el control de temperatura del acero derretido y el bombeo de muchos miles de litros de agua por minuto, hasta el control ambiental, y muchas más.

## Sistemas de Control

Un sistema de control de procesos es un método por el cual un proceso puede ser controlado en forma continua y automática, con resultados regulares y coherentes. El control de procesos define el sistema general, sus componentes, y sus respectivas capacidades (Figura 8).

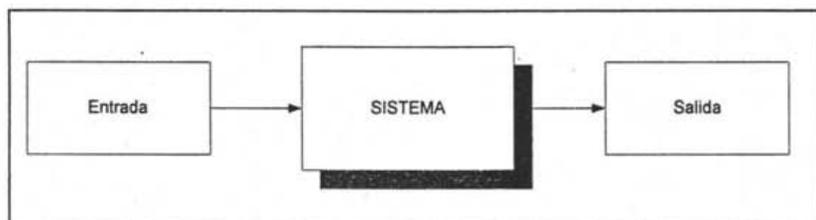


Figura 8. Sistema de control

Existen diversos tipos de sistemas de control, entre los cuales están:

**Sistema Continuo:** Si la curva que traza el sistema no se corta bruscamente en ningún punto.

**Sistema Invariable en el tiempo:** Si la relación entrada salida es la misma función para cualquier tiempo en que se realizan las mediciones.

**Sistema Lineal:** Si cumple con el principio de superposición.

**Sistema de Parámetros concentrados:** Si y solo si, se considera que todos sus componentes están localizados en el mismo punto.

### Ventajas de un Sistema de Control

1. La capacidad de fabricar un producto y/o servicio con exactitud repetible.
2. El uso más eficaz y eficiente de las instalaciones.
3. Permite al operador dedicarse a un trabajo más productivo y que requiera mayor destreza.
4. Se reducen las tareas aburridas y se evita que haya trabajadores expuestos a operaciones peligrosas.
5. Mayor productividad, menor desperdicio.

### Características de los Sistemas de Control

Lo más significativo de los sistemas de control es que han sido estructurados para combinar potencia y flexibilidad de control digital con la familiaridad orientada al usuario de los sistemas de control tradicionales y a continuación se describen los aspectos más importantes de estos sistemas de control:

- *Escalabilidad y Expandibilidad:* Se considera como la facilidad con la cual un sistema puede ser clasificado para un espectro de aplicaciones que van desde las pequeñas hasta las grandes, y a la facilidad para añadir más elementos al sistema después de la instalación original.
- *Capacidad de control:* Se refiere a la potencia y flexibilidad de los algoritmos de control que pueden ser implantados por el sistema.
- *Capacidad de interfaz para el operador:* Se refiere a la capacidad del hardware para ayudar al operador en la ejecución de las funciones de monitoreo y control de la planta.
- *Integración de las funciones del sistema:* Se considera como el grado en el cual los diversos subsistemas funcionales son diseñados para trabajar unos con otros de manera integrada. Un alto nivel de integración minimiza los problemas del usuario en su utilización, la inicialización y el mantenimiento del sistema.
- *Costos de instalación:* Contempla el costo de alambrado del sistema, el costo del cuarto de control y el espacio que se necesita en el cuarto para albergar al equipo del sistema.
- *Mantenimiento:* Se refiere a la facilidad con el cual el sistema puede mantenerse funcionando después de la instalación. El alto grado de mantenimiento significa altos costos, incluyendo los costos de las refacciones, los costos por pérdida de tiempo en el proceso mientras se hacen las reparaciones y los costos de entrenamiento del personal.

### Arquitecturas de los Sistemas de Control

En la tabla 1 se muestran las diferentes arquitecturas de los Sistemas de Control y sus características:

CARACTERÍSTICAS	ARQUITECTURAS		
	HÍBRIDA	CENTRALIZADA	DISTRIBUIDA
Escalabilidad y Expandibilidad	Buena debido a la modularidad	Pobre, limitado al tamaño del sistema	Buena debido a su modularidad
Capacidad de control	Limitado por la potencia para el control	Capacidad total del control digital	Capacidad total del control digital
Capacidad de interfaz para el operador	Limitada por el tablero de instrumentos	Se mejora notablemente para los sistemas grandes	Mejora notablemente para cualquier sistema
Integración de las funciones del sistema	Pobre debido a la variedad de productos	Todas las funciones de realizan mediante la computadora central	Funciones realizadas en una familia de productos
Costos de instalación	Baja debido a su modularidad	Alta	Baja debido a su modularidad
Mantenimiento	Pobre equipo diverso poco diagnostico	Medio se requiere entrenamiento especial para PC's	Excelente, autodiagnóstico y reemplazos

Tabla 1. Características de arquitecturas de control

La arquitectura **Centralizada** se refiere a la capacidad que tiene el edificio para controlar el funcionamiento de los servicios desde un solo lugar (Mesa de Control Central), pudiéndose controlar estos individualmente en forma manual. El término Mesa de Control Central, se refiere a concentrar el control en un lugar pero sin monopolizar este en una sola computadora. El hecho de controlarlos en forma centralizada trae beneficios como la optimización de la operación y administración de los servicios.

La arquitectura **Distribuida** consiste en el uso de procesadores (PLC's) para implementar las funciones de un control, esto indica que existen formas en que los procesadores se comunican entre si y además, tienen comunicación con una computadora central para desplegar información ante los operadores sobre las condiciones del proceso, manteniendo la coherencia de la información entre todos los dispositivos que integren el sistema.

### PLC's

Un PLC (*Programmable Logic Controller*), es decir, Controlador Lógico Programable, es básicamente un dispositivo provisto de cierta cantidad de Entradas y Salidas, entre las cuales se halla un procesador que a través de una lista de instrucciones dada por el usuario decide que relación existirá entre ellas.

Algunos PLC's incorporan además, numerosas funciones auxiliares, las cuales los potencian de forma decisiva. Podemos encontrar funciones de temporización, aritmética, operación con palabras, controladores de temperatura PID, servoaccionamientos, etc.

Como toda computadora, el PLC posee una CPU, memoria, periféricos, etc. La CPU, es la encargada de ejecutar el programa almacenado en la memoria por el usuario. Toma, una a una, las instrucciones programadas por el usuario y las va ejecutando. Cuando llega al final de la secuencia de instrucciones programadas, la CPU vuelve al principio y sigue ejecutándolas de manera cíclica.

La memoria también guarda el estado de variables internas del programa como por ejemplo número de piezas procesadas o máxima temperatura medida. Los periféricos constituyen la interfaz entre el PLC y el sistema controlado. Son como mínimo entradas y salidas lógicas (o sea capaces de tomar solo dos valores: 1 ó 0, abierto o cerrado, presente o ausente), y pueden también, dependiendo de la sofisticación de cada PLC, incluirse entradas y salidas analógicas (o sea, capaces de tomar cualquier valor entre determinados máximo y mínimo).

Existen dos formas constructivas básicas para los PLC: el *tipo fijo* y el *tipo modular*. El primero consiste en un solo gabinete en el que se integran la CPU, la fuente de alimentación y una determinada cantidad de entradas y salidas. Por otra parte están los PLC modulares, en los que la CPU, la fuente de alimentación, las entradas, las salidas, etc., son cada una un módulo que se elige en función de la aplicación y se monta en riel o rack para conseguir la capacidad de cálculo, entradas, salidas, etc. que la aplicación requiera. La capacidad de expansión en este caso es altísima ya que fácilmente se alcanzan miles de puntos de entrada y salida, conexión a redes locales, dispositivos especiales de visualización, etc.

## Monitoreo

El *monitoreo* es una herramienta de gestión para controlar el avance de los procesos en ejecución, según la idea básica de comparar su desempeño efectivo con los planes, y medir los resultados reales en función de los previstos.

El monitoreo es parte integrante de la ejecución de procesos, no siendo más que una forma para controlar el avance de éstos en forma eficaz y proporcionar información sistemática, uniforme y fiable sobre el avance de los mismos. Una vez establecido, el monitoreo permite ahorrar tiempo y trabajo, además de facilitar el control y preparación de los reportes correspondientes. No aumenta la complejidad de los procesos, sino que permite hacerlos objeto de una gestión más sistemática y manejable.

El monitoreo le resulta útil al administrador del sistema por lo siguiente:

Proporciona información para presentarla ante los usuarios, inquilinos y socios de financiación externos en reuniones periódicas y en informes de progreso.

Proporciona una base para la toma de decisiones sobre las modificaciones que sea necesario hacer al proceso, ya que tal vez haya que reajustar la utilización de recursos,

modificar la escala de prioridades e introducir actividades nuevas. Así se le da mayor flexibilidad y agilidad a la gestión del proceso.

Muestra resultados que permiten comprender y explicar a los demás lo que sucede en el proceso y por qué se logran o no los resultados esperados.

### ¿Qué se monitorea?

En el hogar	Incendio Simulación de presencia Iluminación
En el comercio	CCTV Incendio Accesos Iluminación HVAC
En oficinas	Accesos y simulación de presencia Fuga de gases o líquidos Iluminación Temperatura ambiental Suministro de agua potable Elevadores Incendio HVAC CCTV

### ¿Cómo se monitorea?

El elemento indispensable del sistema de monitoreo lo constituye la instalación de un sistema electrónico de alarma, dirigido a la computadora central que administra las subredes que se encuentran integradas al BMS.

Este procedimiento se ha transformado en el modo más eficiente de lograr y complementar los sistemas de seguridad, en todo momento y en varios sectores de un mismo lugar, sin requerir una gran estructura, a través del control que ofrecen los medios electrónicos.

Elementos que integran el sistema de monitoreo

Son todos los dispositivos que se utilizan dentro del sistema de monitoreo para realizar los procesos del mismo. A continuación se describen algunos de ellos:

*Panel central de control de alarmas:* Es la parte más importante del sistema de monitoreo. Su función es interpretar la información que los sensores registran ante cada evento y reportarlo a la central de monitoreo.

**Teclado:** Su función principal es activar y desactivar total y parcialmente el sistema de seguridad, permitiendo crear claves de acceso y puede contener además, botones de emergencia para solicitar ayuda ante algún siniestro.

**Sirena:** Proporciona salidas de sonido continuo o ululante, buscando generar un efecto disuasivo.

**Sensores:** Se encuentran conectados a la central y permiten detectar presencia, la apertura de puertas o ventanas y también movimientos basados en cambios de temperatura. (Ver Figura 10)

**Adicionales:** Control remoto - Pulsador de pánico- Teclado adicional – Cámaras.

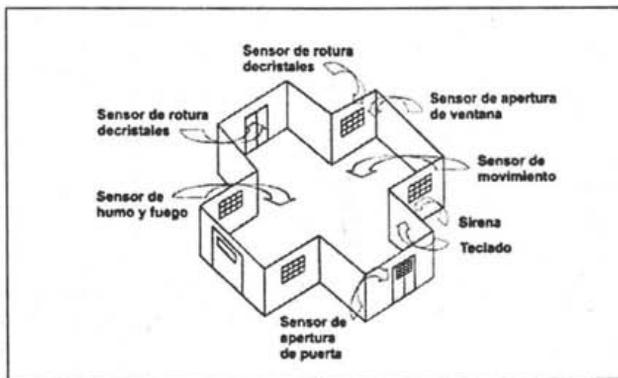


Figura 10. Sensores

### 3.3 REDES DE CONTROL

#### 3.3.1 Definición y conceptos

##### Concepto de Red

Una red es un conjunto de equipos conectados entre sí con la finalidad de compartir información y recursos, es decir, una serie de puntos o nodos interconectados a través de enlaces de comunicación.

El objetivo básico de una red es permitir que varias computadoras se puedan interconectar entre sí. El ejemplo más sencillo de interconexión es utilizar sólo dos equipos (que pueden ser dos computadoras) conectadas directamente a través de algún medio físico (cómo un cable con varios hilos, donde cada hilo realiza una función específica para facilitar la comunicación). En este ejemplo, el medio físico (el cable) recibe el nombre de enlace (*link* en inglés) y cada computadora recibe el nombre de nodo. Este tipo de enlace recibe el nombre de *enlace punto a punto*.

En algunos casos, más de dos nodos pueden compartir el mismo enlace físico. En este caso el enlace es de múltiple acceso. Cada uno de estos tipos de enlaces, de acuerdo con la tecnología utilizada (satélite, cable de cobre, fibra óptica, etc.), tiene características específicas: máxima cantidad de equipos conectados, distancias mínimas y máximas, velocidades de transferencia, etc. Así mismo, las redes pueden estar interconectadas con otras redes llamadas subredes, que generalmente se representan como una nube, para indicar que dentro de la nube (subred o red) hay varios nodos interconectados. De acuerdo con esto y dependiendo de la situación, una red se puede representar como se muestra en las figuras 11 y 12:

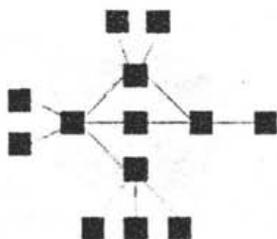


Figura 11. Interconexión de nodos (nodos que conforman una nube)

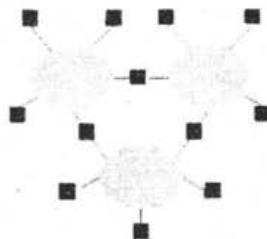


Figura 12. Interconexión de nubes (redes ó subredes) a través de nodos

Una red de control se puede definir como un conjunto de dispositivos dedicados a mantener el control de instalaciones de manera automática. En este sentido, las redes de control han venido evolucionando junto con las redes de datos y de voz, de tal forma que desde hace un tiempo ya es posible la integración en una plataforma única, los datos, voz, vídeo y además control. Todo esto con la filosofía de sistemas abiertos.

### **Clasificación básica de las redes**

#### ***Red de Área Local / LAN (Local Área Network)***

Una LAN es un grupo de computadoras interconectadas que cubren un área geográfica limitada. Cada computadora o nodo, puede comunicarse con cualquier otro nodo y cada uno de ellos tiene su propio procesador sin necesitar de un procesador central. Una LAN permite a una variedad de dispositivos independientes comunicarse entre sí compartiendo datos.

#### ***Red de Área Metropolitana / MAN (Metropolitan Area Network)***

Este término describe a una red que provee una conectividad digital de una área regional a una metropolitana. La MAN realiza el enlace entre las LAN Y WAN.

Una red de área metropolitana es un sistema de interconexión de equipos informáticos distribuidos en una zona que abarca diversos edificios, por medios pertenecientes a la misma organización propietaria de los equipos.

#### ***Redes de Área Extensa / WAN (Wide Area Network)***

Una red de área extensa es un sistema de interconexión de equipos informáticos geográficamente dispersos, incluso en continentes distintos. Las líneas utilizadas para realizar esta interconexión suelen ser parte de las redes públicas de transmisión de datos.

### **El modelo OSI**

La Organización Internacional de Estandarización (ISO: International Standard Organization), desarrolló un modelo de referencia para las arquitecturas del sistema al cual llamó OSI: Open System Interconexión. Este modelo se estructura en siete capas de las cuales las tres primeras corresponden al hardware y las cuatro restantes al software.

En la tabla 2 se describen cada una de ellas.

NIVEL	CAPA	DESCRIPCIÓN
7	Aplicación	En esta capa se encuentran todas las aplicaciones, con las cuales conviven los usuarios, y es donde generalmente se presentan problemas de configuración del software o de la mala utilización de este. A veces los usuarios suelen decir que es problema de la red, el hecho que su software de aplicación esté fallando.
6	Presentación	En esta capa se realizan las conversiones a códigos de máquina y traducciones entre dispositivos con diferentes formatos de datos, es decir, aquí es donde se encuentran los códigos como ASCII ( <i>American Standar Code for Information Interchange</i> ; Código estándar americano para intercambio de información), EBCDIC ( <i>Extended Binary-Coded Decimal Interchange Code</i> ; Código decimal binario extendido para intercambio), etc.
5	Sesión	En este nivel de OSI, se administran las comunicaciones entre los dispositivos que han establecido comunicación. En realidad en esta capa tiene que ver mucho el sistema operativo de la red.
4	Transporte	En este nivel, el tamaño y la secuencia son revisados para verificar su correcta entrega, y sin errores de transmisión. TCP ( <i>Transmission Control Protocol</i> ; Protocolo de Control de Transmisión) y UDP ( <i>User Datagram Protocol</i> ; Protocolo de datagrama de usuario), son ejemplos de protocolos de transporte y se encargan de verificar que lo enviado, es lo que se recibe.
3	Red	Esta capa es de las más importantes, ya que en ella se encuentran los protocolos de comunicación tales como: IP ( <i>Internet Protocol</i> ; Protocolo Internet), IPX ( <i>Internetworking Packet Exchange</i> ; Intercambio de paquetes entre redes), Apple, Talk, etc. En esta capa operan los ruteadores, que son los encargados de direccionar la información con base en las direcciones lógicas de la red. Incluye algún nivel de control de error.
2	Enlace de datos	Es la encargada de agregar información de direcciones físicas de la red. MAC ( <i>Media Access Control</i> ; Control de acceso al medio), y enlazar las capas superiores con la capa física. En esta capa trabajan los <i>bridges</i> (puentes) y los <i>switches</i> (conmutadores)
1	Física	Es la capa encargada de proveer los servicios a niveles de cableado, conectores, voltajes, etc. En esta capa trabajan los <i>hubs</i> (concentradores).

Tabla 2. Modelo OSI

## Topologías de redes

La topología se refiere a la forma física como se conectan las computadoras de una red. Las redes de área local, normalmente se pueden configurar de tres formas: como estrella, bus y anillo.

### Topología de estrella (Figura 13):

Todas las estaciones de trabajo están conectadas a un punto central (concentrador), formando una estrella física.

Cada vez que se quiere establecer comunicación entre dos ordenadores, la información transferida de uno hacia el otro debe pasar por el punto central.

La velocidad suele ser alta para comunicaciones entre el nodo central y los nodos extremos, pero es baja cuando se establece entre nodos extremos.

Este tipo de topología se utiliza cuando el trasiego de información se va a realizar preferentemente entre el nodo central y el resto de los nodos, y no cuando la comunicación se hace entre nodos extremos.

Si se rompe un cable sólo se pierde la conexión del nodo al que pertenecía.

Es fácil de detectar y de localizar un problema en la red.

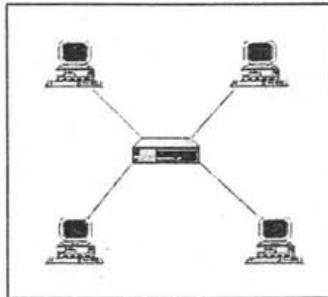


Figura 13. Topología tipo estrella

### Topología de Bus: (Figura 14):

- Consta de un único cable que se extiende de una computadora a la siguiente de un modo serie. Los extremos del cable se terminan con una resistencia denominada "terminador", que además de indicar que no existen más computadoras en el extremo, permiten cerrar el bus.
- Cuando una computadora transmite un dato, el software de red se encarga que lo reciban aquellos a los cuales va dirigido.

- Esta topología resulta fácil de instalar y mantener.
- No existen elementos centrales del que dependa toda la red, cuyo fallo dejaría sin operación a todas las estaciones.
- Una desventaja de esta topología se presenta si se rompe el cable en algún punto, ya que la red queda sin operación por completo.

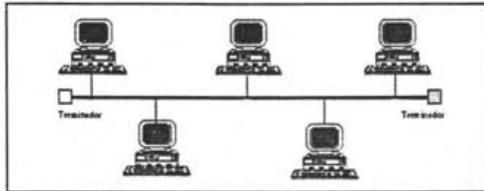


Figura 14. Topología tipo bus

*Topología de Anillo: (Figura 15):*

- Las estaciones están unidas una con otra formando un círculo por medio de un cable común.
- Las señales circulan en un solo sentido alrededor del círculo, regenerándose en cada nodo.
- La red se organiza con base en los elementos o datos que pasan de un nodo de la red al siguiente hasta llegar a su destino.
- Si un nodo de la red se detiene, ésta deja de funcionar parcialmente, además de que como va creciendo la red, disminuye notablemente la velocidad del anillo.
- La ventaja que tiene esta topología es que requiere un mínimo de inteligencia, lo cual aminora el costo y esto la hace atractiva (cada elemento es de igual jerarquía que los demás, en lo que respecta a sus facultades de comunicaciones).

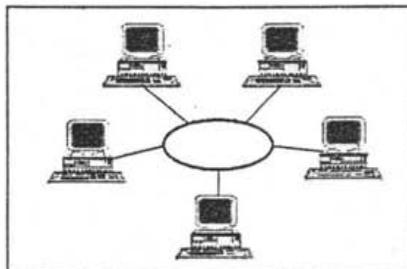


Figura 15. Topología tipo anillo

## Protocolos de Comunicación

Los protocolos son reglas y procedimientos para la comunicación. El término «protocolo» se utiliza en distintos contextos. Cuando dos equipos están conectados en red, las reglas y procedimientos técnicos que dictan su comunicación e interacción se denominan protocolos.

Algunos protocolos sólo trabajan en ciertos niveles OSI. El nivel al que trabaja un protocolo describe su función. Por ejemplo, un protocolo que trabaje a nivel físico asegura que los paquetes de datos pasen a la tarjeta de red (NIC; *Network Interface Card*) y salgan al cable de la red.

Existen muchos protocolos de comunicación. A pesar de que cada protocolo facilita la comunicación básica, cada uno tiene un propósito diferente y realiza distintas tareas.

### Protocolo TCP/IP

El protocolo TCP (*Transmission Control Protocol*, Protocolo de Control de Transmisión) está basado en IP y tiene las siguientes características:

*Orientado a conexión.* Es necesario establecer una conexión previa entre las dos máquinas antes de poder transmitir algún dato. A través de esta conexión los datos llegarán siempre a la aplicación destino de forma ordenada y sin duplicados. Finalmente, es necesario cerrar la conexión.

*Fiable.* La información que envía el emisor llega de forma correcta al destino.

El protocolo TCP permite una comunicación fiable entre dos aplicaciones. De esta forma, las aplicaciones que lo utilicen no tienen que preocuparse de la integridad de la información: dan por hecho que todo lo que reciben es correcto.

El flujo de datos entre una aplicación y otra viajan por un circuito virtual. Sabemos que los datagramas IP pueden seguir rutas distintas, dependiendo del estado de los encaminadores intermedios, para llegar a un mismo sitio. Esto significa que los datagramas IP que transportan los mensajes siguen rutas diferentes aunque el protocolo TCP logró la ilusión de que existe un único circuito por el que viajan todos los bytes uno detrás de otro (algo así como una tubería entre el origen y el destino). Para que esta comunicación pueda ser posible es necesario abrir previamente una conexión. Esta conexión garantiza que los todos los datos lleguen correctamente de forma ordenada y sin duplicados. La unidad de datos del protocolo es el byte, de tal forma que la aplicación origen y destino envían y reciben bytes.

Sin embargo, cada byte no se envía inmediatamente después de ser generado por la aplicación, sino que se espera a que haya una cierta cantidad de bytes, se agrupan en un segmento y se envía el segmento completo. Para ello son necesarias unas memorias intermedias o buffers. Cada uno de estos segmentos viaja en el campo de datos de un datagrama IP. Si el segmento es muy grande será necesario fragmentar el datagrama, con la consiguiente pérdida de rendimiento; y si es muy pequeño, se estarán enviando más cabeceras que datos. Por consiguiente, es importante elegir el mayor tamaño de segmento posible que no provoque fragmentación.

El protocolo TCP envía un flujo de información no estructurado. Esto significa que los datos no tienen ningún formato, son únicamente los bytes que una aplicación envía a otra. Ambas aplicaciones deberán ponerse de acuerdo para comprender la información que se están enviando.

Cada vez que se abre una conexión, se crea un canal de comunicación bidireccional en el que ambas aplicaciones pueden enviar y recibir información, es decir, una conexión es full-dúplex.

### Protocolo IP

Es el principal protocolo de la capa de red. Este protocolo define la unidad básica de transferencia de datos entre el origen y el destino, atravesando toda la red de redes. Además, el software IP es el encargado de elegir la ruta más adecuada por la que los datos serán enviados. Se trata de un sistema de entrega de paquetes (llamados datagramas IP) que tiene las siguientes características:

*No orientado a conexión.* Debido a que cada uno de los paquetes puede seguir rutas distintas entre el origen y el destino. Entonces pueden llegar duplicados o desordenados.

*No fiable.* Porque los paquetes pueden perderse, dañarse o llegar retrasados.

El datagrama IP es la unidad básica de transferencia de datos entre el origen y el destino. Viaja en el campo de datos de las tramas físicas de las distintas redes que va atravesando. Cada vez que un datagrama tiene que atravesar un router, el datagrama saldrá de la trama física de la red que abandona y se acomodará en el campo de datos de una trama física de la siguiente red. Este mecanismo permite que un mismo datagrama IP pueda atravesar redes distintas: enlaces punto a punto, redes ATM, redes Ethernet, redes Token Ring, etc. El propio datagrama IP tiene también un campo de datos: será a qui donde viajen los paquetes de las capas superiores.

### Protocolo UDP

El protocolo UDP (User Datagram Protocol, Protocolo de Datagrama de Usuario) proporciona una comunicación muy sencilla entre las aplicaciones de dos ordenadores. Al igual que el protocolo IP, UDP es:

*No orientado a conexión.* No se establece una conexión previa con el otro extremo para transmitir un mensaje UDP. Los mensajes se envían sin más y éstos pueden duplicarse o llegar desordenados al destino.

*No fiable.* Los mensajes UDP se pueden perder o llegar dañados.

UDP utiliza el protocolo IP para transportar sus mensajes. No añade ninguna mejora en la calidad de la transferencia; aunque sí incorpora los puertos origen y destino en su formato de mensaje. Las aplicaciones (y no el protocolo UDP) deberán programarse teniendo en cuenta que la información puede no llegar de forma correcta.

A continuación se presenta una tabla con las características más importantes de los otros protocolos de comunicación:

PROTOCOLOS	CARACTERÍSTICAS
BatiBus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un protocolo de considerable implantación en Europa.</li> <li>• Tiene un identificador que permite direccionar cualquier nodo de forma unívoca dentro de una red de control.</li> <li>• Tiene un modelo de comunicaciones que es independiente del medio físico sobre el que funciona, esto es, los datos pueden transmitirse sobre cables de par trenzado, ondas portadoras, fibra óptica, radiofrecuencia y cable coaxial, entre otros.</li> <li>• Está incluido un sistema operativo que ejecuta y planifica la aplicación distribuida y que maneja las estructuras de datos que se intercambian los nodos.</li> <li>• Estos circuitos se comunican entre sí enviándose telegramas que contienen la dirección de destino, datos de control así como los datos de la aplicación del usuario.</li> </ul>
EIB	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En 1987 cinco empresas del sector eléctrico alemán crearon de forma conjunta un sistema llamado Instabus para la gestión técnica de edificios.</li> <li>• El sistema Instabus evolucionó hasta convertirse en el actual Bus Europeo de Instalación (EIB; Europe Instalation Bus).</li> <li>• Se creó la asociación EIBA (Europe Instalation Bus Asociation), cuyo objetivo es la homologación y difusión del sistema EIB en Europa.</li> <li>• Esta compuesta por más de 110 fabricantes y; regula y define la normatividad de funcionamiento y compatibilidad de este sistema.</li> <li>• Una vez adoptado el sistema, el usuario puede ampliar o modificar su instalación con equipos de cualquiera de los diferentes fabricantes homologados.</li> <li>• Este protocolo efectúa la comunicación directa, es decir, gobierna todas las funciones a través de la única línea de bus existente, sin precisar de una central.</li> </ul>
C Bus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un sistema cableado, controlado por microprocesador que ofrece completo control de casi todos los equipamientos eléctricos y electrónicos que se encuentran en el hogar.</li> <li>• Para asegurar rapidez y una confiable operación, cada unidad tiene su propio microprocesador que puede ser programado individualmente para integrarse con las otras unidades C-Bus, permitiéndole operar independientemente con inteligencia distribuida</li> <li>• Esta inteligencia distribuida permite una alta velocidad de comunicación y asegura que un incorrecto funcionamiento de una unidad no afecte a otra.</li> <li>• C-Bus es un sistema de comunicación de dos caminos con capacidad de loop de control cerrado, así que cada unidad puede comunicarse directamente con cualquier otra en la red, o mismo</li> </ul>

	<p>suministrar información sobre su propio estado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se comunica con un cable par trenzado tipo UTP 5</li> <li>• La topología es de estructura libre. Las conexiones C-Bus serán hechas de unidad a unidad hasta la última de la línea correspondiente.</li> <li>• Posibilita el agregado de nuevas unidades en cualquier momento sin tener que re-configurar el sistema.</li> <li>• Los finales de línea no son necesarios, haciéndolo muy fácil de instalar y proyectar.</li> <li>• Las unidades pueden ser programadas antes de ser instaladas físicamente y cada unidad es programada para responder a ciertos comandos, cuyo número de comandos es casi ilimitado.</li> </ul>
BACnet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Este protocolo fue creado por ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and AirConditioning Engineers) en enero de 1987</li> <li>• Es un protocolo para automatización de edificios y control</li> <li>• Se basa en capas que corresponden al número 1, 2, 3 y 7 del modelo de referencia OSI.</li> <li>• La parte que más caracteriza a este protocolo es la capa de aplicación en la que crea un modelo de la información contenida en un dispositivo de automatización y un grupo de funciones o servicios utilizados para intercambiar información.</li> </ul>
Lon Talk	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Está conformado por una serie de servicios que tienen la función de proveer comunicaciones confiables y seguras entre los nodos de la red, utilizando el medio de comunicación de forma eficiente.</li> <li>• Tiene el objetivo de proveer interoperabilidad entre dispositivos de distintos fabricantes así como permitir el desarrollo de software o aplicaciones totalmente compatibles entre sí.</li> <li>• Este protocolo implementa un firmware que proporciona servicios de transporte y routing extremo a extremo.</li> <li>• Está incluido un sistema operativo que ejecuta y planifica la aplicación distribuida y que maneja las estructuras de datos que se intercambian los nodos.</li> </ul>
Lon Works	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el año 1992, Echelon presentó la tecnología LonWorks y, desde entonces multitud de empresas viene usando esta tecnología para implementar redes de control distribuidas y de automatización.</li> <li>• Sólo ha tenido éxito de implantación en edificios de oficinas, hoteles o industrias.</li> <li>• El éxito que ha tenido en instalaciones profesionales, se debe a que desde su origen ofrece una solución con arquitectura descentralizada, extremo a extremo, que permite distribuir la inteligencia entre los sensores y los actuadores instalados y que cubre desde el nivel físico al nivel de aplicación de la mayoría de los proyectos de redes de control.</li> <li>• Cualquier dispositivo Lonworks, o nodo, está basado en un microcontrolador especial llamado Neuron Chip.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Este protocolo implementa también un firmware.</li></ul>
X-10	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se considera el padre de los protocolos.</li><li>• A través de líneas de corriente facilita el control de dispositivos domóticos sin instalación en cualquier lugar habitable.</li><li>• Este fue el primer módulo que podía controlar cualquier dispositivo a través de la línea de corriente doméstica (120 ó 220 v. y 50 ó 60 hz), modulando impulsos de 120 khz (ausencia de este impulso=0, presencia de este impulso=1)</li><li>• Es un standard de domótica y a la vez un fabricante de estos mismos productos y productos compatibles con X10</li><li>• Conectar y Funcionar (Plug and Play).</li><li>• Facilidad de manejo, confort y diversión.</li><li>• Flexibilidad, modularidad y capacidad de crecimiento.</li><li>• Rehabilitación de casas, optimizando los recursos con X-10.</li></ul>

## Cableado estructurado

El desarrollo actual de las comunicaciones, video conferencia, telefax, servicios multimedia y redes de computadoras, hace necesario el empleo de un sistema de cableado estructurado avanzado capaz de soportar todas las necesidades de comunicación (Fig. 16).

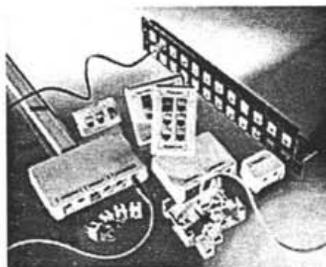


Figura 16. Cableado estructurado

Podemos definir el cableado estructurado como el conjunto de cables, conectores e interfases en el cual tanto las características de los componentes como el diseño y la instalación cumplen una norma. Por la estructura del mismo permite dar servicio a cualquier tipo de red local de datos, voz y otros servicios de comunicación sin estar comprometido con un proveedor de equipo o programas.

Actualmente las técnicas de cableado estructurado se aplican en:

- Edificios donde la densidad de puestos informáticos y teléfonos es muy alta: oficinas, centros de enseñanza, tiendas, etc.
- Lugares donde se necesite gran cantidad de conexiones, así como una rápida y efectiva gestión de la red: hospitales, fábricas automatizadas, centros oficiales, edificios alquilados por plantas, aeropuertos, terminales y estaciones de autobuses, etc.
- Sitios donde a las instalaciones se les exija fiabilidad debido a condiciones extremas: barcos, aviones, estructuras móviles, fábricas que exijan mayor seguridad ante agentes externos.

## Elementos del cableado estructurado

### 1. Cableado Horizontal

El cableado horizontal incorpora el sistema de cableado que se extiende desde la salida de área de trabajo de telecomunicaciones (Work Area Outlet, WAO) hasta el cuarto de telecomunicaciones (Fig. 17).

### 2. Cableado del Backbone (Vertical)

El propósito del cableado del backbone es proporcionar interconexiones entre cuartos de entrada de servicios del edificio, cuartos de equipo y cuartos de telecomunicaciones. El cableado del backbone incluye la conexión vertical entre pisos en edificios de varios pisos. También incluye medios de transmisión (cable), puntos principales e intermedios de conexión cruzada y terminaciones mecánicas.

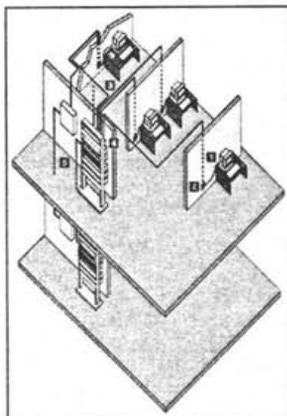


Figura 17. Elementos del cableado estructurado

### 3. Cuarto de Telecomunicaciones

Un cuarto de telecomunicaciones es el área en un edificio utilizada para el uso exclusivo de equipo asociado con el sistema de cableado de telecomunicaciones. El espacio del cuarto de comunicaciones no debe ser compartido con instalaciones eléctricas que no sean de telecomunicaciones. El cuarto de telecomunicaciones debe ser capaz de albergar equipo de telecomunicaciones, terminaciones de cable y cableado de interconexión asociado. El diseño de cuartos de telecomunicaciones debe considerar, además de voz y datos, la incorporación de otros sistemas de información del edificio tales como televisión por cable, alarmas, seguridad, audio y otros sistemas de telecomunicaciones. Todo edificio debe contar con al menos un cuarto de telecomunicaciones o cuarto de equipo. No hay un límite máximo en la cantidad de cuartos de telecomunicaciones que puedan existir en un edificio.

### 4. Cuarto de Equipo

El cuarto de equipo es un espacio centralizado de uso específico para equipo de telecomunicaciones tal como central telefónica, equipo de cómputo y/o conmutador de video. Varias o todas las funciones de un cuarto de telecomunicaciones pueden ser proporcionadas por un cuarto de equipo. Los cuartos de equipo se consideran distintos de los cuartos de telecomunicaciones por la naturaleza, costo, tamaño y/o complejidad del equipo que contienen. Los cuartos de equipo incluyen espacio de trabajo para personal de telecomunicaciones. Todo edificio debe contener un cuarto de telecomunicaciones o un cuarto de equipo. Los requerimientos del cuarto de equipo se especifican en los estándares ANSI/TIA/EIA-568-A y ANSI/TIA/EIA-569.

### 5. Cuarto de Entrada de Servicios

El cuarto de entrada de servicios consiste en la entrada de los servicios de telecomunicaciones al edificio, incluyendo el punto de entrada a través de la pared y continuando hasta el cuarto o espacio de entrada. El cuarto de entrada puede incorporar el "backbone" que conecta a otros edificios en situaciones de campus. Los requerimientos de los cuartos de entrada se especifican en los estándares ANSI/TIA/EIA-568-A y ANSI/TIA/EIA-569 (Fig. 19).

### 6. Sistema de Puesta a Tierra y Punteado

El sistema de puesta a tierra y puenteado establecido en el estándar ANSI/TIA/EIA-607 es un componente importante de cualquier sistema de cableado estructurado moderno.

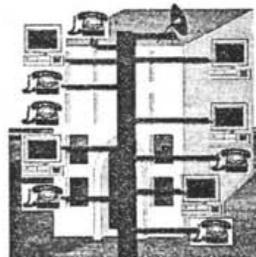
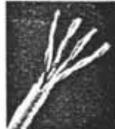


Figura 18. Servicios del cableado estructurado

## Medios de transmisión basados en líneas

Como parte del cableado estructurado, existen diferentes medios de transmisión que se pueden utilizar como canales de comunicación, los basados en líneas son los más comunes:

#### Par trenzado



Más antiguo y común, consiste en dos conjuntos de cables delgados entrelazados entre sí y aislado uno del otro, transmite voz; si conectamos un *módem* del lado emisor y otro del lado receptor, podremos transmitir datos a baja velocidad 10 Mbps.

#### Cable Coaxial



Es el medio más utilizado en sistemas de telecomunicaciones, y consiste en un alambre de cobre, recubierto por varias capas de aislante. En velocidad y capacidad de transmisión es más rápido que el par trenzado, hasta 200 Mbps.

#### Fibra Óptica



Se forma al juntar cientos de miles de cables tan delgados como un cabello humano hechos de fibra de vidrio transparente. Los datos se transforman en pulsos de luz emitidos por un dispositivo láser del tamaño de la cabeza de un alfiler. En velocidad y capacidad de transmisión es el más rápido de los tres; llega hasta 200 Mbps.

En adición a estos medios de transmisión el cableado estructurado considera muchísimos componentes para su adecuada instalación y operación, la figura 19 muestra algunos de ellos<sup>15</sup>.



Figura 19. Componentes del cableado estructurado

### Las Normas de cableado estructurado

En 1985 un gran número de empresas de la industria de las telecomunicaciones y computación se ven preocupadas por la falta de normas para la instalación de sistemas de cableado para comunicación. Es entonces cuando la Asociación de Industrias Electrónicas (*Electronics Industry Association - EIA*) se encargaría de crear las normas necesarias estableciendo varios grupos de trabajo relacionados con dicha actividad.

<sup>15</sup> TELECOMUNICACIONES REDES Y CORPORATIVOS ENERO 2005

En 1988 el sector de Telecomunicaciones de la EIA se convirtió en la TIA (*Telecommunications Industry Association*), realizando actividades relativas a la norma por medio de la organización EIA.

La TIA/EIA revisa casi todas las normas cada cinco años. De esta manera, las normas vigentes en un momento dado son revisadas, modificadas o eliminadas, enviándose a la presidencia de la TIA/EIA para su futura publicación.

Las normas tienen por finalidad servir al público en general tratando de eliminar los malos entendidos entre las diversas compañías fabricantes logrando la estandarización de los diversos productos en el área de las telecomunicaciones y computación.

La EIA/TIA ha publicado una serie de normas para la infraestructura de telecomunicaciones entre las cuales se encuentran:

ANSI/EIA/TIA 568	Normas para el cableado de telecomunicaciones en Edificios Comerciales.
ANSI/EIA/TIA 568-A	Revisión de la 568.
ANSI/EIA/TIA 569	Normas para las vías y espacios de telecomunicaciones en edificios comerciales.
ANSI/EIA/TIA 570	Normas para cableado de telecomunicaciones en residencias y pequeñas oficinas.
ANSI/EIA/TIA 606	Normas para la administración de la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales.
ANSI/EIA/TIA 607	Requerimientos de aterramiento en edificios comerciales.

La norma tiene como objetivo permitir la planeación e instalación de un sistema estructurado de cableado. Es importante la correcta planificación del cableado a instalar ya que permitirá ahorrar recursos y será fácil realizar un diseño adecuado cuando un edificio se encuentra desocupado, evitando a la vez grandes inconvenientes entre los usuarios.

## Tipos de redes

Las redes utilizadas por los sistemas de control están compuestas por medios de transmisión muy variados, así como también los dispositivos de hardware y componentes de software entre los que se encuentran las pilas de protocolos, los gestores de comunicaciones y los controladores de dispositivos. Sin duda, el tipo de red que por sus características es más común en este ámbito se denomina Ethernet.

## Ethernet

Es el estándar más utilizado para Redes de Área Local, el cual emplea una topología lógica de bus lineal y una topología física de estrella o de bus, el tamaño del bloque de datos puede oscilar desde 72 hasta 1526 bytes, siendo transmitidos a una velocidad de 10 y 100 Mbps. Esta red fue desarrollada por Xerox Corporation, y en 1980 en colaboración con Digital Equipment Corporation e Intel Corporation publicó las especificaciones para la red local Ethernet, que más tarde sería definida por el Instituto de

Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, *Institute of Electrical and Electronic Engineers*) como el estándar IEEE 802.3.

El protocolo de acceso o método de transmisión de datos que se utiliza es el CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection*) o Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Detección de Colisiones, el cual consiste en detectar cuando una estación quiere acceder a la red y transmitir su petición si no hay alguna otra transmisión en curso.

La velocidad característica a la que se transfiere la información por medio de Ethernet es de 10 Mbps, pero puede variar, dependiendo del tipo de especificación de cableado, especificaciones de longitud y topología física. Estas especificaciones se describen en la Tabla 3:

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES	ETHERNET	10BASE5	10BASE2	1BASE5	10BASE-T	10BROAD
Velocidad de transmisión en Mbps	10	10	10	1	10	10
Protocolo de Acceso	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD
Máx. longitud de segmentos	500	500	185	250	100	1800
Estaciones / segmento	100	100	30	12 / HUB	12 / HUB	100
Medio físico o cableado	50 Ohm coaxial grueso	50 Ohm coaxial grueso	50 Ohm coaxial grueso	Cable trenzado	Cable trenzado	75 Ohm coaxial
Topología	Bus	Bus	Bus	Estrella	Estrella	Bus

**Tabla 3. Especificaciones para redes Ethernet**

Además de Ethernet, existen muchos otros tipos de redes que pueden implementarse en los sistemas de control. Sus características principales se mencionan a continuación:

TIPO DE RED	CARACTERÍSTICAS
<b>Frame Relay</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provee una comunicación de datos mediante conmutación que se usa entre la interfaz del usuario (ruteadores, hubs y servidores) y un equipo de red (nodos de conmutación). Los dispositivos del usuario se conocen frecuentemente como Data Terminal Equipment (DTE), mientras que los equipos de red que sirven como interfaz al DTE se les conoce como Data Circuit-Terminating Equipment (DCE).</li> <li>• Provee un medio para multiplexar de forma estática varias conversaciones lógicas de datos (circuitos virtuales) en una sola conexión física de transición.</li> <li>• Provee un uso más flexible y eficiente del ancho de banda en comparación al que se logra con las técnicas de multiplexaje por División en el Tiempo (TDM).</li> <li>• Incluye un algoritmo de Chequeo Cíclico Redundante (CRC Cyclic Redundancy Chek) para detectar los bits corrompidos, pero no incluye un protocolo para corregir los datos incorrectos.</li> </ul>
<b>ATM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asynchronous Transfer Mode, tecnología de conmutación y transmisión a muy alta velocidad que permite enviar voz, video y datos sobre la misma red, a velocidades que varían de 25 Mbps a 1 Gbps.</li> <li>• Utiliza tecnología de conmutación de paquetes, segmentando la información en celdas de longitud constante y asignando un ancho de banda permanente a una aplicación, pero también una aplicación puede utilizar todo el ancho de banda cuando se requiera.</li> <li>• Modo de transferencia predilecto por Redes Digitales de Servicios Integrados de Ancho de Banda (BISDN).</li> <li>• No tiene control de flujo ni de errores, pero posee control de congestión y detección de errores (detecta no corrige).</li> </ul>
<b>Token Ring</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un conjunto de computadoras conectadas en cascadas formando un anillo (Ring) en el que la información es transferida de una estación activa a la siguiente.</li> <li>• Cada estación recibe y regenera los bits que recibe, de tal forma que actúa como repetidor cuando está activa.</li> <li>• Cuando la información vuelve a la computadora que originó la transmisión, el mensaje es retirado de circulación.</li> <li>• La velocidad de transmisión original era de 4 Mbps pero hay versiones de 16 Mbps.</li> <li>• Aparenta una topología de estrella, debido a que el anillo está contenido en un dispositivo denominado Multistation Access Unit (MAU).</li> </ul>
<b>Token Bus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Define esquemas de red de anchos de banda grandes, usados en la industria de manufactura.</li> <li>• Se deriva del Protocolo de Automatización de Manufactura (MAP). La red implementa el método token-passing para una transmisión bus.</li> <li>• Un token es pasado de una estación a la siguiente en la red y la</li> </ul>

	<p>estación puede transmitir manteniendo el token.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Los tokens son pasados en orden lógico basado en la dirección del nodo, pero este orden puede no relacionar la posición física del nodo como se hace en una red token ring.</li><li>• No es ampliamente implementado en ambientes LAN.</li></ul>
<b>FDDI</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Interfaz de Datos Distribuida por Fibra Óptica, transmite datos a alta velocidad y en tiempos cortos.</li><li>• Ofrece 100 Mbps, hasta con 500 estaciones de trabajo conectadas y un máximo de 100 km. entre ellas.</li><li>• Las estaciones se conectan en un doble anillo de fibra óptica operando en sentidos opuestos.</li><li>• Flujo de tráfico asíncrono, acceso en base a "token" para aplicaciones sensibles al retardo.</li><li>• Por su alta velocidad de transmisión, también puede usarse como una red de conexión entre redes más pequeñas.</li></ul>

### 3.3.2 Sistemas Controlables

Los sistemas controlables son aquellas subredes automáticas que pueden ser integradas a un sistema BMS para lograr la optimización de recursos y de procesos, basados en microprocesadores electrónicos que pueden ser usados para manejar y supervisar instalaciones.

Los Sistemas para el Control de instalaciones están enfocados a:

- Optimizar los recursos de operación y mantenimiento
- Administrar la energía Eléctrica
- Ayudar al mantenimiento adecuado a los sistemas y equipos, monitoreando las condiciones críticas de estos
- Proteger la vida humana y la propiedad

Controlar un sistema se consigue mediante Controladores Digitales, cada uno de ellos se conectarán a sensores o actuadores a los que correspondan a cada aplicación, también en cada uno de ellos residirán los programas que le permitan controlar el equipo que le corresponda. Existen controladores de uso general que tienen la posibilidad de sensar señales universales, es decir neumáticas, digitales, analógicas, etc. Y pueden proporcionar salidas universales lo cual permite controlar prácticamente cualquier equipo electromecánico, así mismo estos controladores se interconectan en una red y un elemento esencial llamado UCR, que coordina la comunicación entre controladores y que puede ser programado para ejecutar rutinas de control que involucren a uno o a varios controladores. Finalmente se tiene la estación o estaciones de trabajo que permitirán configurar, programar, monitorear y controlar a la totalidad del sistema.

Es importante mencionar que el punto de partida para diseñar un sistema de control distribuido debe incluir los siguientes criterios:

- Todo edificio es diferente
- Todos los ocupantes son distintos
- Los edificios y los ocupantes cambian constantemente

Así los sistemas controlables en un edificio se clasifican de la siguiente manera:

- Sistema aire acondicionado
- Sistema de iluminación
- Plantas de emergencia y subestaciones
- Extractores y ventiladores
- Sistemas hidroneumáticos
- Sistemas de seguridad (protección contra incendio, control de acceso, protección contra intrusos, circuito cerrado de televisión etc.)

#### Sistema de Aire acondicionado

El control de aire acondicionado se lleva a cabo a través del monitoreo continuo de las cargas térmicas en el edificio se puede auto ajustar para mantener las condiciones de operación y confort requeridas.

Con un sistema de control de aire acondicionado es posible:

- Encender y apagar los sistemas en forma óptima, tomando en cuenta las condiciones extremas del ambiente, así como, las cargas térmicas y tiempos de calentamiento o enfriamiento del edificio.
- Controlar los enfriadores (Chillers) y torres de enfriamiento, intercambiadores de calor y calderas.
- La modificación de los puntos de ajuste de los enfriadores de agua, intercambiadores de calor y calderas.
- Monitorear flujos y presiones de agua helada.
- Monitoreo del estado de los filtros.
- Control de velocidad del variador de frecuencia.

### Sistema de iluminación

El control de iluminación tiene dos vertientes. Por un lado está la automatización del encendido / apagado de las luces y por otro lado está la monitorización en una pantalla del estado de la iluminación.

Con un sistema de control de iluminación es posible:

- Cambiar la iluminación de una actividad a la siguiente con tiempos de desvanecimiento variables para pasar de una escena a otra.
- Modificar la iluminación por zonas (las luces de una zona pueden estar al máximo, las de otra al 50 por ciento) para crear diferentes escenas. Las escenas son ambientes luminosos creados para armonizar con sus actividades en esa habitación.
- Ajustar la intensidad de las luces en las diversas zonas, de acuerdo con sus actividades.

Más luz con menos calor generado por los equipos de iluminación, significa menor gasto en aire acondicionado, prolongación de la vida útil y mayor rentabilidad.

### Plantas de emergencia y Subestaciones

Las Subestaciones tienen la finalidad de proveer de energía eléctrica al edificio en general.

Con un sistema de Control de plantas de emergencia y subestaciones es posible:

- Suministro de energía a los sistemas de iluminación, aire acondicionado y todos los dispositivos que operan a través de alimentación eléctrica partiendo de la importancia que tiene el hecho de contar con energía eléctrica en todo momento se hace necesario tener el control y supervisión de este equipo.
- Mediante un arreglo físico entre las subestaciones y la planta de emergencia (quien tiene la función de interactuar con estas en caso de un corte de energía o una variación) es posible proteger la operación de los equipos, es decir, que si no

es suficiente el voltaje de alimentación para dichos equipos la planta de emergencia respalda esa carga asegurando su funcionamiento.

## **Extractores y Ventiladores**

La renovación es necesaria para reponer el oxígeno y evacuar los subproductos de la actividad humana o del proceso productivo, el exceso de vapor de agua, los olores desagradables y otros contaminantes.

### *Ventilación*

La ventilación es sinónimo de renovación o reposición de aire sucio o contaminado por aire limpio, puede ser natural o forzada.

Se habla de ventilación natural cuando no hay aporte de energía artificial para lograr la renovación del aire, comúnmente, la ventilación natural se consigue dejando aberturas en el local (puertas, ventanas, lucernarios, etc.), que comunican con el ambiente exterior.

Con un sistema de control de ventilación es posible:

- Utilizar ventiladores para conseguir la renovación.
- Se puede utilizar en sótanos o locales interiores de edificios, que no tienen comunicación directa con el exterior y que, por tanto, su ventilación sólo puede lograrse mediante conducciones a través de las cuales se fuerza el paso del aire mediante ventiladores.
- Reducir la contaminación de los puestos de trabajo generada por el proceso productivo.

### *Extracción*

La extracción localizada es un caso particular de ventilación, cuyo objeto es captar los humos, polvo, vapores, etc. Es uno de los métodos de control de la contaminación de los puestos de trabajo más utilizados dada la relativa facilidad de instalación y la buena eficacia del control, si el sistema de extracción localizada está bien construido y mantenido.

Con un sistema de control de extracción es posible:

- Optimizar recursos y mantener un nivel de confort para los habitantes del edificio.
- Con los ventiladores con detección de monóxido es posible la extracción e inyección si los límites de las alarmas de los sensores de CO se exceden, cuando el límite del sensor de monóxido de carbono CO (50ppm) se excede, todos los ventiladores se encienden y mantendrán un valor máximo de CO.
- Los ventiladores con detectores de humo tienen la función de operar en conjunto con el sistema de detección de incendios, así su operación se detendrá en la presencia de humo y todas las compuertas asociadas abrirán y cerrarán dependiendo de la operación del ventilador.

- Con un ventilador general de extracción de humos el sistema de detección de incendio arrancará el ventilador siempre que la extracción de humo sea requerida.

### Sistema Hidroneumático

Los Hidráulicos se emplean para el manejo de aguas, su distribución, su tratamiento, suministro, drenaje y recirculación.

Los diferentes sistemas de abastecimiento y distribución de agua a edificios e instalaciones, los equipos hidroneumáticos han demostrado ser una opción eficiente y versátil.

Con un sistema hidroneumático es posible:

- La distribución de agua (uso sanitario, incendio, riego, etc) puede ser abastecida desde un hidroneumático
- Garantizar presión en toda la red hidráulica, mejorando el funcionamiento de filtros, regaderas, llenado rápido de depósitos en excusados, operación de fluxómetros, riego por aspersión, entre otros.
- Evitar la acumulación de sarro en las tuberías por flujo a baja velocidad.
- No requiere tanques en las azoteas que den mal aspecto a las fachadas y sobrecarguen la estructura de la construcción.
- No requiere 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.
- Garantiza el suministro de agua potable del edificio en todo momento.

### Sistemas de Seguridad

Estos sistemas proporcionan protección y alarmas que ayudan a la conservación de vidas humanas y bienes materiales. Figura 20.

#### *Sistemas de alarma contra incendio*

Supervisa los sistemas de alarma contra incendio, y de combate de incendio mismos que en toda instalación son cada día más necesarios.

Con un sistema de alarma contra incendio es posible:

- La supervisión de los sistemas de alarma contra incendio facilitan la coordinación de las actividades del personal de seguridad, al sistema inteligente, se le pueden adicionar módulos de intercomunicación para proporcionar directrices por área en situaciones de emergencia y de obtener, de ser necesario una evaluación ordenada.

- En caso de incendio, efectuar automáticamente acciones de control de humos, vía cierre de compuertas, para de equipos de aire acondicionado, arranque de extractores, presurización de escaleras de emergencia, control de elevadores, etc.
- En caso de incendio generar una señal de alarma para evacuación o alerta de los ocupantes del edificio. Se compone de sensores de humo, térmicos, sensores de flujo de agua estaciones manuales, supervisores de posición de válvulas de red hidráulica contra incendio, y un sistema de voceo para dar mensajes hablados apoyados por luces estroboscópicas para llamar la atención de la gente.
- Un sistema de este tipo deberá controlar y/o monitorear algunos otros sistemas que forman parte del edificio, tales como: elevadores, escaleras eléctricas, salidas de emergencia, manejadoras de aire, presurizador de escaleras de emergencia, sistema de control y extracción de humos y la red hidráulica contra incendios.

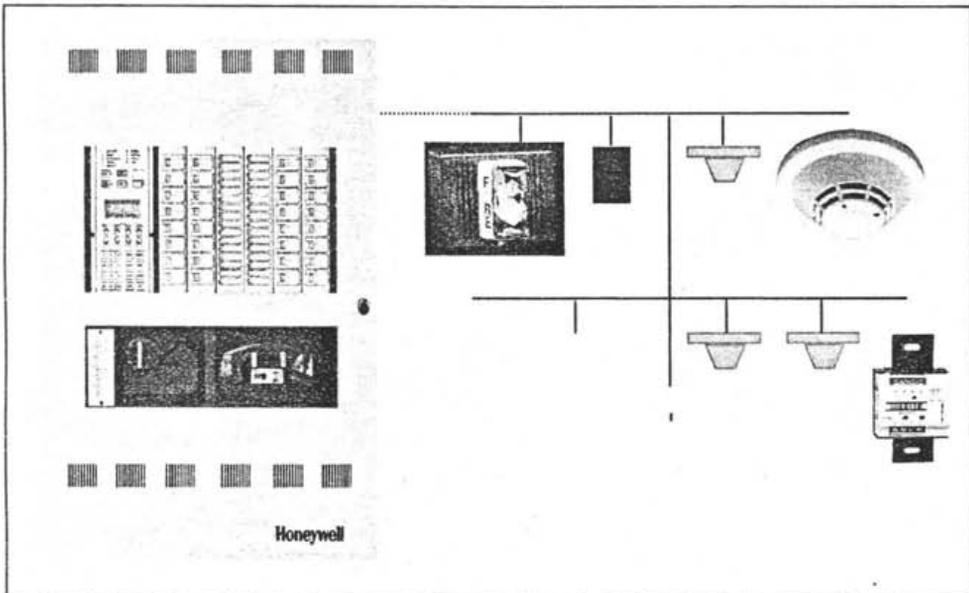


Figura 20. Sistema de alarma contra incendios

#### *Sistema de rociadores automáticos (sprinklers)*

Tiene como función controlar y aislar la propagación de un incendio ya declarado, esparciendo agua en las áreas del incendio; el sistema funciona al reventarse o activarse el rociador, debido al incremento de temperatura por la acción del fuego.

#### *Sistema de descarga automática por agente extintor*

Mayormente se utiliza en salas de cómputo o en riesgos en donde la aplicación de agua resulte en el daño total de los equipos o información que se resguarda, este sistema libera en un promedio de 10 segundos, una cantidad suficiente de agente extintor.

### Sistemas de acceso

El Sistema de control de acceso llamado sistema administrador de seguridad, integra el sistema de alarma de emergencia, sistema de seguridad, control y despliegue de video del sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV), el sistema de video credencialización y por último internase de despliegue (anunciador) de alarmas del sistema de alarma y detección de Incendio.

Con un sistema de accesos es posible:

- Supervisar los sistemas de seguridad de periferias, los de intrusión y los sistemas de control de acceso.
- Controlar la circulación de vehículos con barreras de acceso a estacionamientos mediante tarjetas programadas en la estación de trabajo con los datos del inquilino.
- Restringir o ampliar el campo de acceso de las tarjetas.
- Permite llevar un control (que a veces puede ser muy estricto) del personal usuario y visitantes del edificio, nos puede según el tipo, llevar un record de las entradas y salidas determinadas y personas, restringir accesos por ocupación, horario y uso, tener una base de datos que inclusive cuente con la imagen de la fotografía, firma, vehículos autorizados, datos de trabajo y personales de cada usuario.

### Control de Intrusión

Se ubican sensores de ruptura de cristales, así como sensores de presencia, contactos magnéticos para puertas, etc.

Es posible reportar alarmas respectivas a los tableros correspondientes que a su vez notifican las alarmas respectivas a los tableros correspondientes que a su vez notifican al sistema control para que tome las medidas correspondientes; encender iluminación, alertar guardias de seguridad, operación automática del sistema de CCTV, etc. Figura 21.

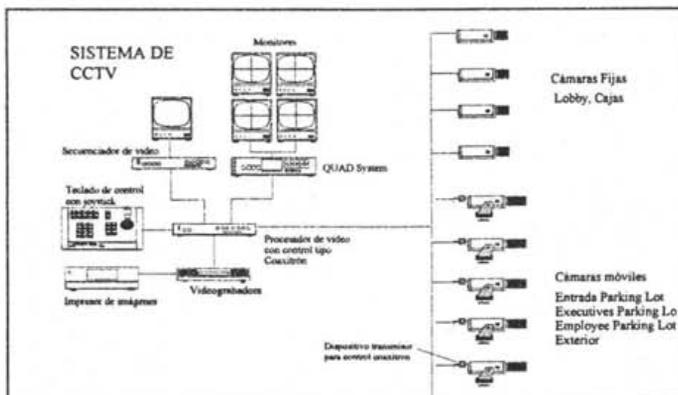


Figura 21. Sistema de CCTV

### 3.3.3 Dispositivos de Control

En edificios modernos, para poder satisfacer las condiciones de funcionalidad para los que han sido diseñados, se requiere de una gran cantidad de equipamiento y sistemas de control: iluminación, climatización, seguridad, gestión de cargas y control de acceso por ejemplo, son los servicios típicos que todo edificio tiene.

Cada uno de estos servicios es provisto, en general, por empresas diferentes, muchas de las cuales no proveen ningún sistema de control, y las que lo hacen, proveen un sistema de control limitado al producto que suministran.

Sin embargo, dado que el edificio es único, la funcionalidad también lo debe ser, a fin de lograr la correcta utilización del mismo. Es por esto, que es necesario integrar todos los servicios bajo un único sistema de control.

El Edificio Inteligente cuenta con las siguientes facilidades:

- Control de Iluminación
- Control de Accesos (Sistema de Control de Parking, Sistemas de Distribución de TV, Sistema Integrado de Seguridad, Sistemas de Comunicaciones)
- Control de Incendios (Sistema de Protección Contra Incendios)
- Control de Temperatura (Sistema de Control de Aire Acondicionado)

#### Control de Iluminación

Con los nuevos desarrollos en los Sistemas de Iluminación, se pueden lograr ahorros de hasta 76% en el consumo de energía, en comparación con los sistemas utilizados normalmente, sin que ello signifique sacrificar los niveles de iluminación establecidos. Dentro de las nuevas tecnologías se pueden destacar:

- Lámparas Fluorescentes (CFL)
- Lámparas Fluorescentes Ahorradoras
- Lámparas Fluorescentes T8
- Balastos Electromagnéticos Ahorradores de Energía
- Balastos Electrónicos
- Balastos Electrónicos con Regulación de Flujo Luminoso
- Luminarios Eficientes
- Controles de Iluminación Electrónicos
- Sensores de Luminosidad
- Sensores de Movimiento
- Dimmers

#### Control de Accesos

La finalidad de contar con un Sistema de Control de Acceso es administrar y controlar el tráfico del personal y visitantes, aplicando estrategias basadas en aspectos tales como la cantidad de usuarios, puertas, zonas, horarios, posibles emergencias, etc. Del mismo

modo este sistema nos permite crear zonas de tránsito restringido. El nivel de Control de Acceso y de Seguridad podrá variar dependiendo de la aplicación y necesidad; aunado a esto, que permita generar una serie de reportes que filtre la información necesaria para corroborar la operación del inmueble.

A continuación se mencionan algunos tipos de control de acceso:

- Tarjetas Magnéticas
- Tarjetas de Código de Barras
- Tarjetas de Proximidad
- Dispositivos Biométricos de Huella Digital
- Detección de Metales
- Seguridad Interna y Perimetral
- CCTV (Circuito Cerrado de Televisión)
  - Cámaras
  - Microcámaras de Alta Resolución y Sensibilidad
  - Monitores con Alta Inmunidad a Interferencias Electromagnéticas
  - Grabadoras a Intervalos de Tiempo (Grabación Activada por Sistemas de Alarmas, Protección Contra Fallos de Energía)
  - Secuenciador de Cámaras
  - Impresoras de Video Térmicas Blanco y Negro
  - Cámaras de Visión Térmica o Infrarrojo (Nocturnas)
  - Cámaras Controladas por Pc
  - Domos de Interior/Exterior para Cámaras Móviles
  - Videosensores Digitales (Detecta y Visualiza Movimientos)
  - Transmisión de Video Vía Radio
  - Fibra Óptica
  - Láser
  - Microondas.
- Speed DVR: Sistema de Transmisión y Grabación Digital de Video.
- Telefonía

### Control de Incendios

En la actualidad y debido a los grandes riesgos existentes en la vida cotidiana, hacen de vital importancia la implementación de sistemas de prevención y protección contra incidentes, uno de estos sistemas es el conocido como Sistema de Protección Contra Incendios (Humos y Alarmas); el cual tiene como objetivo principal detectar y localizar automáticamente y con la mayor rapidez posible, cualquier situación de riesgo de incendio con el fin de intervenir oportunamente, verificando la existencia de un posible siniestro y poder combatirlo, y en caso de riesgo mayor, generar la alarma para la evacuación parcial o total del edificio.

Algunos de los dispositivos de detección de incendio son:

- Sensores de Humo
- Paneles inteligentes de control de fuego
- Detectores de humo iónicos, ópticos, termovelocimétricos, etc.
- Sirenas, parlantes y luces estroboscópicas de emergencia
- Sistema de descarga automática por agente extintos.
- Detectores de gas

### Control de Temperatura

Es el proceso de tratamiento de aire que controla en un edificio, la temperatura, la humedad, el movimiento y la limpieza del aire. Si se controla sólo la temperatura máxima, se habla de acondicionamiento de verano o refrigeración. Cuando se controla únicamente la temperatura mínima, se trata de acondicionamiento de invierno o calefacción.

Generalmente, los acondicionadores de aire funcionan según un ciclo frigorífico similar al de los frigoríficos y congeladores domésticos. Al igual que estos electrodomésticos, los equipos de acondicionamiento poseen cuatro componentes principales:

*Válvula de expansión:* es el aparato que percibe las condiciones del refrigerante a la salida del evaporador, y usa esta información como guía para el control automático del flujo refrigerante dentro del evaporador.

*Evaporador:* componente que absorber calor del espacio que lo rodea, lo cambia de líquido a gas; o sea, lo evapora. Esta etapa equivale a mojar la esponja.

*Compresor:* componente que aumenta la presión necesario para que el gas refrigerante cambie fácilmente a líquido.

*Condensador:* componente donde el gas refrigerante a altas presión cede el calor al aire, al agua o a ambos cambiando de gas a líquido. Esta fase equivale a exprimir la esponja

A continuación se mencionan algunos tipos de equipos para el control de temperatura:

- De Ventana
- Portátiles
- Partidos de Aire
- Split de Consola o Techo
- Split Murales
- Semindustriales de cassette
- Semindustriales de techo por conductos

### 3.4 SOFTWARE PARA EL CONTROL DE DISPOSITIVOS.

La administración de toda las instalaciones de un Edificio Inteligente recae en un sistema de cómputo que vigila y controla todo el edificio, de modo particular las áreas de energía y seguridad.

Los propietarios de estos edificios se han resistido a la idea de poner todos los sistemas del edificio bajo el control y administración de un sistema de cómputo, de esta forma alientan las ofertas competitivas de un número de proveedores calificados. Mas de un cuarto de siglo después, luego de la crisis petrolera de mediados de los años setenta, la eficiencia en energía continua siendo la prioridad en el diseño de cada edificio inteligente. La finalidad estriba en reducir el uso de la energía al mínimo, sin tener que sacrificar el confort. Esos sistemas tienen muchos alias:

- BAS: Building Automation System (Sistema Automático de Edificios)
- EMS: Energy Management System (Sistema Administrador de Energía)
- EMCS: Energy Management and Control System (Administración de Energía y Sistema de Control)
- CCMS: Central Control and Monitoring System (Control Central y Sistema de Monitoreo)
- FMS: Facilities Management System (Sistema de Administración de Instalaciones)
- BMS: Building Management System (Sistema Administrador de Edificios)

Las estrategias empleadas en el Sistema Administrador de Edificios (BMS) para la reducción del consumo de energía incluyen, entre otras, un programa arranque/paro, un ciclo de trabajo, la reinstalación del proceso y una demanda eléctrica limitada.

Con respecto a la seguridad, los edificios inteligentes emplean alta tecnología para maximizar el comportamiento de la alarma para incendios y/o los sistemas de seguridad. Los factores de seguridad que intervienen son: la reducción de mano de obra, un circuito cerrado de televisión, un acceso controlado con tarjeta, la detección de humo, alarma de intrusión, el control de puertas, el de sistemas HVAC y el de los elevadores de emergencia, además del UPS (Uninterruptible Power Supply) o Sistema de Alimentación Ininterrumpida.

Los sistemas de información incluyen tanto las telecomunicaciones como la automatización de la oficina. Todo ello consiste en muchos aparatos sofisticados de telecomunicaciones, que idealmente reducirán costos al ser compartidos por numerosos usuarios.

Existen diversos fabricantes que están enfocados directamente al ámbito de los edificios inteligentes y dentro de ellos destacan Nippon Telegraph and Telephone Corporation (NTT), Honeywell, Andover Controls y Johnson Controls. Los detalles de cada sistema se muestran en la Tabla 4.

EMPRESA	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
Nippon Telegraph and Telephone Corporation (NTT)	NTT-BAS (Building Automation System)	<p>Integra los sistemas de control del edificio, de ahorro de energía y de seguridad.</p> <p>Provee al administrador del edificio información para la administración a través de una computadora.</p> <p>Usa una interfaz DPBX (Digital Private Branch eXchange) y una interfaz de red, que se encargan de proveer una gran cantidad de información a los usuarios del edificio, incluso manejar datos de otros edificios conectados a la red.</p> <p>Cuenta con un sistema operativo y un lenguaje de programación diseñado para permitir una interconexión sencilla de sistemas de información y telecomunicaciones.</p>
Honeywell	Honeywell Building Manager	<p>Esta compuesta por una suite de aplicaciones: Honeywell Building Manager. Integra y controla los sistemas, productos y subsistemas de un edificio, como ejemplo el sistema HVAC, sistema de iluminación, sistema hidrosanitario y uso de energía Honeywell Security Manager. Integra el control y monitoreo del control de acceso, administración de la seguridad y sistemas de circuito cerrado de televisión. Honeywell life Safety Manager. Provee de un monitoreo primario y un control total de las filmaciones de los sistemas de protección de vida y propiedad como el sistema de detección de incendios, supervisión de rociadores y comunicaciones de emergencia.</p> <p>Honeywell Building Manager (HBM). Este programa se encuentra totalmente integrado con el sistema operativo Windows NT. y provee de herramientas y datos que mejoran la administración de un ambiente de edificio.</p>
Andover Controls	Continnum	<p>Utiliza el protocolo de comunicación TPC/IP directamente en el nivel del controlador. Lo más interesante es que puede ser integrado a la red de comunicaciones de edificio ligando las aplicaciones más importantes de una red LAN.</p> <p>No hay gateways, servidores u otro tipo de equipos, por lo que se puede realizar comunicaciones de alta velocidad con numerosas instalaciones y reducir los costos de operación así como una fácil administración de la red.</p> <p>Flexibilidad y capacidad de programación.</p> <p>Interoperatividad con los sistemas existentes y soporte para los sistemas abiertos.</p> <p>Escalabilidad por lo que se puede invertirse en el</p>

		sistema según las necesidades de crecimiento.
Jonson Controls	Metasys	Fue diseñado para ser fácilmente conectado con otros sistemas. Es un sistema distribuido, diseñado para realizar tres funciones básicas: Control Autónomo, Control Supervisor y Manejo de la Información. Garantiza la mayor eficiencia del sistema, ya que se eliminan cuellos de botella y se aprovecha al máximo la potencia de sus procesadores. Garantiza un sistema más confiable, gracias a sus mejoras en la tolerancia de fallas.

Tabla 4. Software para el control de dispositivos

## 4.1 REQUERIMIENTOS

Las necesidades de un edificio inteligente nos induce a buscar la convergencia exacta sobre los requerimientos de los usuarios y administradores, Arquitectura, Diseño, Ergonomía, Sistemas Automáticos para Control y Telecomunicaciones.

En el planteamiento de este modelo se analizó la problemática hoy en día de las construcciones convencionales de edificios, que consisten en tener muchos dispositivos electrónicos, que en algunos casos trabajan *standalone* y no responden a las necesidades requeridas por el edificio. Por esta razón se hace necesario un sistema que permita la administración adecuada de todos los subsistemas de control con que cuenta un edificio. El BMS será el encargado de llevar el control y monitoreo de todos los dispositivos del edificio, así como facilitarle al dueño del mismo la administración de los recursos con que cuenta.

Tomando en cuenta esto, el modelo del BMS que se plantea para hacer un edificio altamente eficiente, se muestra en la Figura 1, y estará compuesto por dos niveles, el nivel Físico y el nivel Lógico.

A diferencia de algunos sistemas existentes para el control y monitoreo, los cuales utilizan un DBMS para la actualización de información; en este modelo se utilizará únicamente la parte llamada DDL, ya que no requerimos manipular los datos que los dispositivos entreguen al sistema.

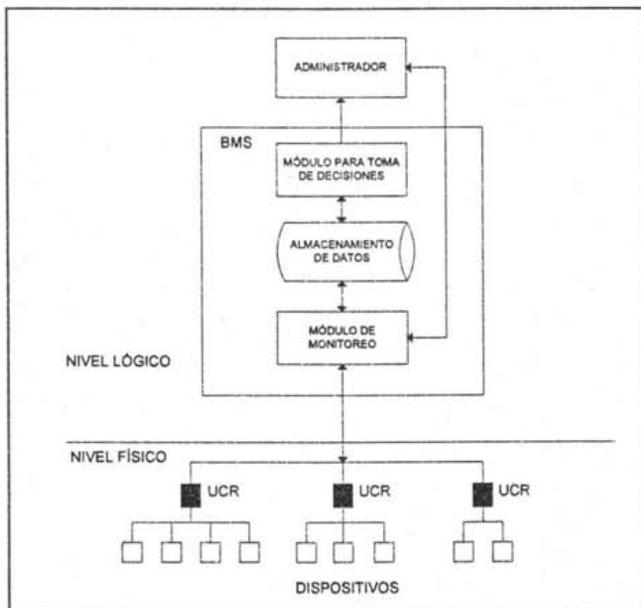


Figura 1. Modelo para un BMS

El **Nivel Físico** estará compuesto por los dispositivos conectados a las UCR (Unidades Controladoras de Red), las cuales estarán distribuidas en el edificio. Estas unidades controladoras estarán dedicadas a guardar información sobre el desempeño y el funcionamiento de los dispositivos. Estos a su vez, serán programados, para controlar acciones como: encendido y apagado, regulación, etc. De esta manera existirá un control de tipo distribuido.

En este nivel también estarán contempladas, la estación de trabajo y las características de la red de control.

En el **Nivel Lógico**, la información será controlada centralmente por el Sistema de Monitoreo, el cual captará la información de los dispositivos almacenada en las UCR's y las depositará en el Almacén de Datos.

Una vez recibida la información, el BMS analizará el caso y tomará decisiones en el módulo correspondiente, para resolver el problema suscitado de forma inmediata. La toma de decisiones será ordenada por el BMS a la UCR correspondiente, la cual se encargará de direccionarla al dispositivo en cuestión. Estas acciones pueden ser: cerrar puertas, apagar a ire a condicionado, iniciar e xtracción d e humo, e ncender l uces de e mergencia, etc.

Esta información será presentada directamente al administrador, mostrando el status en tiempo real de los dispositivos, a través de la interfaz de monitoreo.

El administrador será responsable de mantener actualizada la información de cada dispositivo, tal como horarios de operación, puntos de ajuste (set point), etc. También será su deber configurar al Sistema de Monitoreo, indicando el tipo de información que le interesa saber sobre los dispositivos y el intervalo de monitoreo.

Bajo este esquema, un edificio podría controlarse y operarse automáticamente, pero en cuestiones de seguridad humana es bueno contar con un sistema que apoye la toma de decisiones, pero donde la decisión final debe ser tomada por el administrador.

A continuación se describen los requerimientos básicos para el modelo de dicho sistema.

### **Dispositivos**

Serán el conjunto de dispositivos encargados del control de procesos específicos. Estos dispositivos deben tener la capacidad de ser programables, es decir, diseñados para controlar en tiempo real procesos secuenciales.

La importancia de estos dispositivos está en que servirán para controlar sistemas propios de diversas instalaciones tales como los que se muestran en la Tabla 1.

SISTEMA	DISPOSITIVOS
Aire Acondicionado (HVAC)	Proceso de Refrigeración Proceso de Calefacción Control de humedad Generación de Aire Acondicionado Distribución de Aire Acondicionado
Acceso y seguridad	Lectoras de tarjetas Monitoreo de ocupación Comunicación automática con departamento de policía y bomberos
Sistema contra Incendios	Detección de incendios Supervisión de sistemas contra incendios Secuencia de operación de todos los equipos ante siniestros
Iluminación	<b>Encendido/apagado de sistema de iluminación</b> Control de niveles de iluminación
Energía Eléctrica	Subestación Eléctrica Planta de Emergencia
Servicios	Elevadores Escaleras eléctricas Bombeo de aguas

**Tabla 1. Sistemas Controlables**

## UCR

Los dispositivos mencionados anteriormente deberán ser supervisados por un controlador que tenga en la red una mayor jerarquía. Tales controladores son llamados genéricamente Unidades Controladoras de Red: UCR, las cuales estarán internamente constituidas por diversos submódulos que darán flexibilidad y capacidad de extensión a los dispositivos, los cuales pueden trabajar en modo *standalone*.

En si, la UCR será un panel, es decir un gabinete, con dimensiones adecuadas para alojar a una familia de módulos de control, de procesamiento de información y de puntos de interface. Sus puertos de comunicación y slots permitirán adaptarse a las necesidades del usuario conforme éste así lo requiera, adicionando puntos a la red sin afectar los puntos ya implementados.

### Módulo de Monitoreo

El Módulo de Monitoreo será capaz de obtener la información sobre el desempeño de cualquier dispositivo conectado a la red de forma directa y dinámica (tiempo real), tanto en modo local como remotamente. Existirá también la posibilidad de interactuar con todos los equipos controlados a través de una computadora en un ambiente 100% amigable.

Para la operación de este módulo será necesario:

- Una interfaz gráfica para visualizar los parámetros que arrojen los dispositivos a través de las UCR's, permitiéndole al operador un ambiente sencillo y agradable para visualizar la información presentada.
- Un lenguaje orientado a eventos, es decir, la ejecución del programa no sigue un flujo secuencial, sino que depende de los eventos que se presenten durante la ejecución de una aplicación.
- Herramientas alternativas de manejo de datos (archivos de texto, hojas de cálculo, macros).

### Almacén de Datos

Será un conjunto de archivos que almacenan parámetros, configuración y valores de programación mediante los cuales, los dispositivos instalados ejecutarán el control de su sistema asociado.

Estos archivos utilizarán el *lenguaje de definición de datos (DDL)* para mostrar la estructura de la red de control. Por lo que es necesario que la estación de trabajo cuente con un compilador/decompilador de DDL que permita realizar este tipo de modificaciones.

## Módulo para la toma de decisiones

Este módulo incorporará un lenguaje estructurado, es decir, estructuras condicionales que permitirán al sistema tomar ciertas decisiones o acciones a realizar ante una situación crítica o inesperada que no estén contempladas dentro de las condiciones establecidas en dichas estructuras condicionales.

## Estación de trabajo

A partir de la estación de trabajo, el administrador podrá configurar toda la estrategia de control y todos los dispositivos de campo. Será la computadora en donde residirá el BMS y se controlarán los sistemas existentes en el edificio; así mismo se llevará a cabo la manipulación de información para generar los reportes necesarios para la gestión de recursos.

Puede ser usada para ingeniería, operación o mantenimiento, proporcionando un acceso total al sistema.

Las especificaciones recomendadas para la Estación de Trabajo se listan en la Tabla 2.

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
PC	Procesador Pentium IV ó equivalente (1 GHz) Disco Duro 80 GB CD-RW Floppy 3 1/2
Memoria	RAM 256 MB (mínimo)
Sistema Operativo	Entorno de 32 bits para mayor aprovechamiento de las capacidades del procesador
Aplicaciones	Procesador de texto Manejador de hojas de cálculo
Módem	56 kb
Tarjeta de video	AGP 64 MB
Tarjeta de Red	Ethernet 10/100

**Tabla 2. Especificaciones para la estación de trabajo**

Se recomienda utilizar Windows como sistema operativo, ya que ofrece una interfaz fácil de utilizar para el usuario y de integrar con otras aplicaciones; además ofrece la potencia, la manejabilidad y la capacidad de ampliación, es a la vez un sistema operativo para computadoras personales y un sistema operativo para red. Puesto que incorpora funciones de red; permite también utilizar varios protocolos en una misma tarjeta de red, tales como: TCP/IP, Microsoft NWLink, NetBEUI y DLC (Control de vínculos de datos).

Además, ante otros sistemas operativos como Unix o Linux, Windows tiene mayor campo de aplicación en las empresas, por lo que en cuestiones de soporte y mantenimiento resulta más rentable.

También es recomendable la tecnología de un procesador que permita ejecutar operaciones simultáneas y cálculos aritméticos a gran velocidad, con memoria RDRAM de doble canal para maximizar el trabajo, lo que aumenta la frecuencia del procesador para proporcionar desempeño completo y optimizado.

Se sugieren como mínimo las especificaciones mencionadas, por la cantidad de información que se manejará, los dispositivos programados y gráficos que pudieran ser requeridos.

### Características de Red

Considerando los fundamentos teóricos de las Redes de Control, se sugieren las siguientes características para la implementación de la red.

#### Topología

Se recomienda utilizar una red como la que se describe a continuación (Figura 2), para un mejor desempeño con el BMS.

Red principal N1: Podría tener una topología tipo estrella, ya que por sus características, todos los puntos de red se unen a una unidad controladora y las señales se difunden a todos los dispositivos. La topología estrella necesita un cable por cada controlador, así un cable roto sólo desconecta al controlador enlazado a él sin afectar a todos los demás dispositivos.

Subred N2: Esta red no dependerá de un procesador central, ya que cada nodo o enlace estará conectado a un medio único actuando como si fuera parte de una red tipo bus.

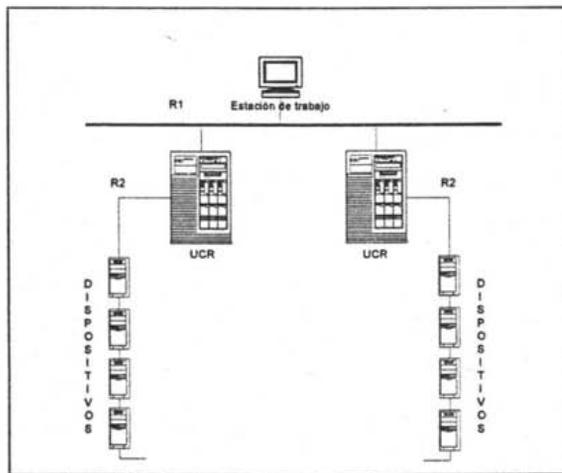


Figura 2. Configuraciones tipo estrella y bus

### Tipo de Red

La red Ethernet será la conexión que de soporte a la transferencia de paquetes de datos, es recomendada por su costo, disponibilidad y su uso ampliamente difundido en el área de control de procesos.

Considerando que se requiere tener un rendimiento óptimo de la red, Ethernet es un estándar que satisface las necesidades requeridas ya que cuenta con las siguientes ventajas (Tabla 3):

ETHERNET	
Velocidad de transferencia de Datos	10 Mbps
Topología	Bus / Estrella
Método de acceso	CSMA / CD
Especificación del Medio	Coaxial grueso, coaxial delgado, par trenzado, fibra óptica
Longitud de máxima de la red (sin puentes)	500 m
Tamaño máximo del paquete	Aproximadamente 1.5 K
Número máximo de estaciones de trabajo	1025

Tabla 3. Ventajas de Ethernet

Además de ser la red más elegida a la hora de implementar sistemas de control, es también la que mejor se adapta en ambientes comerciales, trabaja con todos los sistemas de operación modernos y requiere tanto cableado como hardware estándar.

Una red tipo Ethernet permitirá multiplicar la productividad y ejecutar aplicaciones que se encuentren almacenadas en otras computadoras.

### Protocolo de comunicación

El escoger protocolos de red para sistemas abiertos es muy importante, ya que será la base para integrar los sistemas de control en un edificio. Existen varios estándares que satisfacen estos requerimientos, entre los cuales se encuentra TCP/IP implementado bajo los siguientes objetivos:

- Protocolo sin conexión (cada paquete se transmite uno de otro).
- Rutas Dinámicas.
- Protocolo de transporte con funciones de seguridad.
- Un conjunto de programas de aplicaciones comunes.

Tomando en cuenta estas características se expone este protocolo como el óptimo para la comunicación entre dispositivos de control.

La figura 3 muestra un ejemplo de la distribución de los dispositivos conectados a una red de control integrada al BMS. La distribución de las UCR, dispositivos y estación de trabajo va a depender de las necesidades y requerimientos de cada edificio.

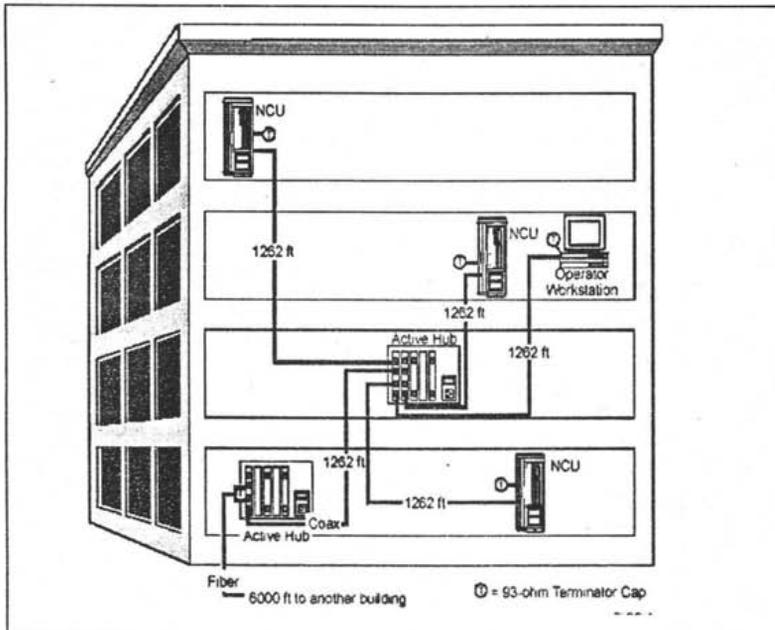


Figura 3. Red BMS

## 4.2 LA BASE DE DATOS

El BMS será el sistema que permita la administración y monitoreo de cada uno de los sistemas de control con los que cuenta un edificio, estos sistemas a su vez administrarán dispositivos de control que arrojan datos de su estado actual a la UCR. Estos datos como tal no sirven de nada si no se extraen de dichas UCR, para ser manipulados por el administrador a través del BMS, por lo que es necesario hablar del proceso de extracción de dichos datos.

El BMS internamente almacenará los datos en un formato determinado dentro del disco duro de la estación de trabajo. Este formato deberá ser fácil de crear, de leer y que no ocupe demasiado espacio en disco, ya que la información se generará continuamente y deberá ser almacenada cada determinado periodo de tiempo.

Considerando que la estructura general de un DBMS está formada por un Lenguaje de Definición de Datos (DDL) y un Lenguaje de Manipulación de Datos (DML); en nuestro caso solo tomaremos la parte del DDL (Figura 4) por considerar que de esta manera se facilita el intercambio de información, como se describe en la tabla 4 comparativa:

CONCEPTO	DDL	BASE DE DATOS
Estructura de la información	Archivos de texto	Tablas relacionadas entre si a través de un identificador común.
Búsquedas	No se requiere búsqueda.	A través de consultas particulares.
Espacio en disco	Pueden ocupar tanta cantidad de espacio como este definida por el administrador y el tamaño del disco duro.	Incluye el espacio que requiere el manejador de la BD así como la estructura y contenido de la misma.
Generación de reportes	Se requieren herramientas adicionales para generarlos.	El mismo manejador permite generar los reportes, aunque se pueden utilizar software alternos.
Respaldos	A través de un proceso de compilación y decompilación.	A través de un software de respaldo de información en cintas magnéticas.
Actualización e Integración de equipos y/o dispositivos	Se da de alta el nuevo dispositivo sin necesidad de modificar el diseño.	Será necesario modificar el diseño o esquema de la BD
Mantenimiento	No requieren mantenimiento.	Es necesario una revisión y depuración de datos que estén en desuso.
Costo	Requiere de un editor de texto, un programa compilador de archivos DDL's.	Requiere la adquisición de un manejador de BD, así como el pago por la elaboración del diseño y programación de la BD

Tabla 4. Comparativo entrel un DDL y una Base de Datos

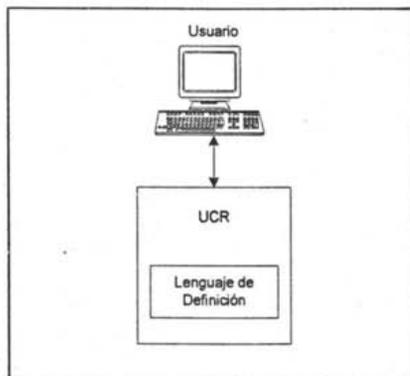


Figura 4. Alojamiento del DDL

El DDL será el archivo donde se describirán los parámetros de los datos, tales como: nombre, definición de índices, longitudes, restricciones semánticas, características físicas y vistas lógicas de los usuarios. Además, deberá especificar las limitantes o parámetros que el BMS deberá cumplir.

A continuación se muestra un ejemplo de un lenguaje de datos:

ENTRADA "Identificador del dispositivo", "descripción del parámetro",  
"definición del parámetro", "ruta"  
"parámetros"  
    "parámetros"  
    "parámetros"  
...

Donde *ENTRADA* es la instrucción que definirá la señal de entrada (analógica o digital) y las cadenas entre comillas corresponden a la descripción del dispositivo en cuestión. Cada descripción o parámetro deberá ir separado por comas.

Esta podría ser la estructura de un DDL para el modelo propuesto, la cual dependerá de las necesidades y características del sistema que se necesite crear o definir.

Todos los Archivos de Definición de Datos (DDL), deberán ser construidos dentro de un formato idéntico, incorporando las palabras claves y parámetros que sean necesarios por cada uno de estos archivos.

### ARCHIVO GLOBAL (GLOBAL.DDL)

En este archivo de configuración se deberá establecer la estructura general de la red de control. Es decir, deben definirse todas las entidades presentes en la red, tales como: Unidades Controladoras de Red, Estaciones de Trabajo, Reportes, Grupos, Sistemas, etc.

La línea inicial de este archivo debe hacer referencia a su nombre y como parámetros deberá contener el nombre de la red de control, como se muestra enseguida:

<i>Palabra clave</i>	<i>Parámetros</i>
@GLOBAL	"nombre la red"

Para dar de alta las entidades deberá seguirse la misma sintaxis. Primero definir la palabra clave para la entidad y entre comillas los parámetros que tomará. Por ejemplo:

<i>Palabra clave</i>	<i>Parámetros</i>	
PC	"PC1", "PC OPERADOR DE LOBBY"	Para definir estaciones de trabajo
PC	"PC2", "OFICINA DE MANTENIMIENTO"	
GRUPO	"PISO-1", "PRIMER PISO"	Define áreas físicas del edificio
GRUPO	"LOBBY", "LOBBY PRINCIPAL",	
UCR	"UCR-1", "UCR-1 PISO 2" "UCR-2", "UCR-2 PISO 36"	Especifica las UCR's y su ubicación física
PRINT	"LPTR1", "IMPRESORA DE LOBBY"	Da de alta las impresoras existentes en la red
PRINT	"LPTR2", "IMPRESORA MANTENIMIENTO"	
RPT	"HARDWARE"	Define los reportes llamados de eventos extraordinarios
RPT	DESTINO "CRITICO", "PC1"	
RPT	"SEGURIDAD" DESTINO "ESTADO", "LPTR1"	
SIST	"AC-1", "SISTEMA DE CORRIENTE 1", "NC1", "PISO-1"	Especifica los sistemas de control dentro de la red

### ARCHIVO DE RED (NET.DDL)

Este archivo estará dedicado a las especificaciones de parámetros en la configuración de la red de control. En él se deberán definir las redes de control -en caso de que existe más de una-, los puertos de comunicación, las direcciones utilizadas por las redes y unidades controladoras y los tipos de marcado, entre otros. Su primera línea sería la palabra clave NET sin parámetros de definición:

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

*Palabra clave*      *Parámetros*

@NET

Al igual que en los demás archivos de configuración (.ddl), se deberá tener especial cuidado en verificar si los parámetros asociados a las palabras clave son opcionales o requeridos. En caso de ser de éstos últimos, no deberán omitirse.

<i>Palabra clave</i>	<i>Parámetros</i>
NET	"XYZ", "RED XYZ", "PC1"
DIREC	1, 101
PUERTO	"LPT1", 3
DIAL	"T", "555-1234"

#### **ARCHIVO DE MODELOS (MODELS.DDL)**

En el archivo de configuración models.ddl residirán las plantillas o estructuras básicas para dar de alta dispositivos de control en la red. Estas serán de gran utilidad en el momento que se requieran ingresar nuevos dispositivos de un tipo determinado, ya que estarán definidos todos los parámetros necesarios para que funcione correctamente, solamente será necesario actualizar los parámetros correspondientes. Al igual que el archivo net.ddl, su primera línea no tendría ningún parámetro asociado.

*Palabra clave*      *Parámetros*

@NET

Dado que el contenido de este archivo guardará las definiciones de dispositivos de control, será necesario precisar el tipo de dispositivo del que se trata con todas y cada una de sus señales de entrada y salida, como se muestra a continuación.

<i>Palabra clave</i>	<i>Parámetros</i>
TIPO	"UMA", "UNIDAD MANEJADORA DE AIRE"
AITITULO	"ENTRADA ANALOGA"
BITITULO	"ENTRADA BINARIA"
BDTITULO	"DATO BINARIO"

AI1	"AI1", "TEMPERATURA ZONA 1"
BI2	"BI2", "ESTADO ALTO"
BD3	"BD3", "OCUPADO"

#### **ARCHIVO DE UNIDADES CONTROLADORAS (UCR.DDL)**

Deberán existir tantos archivos de configuración ucr.ddl, como Unidades Controladoras en la red de control, ya que cada uno de ellos albergará a todos y cada uno de los dispositivos conectados a ella. Su línea inicial deberá contener:

<i>Palabra clave</i>	<i>Parámetros</i>
@UCR	"nombre de la red", "nombre de la UCR"

Y enseguida enumerar todos los dispositivos con sus parámetros correspondientes.

El administrador del sistema será el encargado de crear el DDL y definir los parámetros de cada uno de los dispositivos de control, así como dónde y cuándo se almacenarán los datos que arrojen y la forma de crear e imprimir reportes en formato libre o personalizado, de acuerdo a las necesidades específicas del cliente para determinado proceso.

El DDL deberá estar almacenado tanto en la UCR como en la estación de trabajo donde reside el BMS, ya que ambos deberán contener la misma información para el monitoreo y administración. Esto nos indica que los datos estarán fluyendo en tiempo real de la UCR al BMS y viceversa a través de la red, de lo contrario, no se observará el estado real de los dispositivos. Y si en algún momento se requiere modificar algún parámetro, el administrador podrá hacerlo directamente en el DDL, a través de un proceso de decompilación y compilación.

El proceso de decompilación convertirá el archivo fuente (residente en la UCR), a lenguaje máquina para que pueda ser leído por la estación de trabajo. Una vez que el administrador realice los cambios en algunos parámetros de uno o varios dispositivos, deberá realizar el proceso de compilación para enviarlos a la UCR, es decir, el proceso inverso, convertirá el archivo de lenguaje máquina a un lenguaje que el UCR pueda entender para ejecutar las instrucciones determinadas.

Para realizar la manipulación de toda la información que proviene de la UCR, será necesario almacenarla en el BMS para posteriormente convertirla a un formato que pueda ser manipulado en una hoja de cálculo para generar reportes, que permitirán al administrador tomar decisiones de mantenimiento, corrección y predicción de cada uno de los sistemas de control.

En el modelo que se propone, el proceso que se seguirá para el almacenamiento de datos, tiene lugar en el Nivel Físico. El flujo de datos se llevará a cabo desde los dispositivos a controlar hasta la estación de trabajo operada por el administrador, como se muestra en el diagrama de la Figura 5:

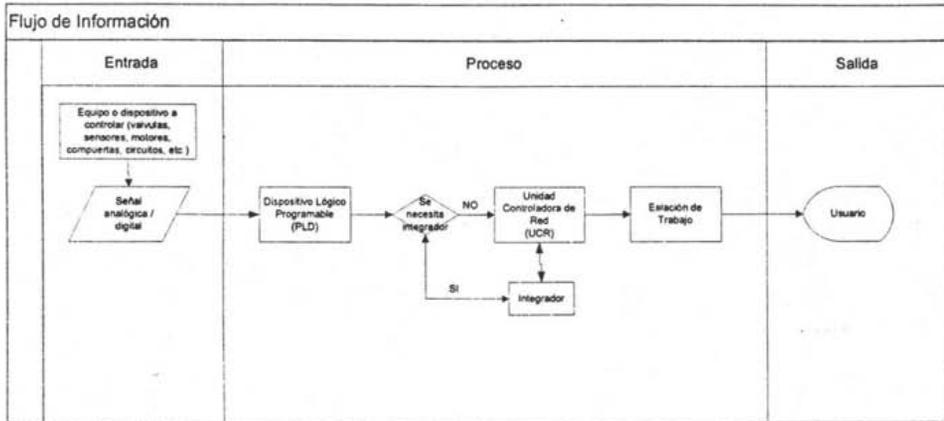


Figura 5. Flujo de información

De los dispositivos a controlar, se recibirán señales analógicas y/o digitales que llegan a PLD's (Dispositivos Lógicos Programables), quienes leerán voltajes y/o corrientes, así como valores binarios que serán traducidos para ejecutar una acción determinada, es decir, el PLD interpretará a través de una programación previa cómo descifrar las señales recibidas para enviarlas a la UCR en forma digital, a través del protocolo de comunicación TCP/IP.

Pero si la señal no puede ser leída directamente por el UCR, será necesario utilizar un integrador que permitirá convertir la señal que está enviando el dispositivo, a un formato entendible por el UCR. Una vez que la UCR reciba estas señales, se encargará de almacenarlas en forma de datos en un archivo de texto o un archivo DBF.

Esta información serán los valores que reportan en tiempo real cada uno de los dispositivos, y estará en todo momento enviándola al BMS. Una vez que la información llegue al BMS, éste la almacenará en un archivo DBF que podrá ser manipulado a través de una hoja de cálculo, con el fin de generar reportes estadísticos, gráficos, etc. De esta manera el administrador es capaz de gestionar todos los recursos existentes en el edificio de acuerdo a sus necesidades.

### 4.3 CONTROL Y MONITOREO

Para una mejor gestión de todos los sistemas existentes en un Edificio, se debe contar con un buen sistema de monitoreo, que le proporcione al administrador las herramientas necesarias para llevar el control continuo de los sistemas de control de manera confiable, centralizada y oportuna.

El sistema de monitoreo propuesto debe contar con las siguientes características:

- Detección y reporte de alarmas
- Recopilación y obtención de datos
- Acceso seguro para dispositivos remotos
- Corregir de manera efectiva los problemas
- Ser un sistema abierto
- Confiabilidad y seguridad

Además, la estación de trabajo debe contar con una interfaz amigable y fácil de manejar que permita un acceso rápido y eficaz a toda la información desde cualquier punto del edificio y en cualquier momento; de esta forma se podrán tomar mejores decisiones en el momento adecuado, y con mucha más seguridad. Una única base de datos suministra toda la información, y asegura la consistencia de los datos para todas las áreas del edificio.

El sistema debe darle al administrador las herramientas necesarias para realizar un mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo a todos los sistemas de control.

#### **Mantenimiento Preventivo**

Que el sistema permita anticipar posibles fallas en algún punto de la red de control, antes de convertirse en un problema más grande, dándole seguridad y estabilidad al sistema, ya que está continuamente monitoreando toda la red de control para prevenir cualquier posible inconveniente.

#### **Mantenimiento Correctivo**

El sistema debe ser capaz de avisar de alguna falla en algún dispositivo, para que de esta manera lleve a cabo una acción inmediata que no afecte de manera drástica la operación; y el administrador realice la acción correctiva correspondiente.

#### **Mantenimiento Predictivo**

Se basa en un conjunto de técnicas y herramientas que permiten determinar el estado de funcionamiento de los dispositivos sin necesidad de suspender su actividad o desmontarlos. De todos ellos, el análisis es sin duda la técnica más extendida y la que de

forma más rápida y efectiva facilita el diagnóstico precoz de la aparición de causas de fallo.

Las interfaces de usuario pueden ser configuradas libremente de modo que puedan atender a las necesidades específicas de cada edificio. Así para el modelo propuesto, se contemplan las siguientes pantallas jerárquicas:

- Mapa general de la red
- Niveles del edificio
- Dispositivos
- Status de dispositivos
- Hoja técnica de parámetros

### Descripción de la interfaz del BMS

Con el fin de proporcionar una interfaz sencilla de control y monitoreo al usuario, se esbozan ventanas del tipo Windows para el BMS propuesto.

#### *Barra de Menús*

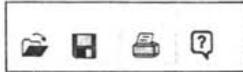


La barra de menús proporciona acceso a todos los comandos y características con que cuenta el BMS. Como en las aplicaciones de Windows, los menús del BMS se encuentran debajo de la barra de título y se activan haciendo clic en una opción de menú en particular. Entonces se abre el menú mostrando un conjunto de opciones del comando.

Está presente en todas las pantallas de monitoreo. Contiene nueve menús y cada uno tiene un grupo de submenús y opciones, que se describen brevemente a continuación:

Elemento:	Se centra en comandos de manejo general del elemento seleccionado, tales como generar uno nuevo, abrir, salvar, transferir datos, etc.
Edición:	Permite copiar, cortar, buscar y reemplazar texto entre otras.
Ver:	Controla algunas opciones de visualización del elemento en la pantalla.
Acciones:	Permite el intercambio de datos entre el BMS y el hardware en cuestión.
Ir a...:	Localiza parámetros programables en línea de un elemento de la red.
Accesorios:	Ofrece una amplia gama de herramientas auxiliares como calculadora, editor de texto, calendario, etc.
Sumario:	Ofrece asistencia cuando se requiera información sobre una tarea específica.
Salir:	Cierra la sesión del usuario actual con la opción de cancelar salida, o de salir conservando o perdiendo la pantalla actual, para la siguiente persona que ingrese a la red.

### Barra de Herramientas



La barra de herramientas del BMS ofrece una manera rápida y sencilla de acceder a los comandos y características a través de un conjunto de iconos que también se encuentran en la barra de menús. Estos se personalizan de acuerdo a las necesidades del administrador.

### Mapa general de la red

En esta parte se define antes que nada el nombre de la Red y como en una estructura de árbol se enlistan los sistema que conforman toda la red de control. Estos sistemas son los ya antes mencionados, HVAC, Sistema contra Incendio, Sistema de Circuito Cerrado, Sistema de Acceso, Sistema de Iluminación, etc.

Los sistemas que se pueden monitorear son todos aquellos que el dueño del Edificio requiera controlar, puede ser desde un solo sistema hasta varios. El BMS es capaz de integrar todo tipo de dispositivos, ya que cuenta con una configuración abierta que le permite integrar dispositivos de distintas tecnologías.

El nombre de la red es asignada por el administrador de la red o quien se encargue del BMS. De preferencia se recomienda un nombre corto no muy largo que sea fácil de recordar por las personas relacionadas con la red.

La Figura 6 muestra dos modalidades de presentación de la red, la primera en modo gráfico y la segunda en modo texto para efectos de impresión y manejo de datos.

Los sistemas de control también deben llevar un nombre corto fácil de identificar y delante de este escribir una breve descripción del sistema en cuestión, como se muestra a continuación:

<b>NOMBRE DE LA RED</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
SISTEMA 1	DESCRIPCIÓN 1
SISTEMA 2	DESCRIPCIÓN 2
.	.
.	.
.	.
SISTEMA N	DESCRIPCIÓN N

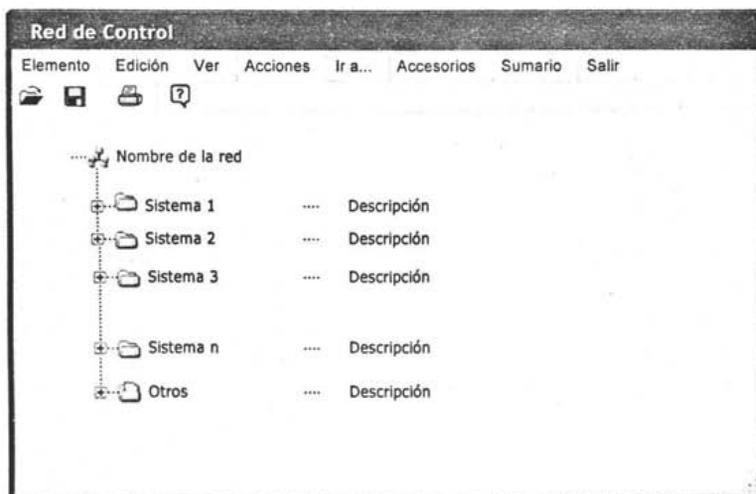


Figura 6. Mapa general de la red

### Niveles del Edificio

Los niveles se refiere a cada uno de los pisos que tenga el edificio. Todos los niveles están contenidos en cada Sistema de control, permitiendo al administrador del BMS identificar de manera más rápida las posibles fallas en el sistema.

Es conveniente identificar los niveles de manera secuencial desde el sótano hasta el nivel más alto del Edificio de la siguiente manera:

NIVELX    DESCRIPCIÓN

donde x se refiere al número de piso dentro del edificio, como se muestra en la figura 7, la primera pantalla es representación gráfica de la ubicación de los niveles y la segunda corresponde al modo de texto para su impresión.



The screenshot shows a text-based user interface titled "Red de Control" with the same menu bar as the graphical version. It features two input fields: "RED:" and "SISTEMA:". Below these fields is a table with two columns: "Nivel" and "Descripción".

Nivel	Descripción

**Figura 7. Niveles del Edificio**

### Dispositivos

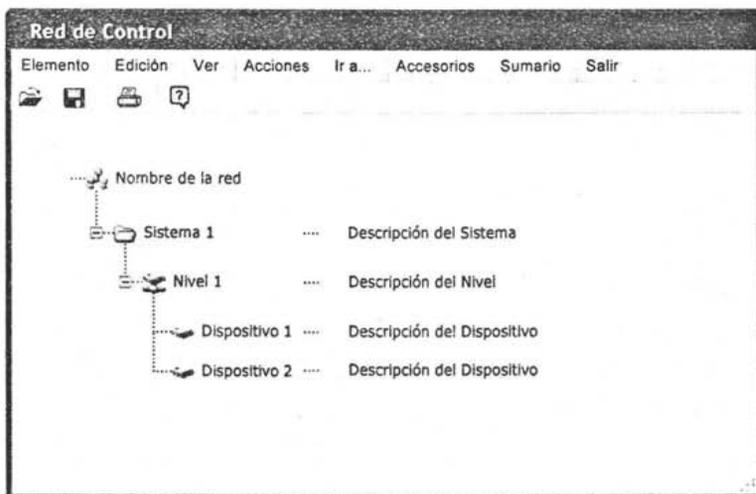
Muestra los dispositivos, que son los que forman el nivel físico dentro del modelo que se propone.

Ya que en un nivel determinado del edificio pueden existir innumerables dispositivos, el árbol muestra sus nombres en forma abreviada, es decir, con un nombre representativo que le permita al administrador conocer a qué NCU pertenece, el tipo de dispositivo del que se trata y la dirección que ocupa en el NCU propietario, de la siguiente manera:

· NN	AAA	###
<i>NCU propietario</i>	<i>Iniciales del tipo de dispositivo</i>	<i>Dirección</i>

La figura 8 muestra en la primera pantalla el modo gráfico de la ubicación del dispositivo con su descripción; y la segunda es un complemento en modo texto, que servirá para mostrar en forma de lista todos los dispositivos, junto con su descripción detallada.

Aquí será posible la pronta localización del dispositivo del cual se requiera conocer más detalle y servirá de unión para tener acceso a las pantallas que permitan visualizar su estado y modificar, si es necesario, su programación. También resulta útil para efectos de impresión.



**Red de Control**

Elemento   Edición   Ver   Acciones   Ir a...   Accesorios   Sumario   Salir

RED: \_\_\_\_\_

SISTEMA: \_\_\_\_\_

NIVEL: \_\_\_\_\_

Nombre del dispositivo	Descripción

**Figura 8. Dispositivos**

*Status de dispositivos*

Esta pantalla contiene la información precisa del dispositivo monitoreado, es decir, despliega los datos más relevantes de su comportamiento en tiempo real. El tipo de parámetros registrados depende del sistema de control al que pertenezca.

En la columna Estado se activan las banderas correspondientes al status del parámetro, es decir, que se encuentre fuera de línea o rango.

En la columna Elemento, se registra el identificador del parámetro, el cual puede estar formado por siglas que hagan referencia al nombre del parámetro que está leyendo y se diferencie de los demás.

En la Descripción se detalla el nombre completo del parámetro.

La penúltima columna corresponde al valor que toma el parámetro en tiempo real y la última, muestra las unidades en las que se mide dicho parámetro. Figura 9.

**Red de Control**

Elemento Edición Ver Acciones Ir a... Accesorios Sumario Salir

RED: \_\_\_\_\_

SISTEMA: \_\_\_\_\_

NIVEL: \_\_\_\_\_

DISPOSITIVO: \_\_\_\_\_

Estado	Elemento	Descripción	Valor	Unidades

Figura 9. Status de dispositivos

*Hoja técnica de parámetros*

La estructura de esta pantalla está diseñada para determinar qué niveles de alarma debe considerar cada uno de los parámetros de los dispositivos instalados para cada sistema controlado. Esta pantalla es en donde se establecen límites de referencia para el comportamiento de temperaturas, presiones, velocidades, porcentajes etc., dadas de alta o establecidas para cada dispositivo.

La primera parte es un acumulado de los eventos que se van cumpliendo y nos muestra la fecha y la hora en que se registran.

La parte en donde se especifica la **Identidad** le da la particularidad de único para el NCU y por lo tanto para el sistema al que corresponda.

El **Estado de Comunicación** reporta el comportamiento del dispositivo o del parámetro en la red, es decir, puede ser que dentro del dispositivo únicamente se tengan problemas de comunicación con un solo parámetro. El reporte del estado se muestra en la pantalla de dispositivo en la columna de estado, si el parámetro no tiene problemas y está en línea, simplemente no aparece ninguna bandera, si el parámetro no tiene comunicación tendrá la bandera de fuera de línea.

La **Referencia** nos muestra directamente el NCU que contiene la información de operación del dispositivo, el nombre del objeto que contiene el parámetro y el tipo de señal controlada o monitoreada, por ejemplo si es analógica o digital si es entrada o salida.

La parte de **Historia** está dedicada para habilitar el histórico del parámetro, es decir, podemos decidir el criterio de importancia y utilidad si es necesario o no tener una historia de dicho punto o parámetro.

Los **Datos Técnicos** son información referida a las unidades y la precisión con la que queremos leer el valor numérico ya sean decimales, centésimas etc. Así mismo tenemos los datos que se establecen como máximo y mínimo valor de alarma para cada parámetro numérico.

Y finalmente los **Mensajes** son programados en cada uno de los NCU's asociados, aquí se debe indicar el número de mensaje que debe aparecer en caso de una alarma con cierto nivel, todas estas especificaciones las deberá considerar el administrador (fig. 10).

Red de Control

Elemento
Edición
Ver
Acciones
Ir a...
Accesorios
Sumario
Salir

HISTORIA			ACTUAL		
Fecha	Hora	Valor	Fecha	Hora	Valor

Figura 10. Hoja técnica de parámetros

## Funcionamiento

Para una mejor comprensión del modelo de BMS planteado, se ejemplificará una secuencia de control del Sistema HVAC, considerando la interfaz propuesta.

Para comenzar una sesión en el sistema, es necesario contar con una clave de acceso, la cual determina a qué partes del sistema es posible acceder.

Se recomiendan 3 niveles de seguridad para este fin en la tabla 6 :

NIVEL	USUARIO	PERMISOS
1.	Administrador	Asignar claves de acceso Programar secuencias de control Cambiar/Agregar parámetros Alta de dispositivos Cambiar status de dispositivos Asignar alarmas
2.	Operador	Programar secuencias de control Cambiar/Agregar parámetros Alta de dispositivos Cambiar status de dispositivos Asignar alarmas
3.	Monitoreo	Generar reportes Visualizar status

Tabla 6. Niveles de seguridad

Una vez iniciada la sesión y si la clave de acceso es válida, el mapa de la red aparece, por otro lado, si la clave no es válida debe aparecer un mensaje que indique que no tenemos acceso a la red.

### Mapa general de la red

La figura 11 se muestra la estructura de la red en forma de diagrama de árbol.



Figura 11. Mapa de red BILMA

### Niveles y Dispositivos

El mapa de la red BILMA muestra todos sistemas (fig. 12), niveles y dispositivos de la red. El signo "+" ubicado a la izquierda de cada sistema o nivel, nos indica que tenemos más información dentro de éste. En el último nivel tenemos a los dispositivos identificados por el icono.

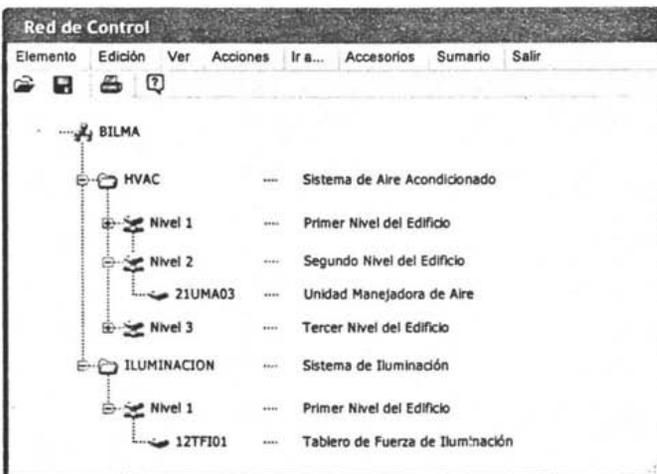


Figura 12. Mapa de red BILMA expandido

Status de 21UMA03

Para mostrar el status del dispositivo 21UMA03, es necesario acceder a él haciendo clic en su nombre. La siguiente pantalla muestra el status de ésta unidad manejadora de aire. (Figura 13).

**Red de Control**

Elemento Edición Ver Acciones Ir a... Accesorios Sumario Salir

RED:	BILMA
SISTEMA:	HVAC
NIVEL:	NIVEL 2
DISPOSITIVO:	21UMA03

Estado	Elemento	Descripción	Valor	Unidades
	COMANDO	Comando de encendido	ON	
	SP-TSUMAIRE	SetPoint Temp.Sum.Aire	46.00	°F
	T-SUMAIRE	Temp.Sum.Aire	46.75	°F
	T-RETAIRE	Temp.Ret.Aire	57.41	°F
	T-SUMAGUA	Temp.Sum.Agua	42.72	°F
	T-RETAGUA	Temp.Ret.Agua	48.41	°F
	SP-PRESION	SetPoint Pres.Est.	1.90	In Wc
	PRESION	Presion Estatica	1.91	In Wc
	VEL-VENT	Velocidad Vent.	72	%
	VAL-AGUA	Valvula Agua	97.13	%
	EDO-VENT	Edo.Ventilador	ON	
	EDO-FILT	Edo.Filtros	NORMAL	

Figura 13. Status del dispositivo 21UMA03

En la parte superior se muestra la ubicación del dispositivo, en donde se especifica el nombre de la red, el sistema al que pertenece, el nivel en el que se encuentra ubicado y finalmente su nombre.

En la tabla de datos, tenemos programados parámetros significativos de la operación de la Unidad Manejadora de Aire (21UMA03), que se detallan a continuación:

Comando de encendido (COMANDO):	Es la señal o comando de arranque y paro del dispositivo. Su valor puede ser ON/OFF.
Set Point de Temperatura de Suministro de Aire (SP-TSUMAIRE):	Es el valor de referencia establecido de acuerdo a las características y necesidades del edificio, es decir, es el valor óptimo de temperatura de suministro de aire.
Temperatura de Suministro de Aire (T-SUMAIRE):	Es el valor real de temperatura de suministro de aire. Las unidades de medición pueden ser °C ó °F.

Temperatura de Retorno de Aire (T-RETAIRE):	Es el valor de temperatura con que regresa el aire después del suministro.
Temperatura de Suministro de Agua Helada (T-SUMAGUA):	Es la temperatura del agua helada proveniente del enfriador principal que sirve para enfriar el aire de suministro.
Temperatura de Retorno de Agua Helada (T-RETAGUA):	Es la temperatura a la que regresa el agua helada después del proceso de enfriamiento.
Set Point Presión Estática (SP-PRESION):	Es el valor de referencia de presión en el ducto de aire.
Presión estática (PRESION):	Es el valor real de presión en el ducto de aire.
Velocidad del Ventilador (VEL-VENT):	Es la velocidad a la que opera el ventilador de la UMA.
Válvula Agua Helada (VAL-AGUA):	Es la válvula que regula el suministro de agua helada a la UMA.
Estado del Ventilador (EDO-VENT):	Indica la operación del ventilador dentro de la UMA.
Estado de Filtros (EDO-FILT):	Indica las condiciones de limpieza en las que se encuentran los filtros.

En el ejemplo de la Figura 13, tenemos que el COMANDO del sistema está encendido (ON), es decir, el status indica que la UMA está en operación. Todos los parámetros programados están en estrecha relación para llevar a cabo su funcionamiento.

Cada uno de ellos deben cumplir ciertas condiciones para la operación óptima del proceso de enfriamiento del aire, esto es, el ventilador de suministro variará su velocidad de acuerdo a la demanda y necesidades de aire en el piso, primero que nada se toma en cuenta el suministro de agua helada que depende de un sistema central de enfriamiento, este parámetro tendrá asociada una alarma de alto y bajo nivel que indicará si la temperatura es la requerida; posteriormente el aire nuevo se mezcla con el aire de retorno en un mismo nivel y pasa por una etapa de filtración en la cual es liberado de impurezas. Esto se monitorea en un parámetro programado que indica los niveles de limpieza del filtro, cuando éste excede los niveles, será momento de hacer el cambio de filtros.

También tenemos que el Set Point de Temperatura de Suministro, es de 46 °F, que comparado con el valor de la Temperatura de Suministro (46.75 °F), nos indica que la UMA está operando de manera óptima, ya que se establece un rango de variación de  $\pm 5$  °F. Aquí podemos ver que la variación es mínima, pero en el caso de que se registre una Temperatura de Suministro que salga de los límites establecidos, el sistema enviará una bandera de alarma en la columna de Estado. La válvula de agua helada tiene su modulación en función de la temperatura de suministro, cuando ésta exceda el rango, la válvula permanecerá siempre al 100%, mientras que cuando la temperatura de suministro sea menor, la válvula de agua helada tenderá a cerrar. De esta forma el funcionamiento de la UMA dependerá del comportamiento de todos sus parámetros.

#### Hoja Técnica del Comando de Encendido (21UMA03)

Para acceder a éstos datos, es necesario seleccionar el parámetro requerido y hacer clic en él. Enseguida aparecerán las especificaciones referentes al parámetro Comando de Encendido del dispositivo 21UMA03 como se muestra en la figura 14.

**Red de Control**

Elemento Edición Ver Acciones Ir a... Accesorios Sumario Salir

RED:	BILMA
SISTEMA:	HVAC
NIVEL:	NIVEL 2
DISPOSITIVO:	21UMA03
PARAMETRO:	COMANDO

HISTORIA			ACTUAL		
Fecha	Hora	Valor	Fecha	Hora	Valor
09/04/2004	08:00	ON	10/04/2004	19:00	OFF
09/04/2004	16:00	OFF			
10/04/2004	08:00	ON			
10/04/2004	16:00	OFF			

<p><b>IDENTIDAD:</b> Dispositivo: 21UMA03                  Elemento: COMANDO                  Descripción: Comando de encendido</p>	<p><b>ESTADO DE COMUNICACIÓN:</b> En línea</p>
<p><b>REFERENCIA:</b> NCU: 21                  Señal: Digital-Entrada</p>	<p><b>HISTORIA:</b> Mostrar historia <input type="checkbox"/>                  Guardar historia <input type="checkbox"/></p>
<p><b>DATOS TÉCNICOS:</b> Estado: <input type="checkbox"/> OFF                  Retardo: <input type="text" value="30 seg."/></p>	<p><b>MENSAJES:</b> <input type="text" value="2"/></p>

Figura 14. Hoja técnica de parámetros de UMA

En la parte superior se muestran los datos de donde proviene el parámetro a describir, en donde se especifica el nombre de la red, el sistema al que pertenece, el nivel en el que se encuentra ubicado, el nombre del dispositivo y el parámetro.

En la parte izquierda de la tabla aparece la HISTORIA de los eventos ocurridos, que son registros con fecha, hora y valor, el cual puede ser ON/OFF. Mientras que en derecha, nombrada ACTUAL, aparecen igualmente la fecha, hora y valor del parámetro en ese momento.

La IDENTIDAD, proporciona el nombre del dispositivo propietario, en este caso 21UMA03; el nombre del elemento, COMANDO; y su descripción Comando de Encendido.

El ESTADO DE COMUNICACIÓN reporta que el dispositivo está en línea y por lo tanto en la HISTORIA y el ACTUAL se muestran la fecha, hora y el valor del parámetro. Sin

embargo, si el estado estuviera fuera de línea, es decir, que existan problemas de comunicación en la red, sólo es posible ver la fecha y hora del registro, pero no así su valor.

La REFERENCIA indica que el dispositivo pertenece al NCU21 y que el tipo de señal es una entrada digital (DI).

La HISTORIA permite mostrar eventos del parámetro que ya sucedieron, así como guardarlos en un archivo texto o manipulación de datos. Si estos valores estuvieran con valor "N", solo se mostrarían los registros actuales y no se guardaría archivo de historia.

Los DATOS TÉCNICOS definen los estados de encendido y apagado del comando y establecen cuál es el estado normal de operación, en este caso ON. Así también, nos indica que 30 seg., son el tiempo de retardo para la activación de la alarma.

Los MENSAJES establecen las leyendas a mostrarse en caso de que exista una alarma. Pueden existir tantos mensajes como se requieran, para este caso se muestra un mensaje asociado al dispositivo programado en el NCU 21 directamente e identificado con el número 2 y que indica que la UMA esté apagada.

#### 4.4 INTEGRACIÓN CON LOS SUBSISTEMAS

Al hablar de Integración en un edificio, se hace referencia a la interconexión de todos los subsistemas existentes con el BMS posibilitando relaciones óptimas entre éstos, el medio a vigilar, los usuarios y los administradores del sistema, lo que debe garantizar altas prestaciones de control, confort, seguridad, comunicación, la administración de la energía y el uso de todos los posibles adelantos tecnológicos incluyendo factores humanos y ambientales.

Para la integración de sistemas de control se requiere contar con sistemas controlados automáticamente y con los elementos de integración necesarios, la idea básica es controlar distintas variables en distintos puntos de control y obtener las ventajas de los avances tecnológicos.

La integración será posible a través de protocolos y puertos de comunicación, un sistema podrá notificar a otro lo que está detectando y entre todos tienen la posibilidad de hacer rutinas de acción común para lograr el control inteligente.

Actualmente muchas compañías fabricantes de equipos y dispositivos de control tienen aún protocolos de comunicación cerrados y no permiten la lectura de su información, si se logrará que todas las compañías utilizarán un protocolo de comunicación universal y abierto, sería posible implementar un sistema de control inteligente totalmente integrado y económico.

La primera regla que todo Sistema Integral debe cumplir es la modularidad en sistemas, que respondan a las diferentes funciones requeridas, es decir que puedan integrarse tarjetas o módulos de control de manera sencilla para la expansión del sistema.

Hasta hace poco tiempo, se creía que la integración de los sistemas de una empresa se conseguía al igualar criterios de todos los equipos instalados en un edificio, aunque este proceso de homogeneización ha funcionado, la integración de sistemas se puede concretar desde el proceso de construcción de las oficinas. Definir una plataforma de cableado es, en ese sentido, el primer paso hacia la integración de sistemas totales.

Tradicionalmente, la infraestructura de cableado de un edificio corporativo es en lo último en lo que se piensa; de hecho, esta estructura no es contemplada en el presupuesto de construcción inicial, su planeación e instalación se realiza cuando el edificio está listo para ocuparse y, generalmente, se utilizan diferentes tipos de cables para distintas funciones. Se podría afirmar que el cableado ocupa una de las últimas jerarquías en las preocupaciones de dueños y arquitectos.

La integración de sistemas desde una plataforma de cableado es una opción diseñada para proteger inversiones en edificios corporativos:

- Se gastan recursos en una sola estructura de cableado, y no en varias.
- En casos de actualización o cambios en los sistemas empresariales, sólo se cambian los módulos TC (Terminal Control) y no todo el cableado de la estructura del edificio.

- Se evita romper paredes para cambiar circuitos o cables, lo que además, provoca cierres temporales o incomodidades en el lugar de trabajo.

Sin embargo, proponer soluciones de integración desde el cableado no es, todavía, una práctica muy extendida. En Latinoamérica, los gastos que genera la construcción de un edificio corporativo son muy altos y se arriesga mucho dinero en tecnología. En este sentido, es importante revalorar la función del sistema de cableado dentro de la empresa, crear una plataforma de cableado, podría fortalecer inversiones latinoamericanas en tecnología, desafortunadamente dependemos de las tecnologías, estándares, restricciones y modificaciones desarrolladas en países del primer mundo, pero con una integración al nivel de la estructura de cableado, cualquier cambio en los sistemas que se adquieran del extranjero, se realizaría sin perjuicios económicos graves.

Esta consideración no es la única, sin embargo, la idea que lo sustenta es importante: las ventajas empresariales de la tecnología no vienen incluidas en los manuales del *software* o en los empaques del *hardware*; se obtienen gracias a la planeación estratégica de las actividades de negocios.

### Tipos de Integración

Con la integración de sistemas se busca establecer independencia de marcas y tecnologías, tener una interfaz en un solo lugar, la interacción de procesos y compartir información y comunicaciones. Para poder integrar un subsistema al sistema BMS se requiere que el protocolo de comunicación sea abierto, esto implica que el fabricante del equipo debió considerar la interconexión de su red con otras.

Así cuando el protocolo es abierto es posible hablar de una integración que puede ser directa a través de una tarjeta de comunicación y software de configuración o indirecta a nivel hardware con un integrador y software para la configuración.

**Integración directa:** Una integración directa significa que el dispositivo o equipo, se integrará a la red N2 por medio de una NIC, para poder ser leído de manera transparente por el UCR hacia el BMS. La configuración del equipo a nivel HW se hará a través de una dirección asignada, y a nivel SW se programarán valores y parámetros de control y monitoreo en los archivos DDL propios del sistema BMS, como se explico en el tema 4.2. de tal forma que no será requerido un integrador ni software intermediario, como se muestra en la figura 15.

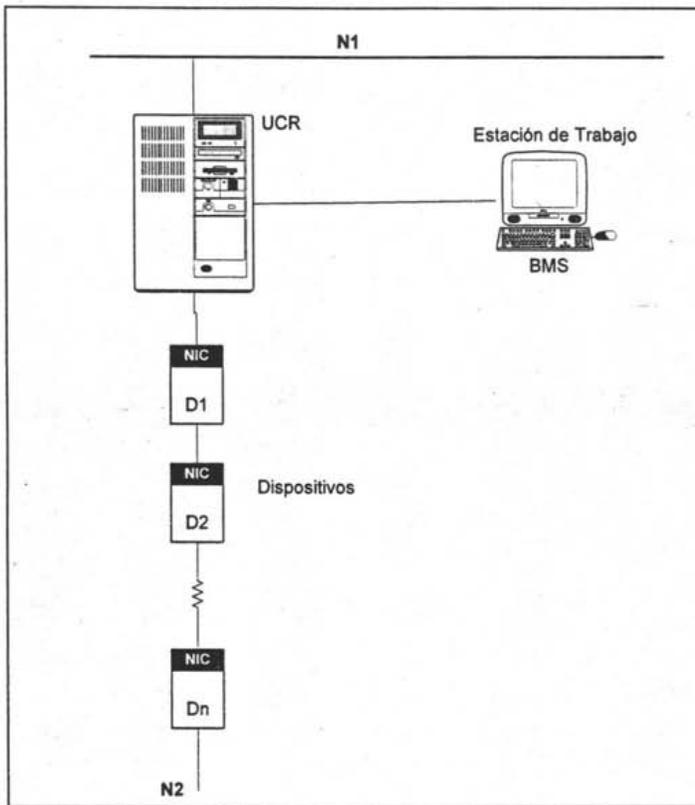


Figura 15. Integración Directa

**Integración indirecta:** La integración indirecta se da cuando las características de comunicación de un dispositivo o una red no coinciden con las que utiliza la red N2, por lo que, se requiere de un dispositivo integrador capaz de servir como puente de traducción entre un sistema o dispositivo y el UCR (figura 16). La conexión entre el sistema y el integrador puede ser a través de un convertidor de protocolo de transmisión de datos ( para este caso, el medio de transmisión será mediante el puerto serial, usando la norma RS-232), lo que permitirá que la señal o señales sean transmitidas por el cable hacia el integrador y este a su vez realizará la traducción a un formato analógico/digital que el UCR podrá entender, como se muestra en la figura 17.

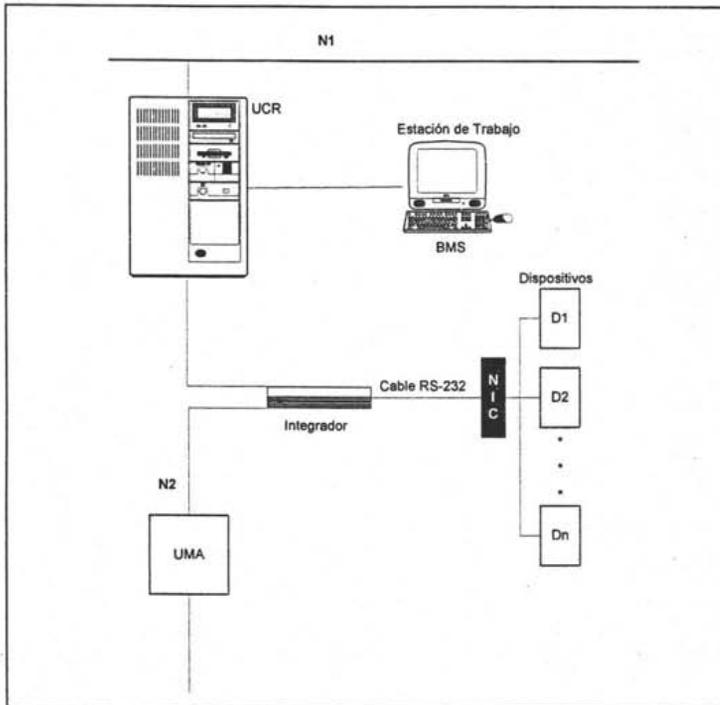


Figura 16. Integración Indirecta



Figura 17. Conexión de Integración Indirecta

Un integrador deberá ser configurado tomando en cuenta las características de la red, del puerto de comunicación y del propio integrador como son el ancho de banda, los bits de paridad, el tipo de interfaz, la velocidad de transferencia de datos, dirección de red etc. Todo esto será necesario para establecer la comunicación entre la red N2 y redes que operan con otros protocolos.

Las redes a integrar pueden contener una gran cantidad de dispositivos y estar controladas por un software intermediario, con el integrador lo que logramos es tener el control de este software, así, la información de los dispositivos o equipos programados en la subred a través del integrador podrá ser leída de manera directa en el BMS, lo que se ilustra en la figura 18.

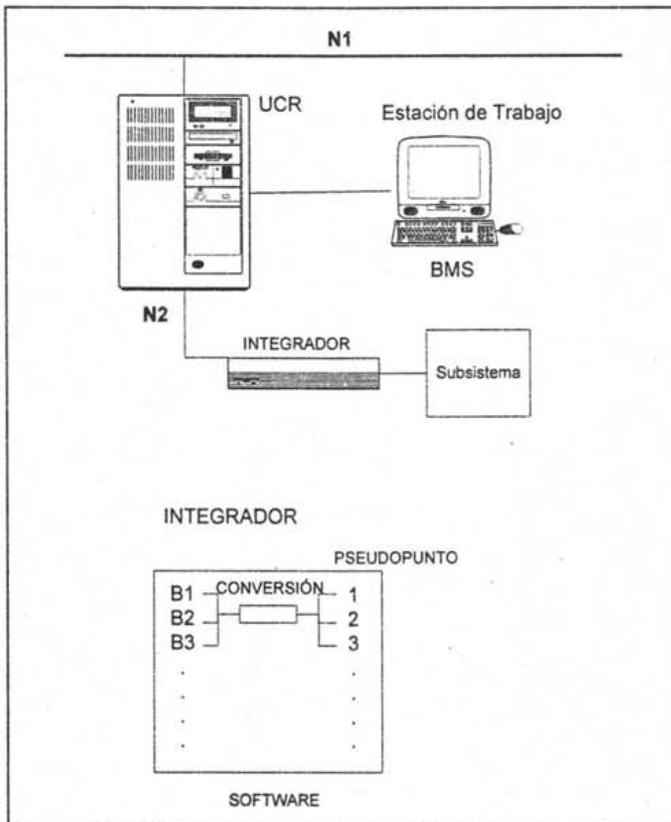


Figura 18. Conexión de Integración Indirecta

## Métodos de integración

No existe un solo estándar global de comunicación que nos proporcione la supervisión y la conectividad, existen muchos, algunos considerados por los fabricantes de equipos para entrar en el mercado, lo que los hace atractivos, de los protocolos los más utilizados están BACnet, EIB, LonTalk/LonMark, BatiBus y C-Bus.

Actualmente existen una diversidad de sistemas y equipos que operan de manera automática y que pueden ser controlados cada uno de manera particular, ya que tienen ciertas características de interconexión, por lo que puede o no requerir de un integrador, así tenemos para la tabla 7 los tipos de compatibilidad que generalmente utilizan estos sistemas:

INT= Integración indirecta (se necesita de un integrador y tablas de requerimientos)

BSI= BACnet (require de un integrador de sistemas)

CIG= Integrador Centaurus

LON= Lon Work

N2= integración directa a través del protocolo de la red principal del BMS

APLICACIÓN	COMPANÍA	MÉTODO DE INTEGRACIÓN	EQUIPO
Sistemas de Control de accesos	Northern/Silent Knight	INT	Northern N750
	SMF Corporation	N2	ACS-4400/JC – ASC-3200
	Toye Corporation	N2	PC Central™ Acces Control Systems
Unidad Manejadora de aire	Clivet Italia Srl	INT	CRT-C con modulo A2 Plus
	McQuay International	INT	LSL MSL Indoor Air Handlers
	Rapid Engineering	INT	Mixed Air Unit
Sistemas de Automatización de Edificios	Alerton	CIG	Alerton APX System (via MS-CIGAPX-0)
	Andover	BSI	Andover Infinity System SX8000 Rev 2.17
	Delta Controls	CIG	Intelli-Con Panels &
	Honeywell	CIG	Delta 1000, 2000, 5000, Excel Plus
	Johnson Controls	LON	NexSys (via Lon Work)
	Honeywell	UNI	Delta 1000, 2000, 5000, Excel Plus
	Siemens	UNI	System 600 (P2)
Chillers (Enfriadores)	Carrier®	INT	30GN, HT, GB, HS, LA Chillers, etc.
	Trane®	BSI	Chiller Centrifugo (CVHE, CVAD, CVHB)
	York® International	INT	Serie R Chillers (RTHA, RTHB, RTAA)
	York® International	N2	Y.T. Chiller
	Liebert®	INT	CSM100

**Tabla 7 . Métodos de integración de diferentes marcas**

La tabla anterior muestra información relevante de las diferentes marcas de equipos y métodos de integración que se utilizan en el mercado actual, por ejemplo se muestran 4 compañías que manejan los Chillers cada uno utiliza un método de integración dependiendo del equipo. El equipo 30GN de la compañía Carrier necesita un integrador para enviar la información al BMS, en cambio, el Y.T. Chiller de la compañía York International no necesita de un integrador su conexión es directa al N2, debido al tipo de datos que maneja no necesita de un dispositivo que realice la traducción de la información que envía.

Los sistemas de automatización integrados entre sí, permiten en un edificio combinar servicios, por ejemplo un edificio que cuenta con los elevadores y los detectores de humo integrados, en el caso de un conato de incendio, permitirán que el sistema de control active los elevadores para que desciendan a su piso base, abran sus puertas y queden bloqueados, todo esto como medida de seguridad.

Por otro lado, para planear la integración de un nuevo sistema automatizado al sistema BMS se requiere de una evaluación por parte de los administradores del edificio y del personal que lo opera, esto es, medir los costos, ventajas y desventajas de las condiciones actuales de operación de los sistemas sobre una operación controlada y administrada.

Algunas de las consideraciones a evaluar son descritas a continuación de manera general, pero cabe mencionar que cada edificio es diferente y dependiendo de su tecnología y de las necesidades de operación se tomarán las decisiones convenientes.

EDIFICIO	AUTOMATIZACIÓN	PROTOCOLO	INTEGRACIÓN	IMPLEMENTACIÓN DE UN BMS
Convencional	Completa	Abierto	Directa	Si
			Indirecta	Si
	Parcial	Abierto	Directa	Si
			Indirecta	Si
	No hay	Cerrado	No	No
			No	No

Considerando el caso en el que en un edificio convencional se tenga una automatización completa y todos sus sistemas con protocolo abierto, independientemente de la integración se puede hacer la implementación de un sistema BMS ya que se cuenta con las condiciones necesarias para hacerlo.

**Costo:** Dependerá de los sistemas con que se cuenta, de las instalaciones necesarias para la implementación de una red y de un sistema BMS, del tipo de integración, porque como se comentó anteriormente si es directa la conexión a la red es más sencilla pues no requiere de un integrador como en el caso de la integración indirecta.

**Ventajas:** Posibilidades de comunicación con otros subsistemas que utilicen tecnología de microprocesador, desarrollo de estrategias de control, calendarización de eventos, ahorros energéticos y otros ahorros a asociados como los mantenimientos preventivos y reducción del personal de operación.

**Desventajas:** El costo y el periodo de recuperación de la inversión porque puede llegar a ser muy largo, se requiere de personal capacitado para la operación del sistema.

Con una automatización parcial en donde los sistemas automatizados manejan un protocolo abierto se podrá implementar un sistema BMS, pero se tendrá que evaluar la conveniencia de la inversión para efectuar la administración de los sistemas automatizados.

**Costo:** Los costos dependerán de los requerimientos necesarios para la implementación del sistema lo cual también dependerá de la situación actual del edificio y de la infraestructura con la que cuenta.

**Ventajas:** : Posibilidades de comunicación con otros subsistemas que utilicen tecnología de microprocesador, desarrollo de estrategias de control, calendarización de eventos, ahorros energéticos y otros ahorros a asociados como los mantenimientos preventivos y reducción del personal de operación.

**Desventajas:** El costo y el periodo de recuperación de la inversión porque puede llegar a ser muy largo, se requiere de personal capacitado para la operación del sistema y una muy importante es que cuando los edificios no han sido diseñado para poder expandir sus sistemas en el futuro la inversión en espacio físico y en su infraestructura de control es bastante costosa.

Finalmente cuando un edificio convencional no cuenta con sistemas automatizados, el primer paso a evaluar sería, el cambio de tecnología en sus instalaciones porque, la integración en este caso no es posible sin la instalación dispositivos periféricos externos como sensores, fotoceldas, preseostatos, termostatos, switches de flujo etc. lo que implicaría inversiones fuertes y no garantiza el control y monitoreo total, sino que por el método y las condiciones solo es parcial. Sin embargo, no se pueden descartar las mejoras y beneficios en la operación y la garantía de mejores servicios, seguridad y confort de sus ocupantes.

**Costo:** Este es el caso en el que mayor inversión se necesitaría, pues para contemplar la implementación de un sistema BMS se requiere de sistemas automáticos.

**Ventajas:** Una mejor administración de los recursos, seguridad, confort etc.

**Desventajas:** La inversión en este caso es fuerte, pues se pretende la implementación y actualización de nuevos equipos.

La inversión en una integración dependerá del grado de control que se quiera, es importante tomar en cuenta que la recuperación dependerá de la utilidad de dicho control así de su gestión a través del BMS por ejemplo, los horarios de operación programados a un equipo reeditarán ahorros de energía.

Sin lugar a dudas hacer un edificio altamente eficiente no se logrará teniendo un edificio automatizado con un sinnúmero de controles instalados, sino mas bien utilizando todos estos sistemas de forma integrada para prestar servicios tanto hoy como en el futuro reduciendo sus gastos y aumentando su comodidad y eficiencia.

## 4.5 DIAGNÓSTICOS Y REPORTE

Uno de los principales objetivos de un BMS, es generar diagnósticos y reportes que proporcionen al administrador del sistema herramientas para dictaminar o prescribir acciones sobre los distintos dispositivos de control y obtener información precisa acerca de su estado, respectivamente.

En el modelo propuesto, el BMS será programado para que en todo momento, cada uno de los dispositivos reporte su estado actual a la UCR, y ésta a su vez, envíe los datos al sistema en forma de archivos de texto o archivos de base de datos (*DataBase File: DBF*).

Es importante mencionar, que los tipos de reportes a obtener y los diagnósticos realizados a los diferentes dispositivos en operación, dependerán de las necesidades y los objetivos de administradores, dueños del inmueble, usuarios, etc, de acuerdo al giro de la empresa y al tipo de edificio.

Los datos son la parte fundamental para la generación de estos informes. Para ello será necesario manipularlos y estructurarlos con el fin de convertirlos en información auténtica y oportuna, a través de la cual, el administrador pueda evaluar los sistemas de control en cuanto a funcionamiento y desempeño.

**Un diagnóstico** será el resultado de la evaluación de determinados atributos pertenecientes a los diferentes dispositivos, a través de la cual el administrador podrá definir problemas tales como: la detección temprana de eventos; la programación de mantenimientos y la disminución de paros imprevistos, entre otras. Dar un diagnóstico implica realizar un análisis o prescripción acerca del estado o comportamiento de cualquier dispositivo monitoreado por el sistema.

**Un reporte** será el documento o informe que permita agrupar y clasificar los datos acerca del estado en que se encuentran los dispositivos de control en determinados periodos de tiempo, incluyendo expresiones personalizadas en ellos. Los reportes deben ser generados de acuerdo a las necesidades específicas del administrador, teniendo así, libertad para definir la forma de obtención de los datos y la forma de presentación de los mismos, lo que conllevaría a una pronta respuesta en los diagnósticos.

Sin duda, la mayoría de los reportes solicitados implicarán algunas operaciones básicas en los datos que contienen, como son:

**Consultar los datos** para recuperar, mostrar e imprimir solamente los que sean necesarios.

**Clasificar los datos** de tal manera que se muestren en un determinado orden.

**Agrupar los datos** con el fin de mostrarlos de manera concisa.

## DISPOSICIONES PARA ELABORAR REPORTES

Es importante mencionar que los reportes deberán estar enfocados al funcionamiento de todos los dispositivos en un lapso de tiempo determinado y a su vez contemplar que existen tres disposiciones para la elaboración de los mismos, que se mencionan brevemente a continuación:

- Crear** El crear un reporte implica imprimir los datos obtenidos del archivo fuente, así como agruparlos y clasificarlos para mostrar un documento que contenga solamente la información que el administrador requiera.
- Exportar** Será necesario exportar un reporte, cuando a partir del archivo fuente, los datos deban ser convertidos a un formato de archivo distinto para su mejor manipulación.
- Diseñar** El diseño de un reporte involucra determinar los datos que se incluirán en un reporte, así como su aspecto. Para esto, es útil tener una idea previa del aspecto del reporte, ya que al crearlo se determinará la arquitectura exacta de cómo el código enviará los datos al reporte.

Independientemente de la disposición que el administrador elija para elaborar reportes, debe partir del archivo de texto o DBF generado en el BMS a través de la UCR.

Estos podrán realizarse haciendo uso de la ofimática, a través de la utilización de herramientas especializadas como son una hoja de cálculo, procesador de texto, creador de presentaciones, etc. (**Microsoft Office**) a través de opciones como:

- Orden de datos
- Filtros
- Obtención de datos externos
- Tablas y gráficos dinámicos
- Reportes administrativos
- Presentaciones de resultados

O bien, a través del uso de una **macro**, que consiste en una serie de comandos y funciones que se almacenan en un módulo de **Visual Basic** y que puede ejecutarse siempre que sea necesario sobre alguna otra aplicación. A través de la macro en una hoja de cálculo se pueden automatizar las tareas de realizar reportes y así reducir el número de pasos necesarios al ser realizada o ejecutada con frecuencia.

## TIPOS DE REPORTES

Existen diversos tipos de reportes que será posible generar dentro del BMS, sin embargo, algunos de ellos resultan indispensables para la óptima operación y mantenimiento de los equipos que conforman cada uno de los sistemas, por lo que se recomienda, sean considerados desde la parte del análisis y diseño del sistema.

A continuación se mencionan algunos de ellos:

De rutina	Serán aquellos reportes que el administrador considere susceptibles de revisión o monitoreo constante. Como por ejemplo: arranque y paro de equipos, cambio de estados por horario, verificación de niveles, etc.
De resumen	Serán reportes periódicos que se generarán para proporcionar información del comportamiento general de los dispositivos a petición o no del personal encargado del buen funcionamiento de los sistemas.
Predictivos	Serán reportes en donde se asienten valores que indiquen un cambio radical en los parámetros normales de los dispositivos (especificados en los archivos de configuración de las UCR's).
De eventos especiales o extraordinarios	Será una notificación reflejada en el BMS a partir de una bandera previamente establecida, para dar aviso de que algún valor está fuera de su rango normal.

### FORMATOS DE REPORTES

De acuerdo a las necesidades del administrador del BMS y a través de las herramientas mencionadas anteriormente o aplicaciones de fabricantes externos, podrían obtenerse distintos tipos de formatos, como los que se mencionan a continuación:

- a) Tablas
- b) Formatos
- c) Gráficos

Esta es la forma en que se visualiza el archivo fuente donde la UCR almacena la información de los dispositivos y a partir del cual se realizarán los diferentes tipos de reportes (fig. 19).

	A	B	C	D
1	VALREAL	DATE	INDX	TIME_INDX
2	213 000	040802		1510
3	216 000	040802		1515
4	219 000	040802		1520
5	216 000	040802		1525
6	215 000	040802		1530
7	217 000	040802		1535
8	222 000	040802		1540
9	222 000	040802		1545
10	215 000	040802		1550
11	220 000	040802		1555
12	217 000	040802		1600
13	218 000	040802		1605
14	219 000	040802		1610
15	221 000	040802		1615
16	218 000	040802		1620
17	223 000	040802		1625
18	217 000	040802		1630
19	220 000	040802		1635
20	218 000	040802		1640
21	218 000	040802		1645
22	219 000	040802		1650
23	221 000	040802		1655
24	228 000	040802		1700
25	215 000	040802		1705
26	226 000	040802		1710
27	215 000	040802		1715
28	230 000	040802		1720
29	217 000	040802		1725
30	223 000	040802		1730
31	205 000	040802		1735
32	206 000	040802		1740

Figura 19. Archivo DBF

Un **reporte de tablas** muestra los valores ordenados y clasificados de acuerdo a algún criterio. Para el ejemplo, la primera columna muestra el valor real de kilowatts medido por un dispositivo de control que permite el monitoreo, esta información se almacena con la fecha y hora del muestreo (fig. 20).

1	A	B	C	D
	Kilowatts	Fecha	Hora	
2	213.000	040802	15:10	
3	216.000	040802	15:15	
4	219.000	040802	15:20	
5	216.000	040802	15:25	
6	215.000	040802	15:30	
7	217.000	040802	15:35	
8	222.000	040802	15:40	
9	222.000	040802	15:45	
10	215.000	040802	15:50	
11	220.000	040802	15:55	
12	217.000	040802	16:00	
13	218.000	040802	16:05	
14	219.000	040802	16:10	
15	221.000	040802	16:15	
16	218.000	040802	16:20	
17	223.000	040802	16:25	
18	217.000	040802	16:30	
19	220.000	040802	16:35	
20	218.000	040802	16:40	
21	218.000	040802	16:45	
22	219.000	040802	16:50	
23	221.000	040802	16:55	
24	228.000	040802	17:00	
25	215.000	040802	17:05	
26	226.000	040802	17:10	
27	215.000	040802	17:15	
28	230.000	040802	17:20	
29	217.000	040802	17:25	
30	223.000	040802	17:30	

Figura 20. Reporte de tablas

Un **reporte de formato** se genera de manera personalizada de acuerdo a los requerimientos que se soliciten. De manera particular, este reporte muestra los valores máximo y mínimo de kilowatts, obtenidos durante un día para su análisis (fig. 21).

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA							25 de Agosto del 2004.	
2									
3									
4									
5	<b>Valor máximo</b>		<b>Hora</b>		<b>Valor mínimo</b>		<b>Hora</b>		
6	263.000		12:40		12.000		02:30		
7									
8									
9	<b>Observaciones:</b> Durante el día de hoy se observa que el pico máximo de energía se genero a las 12:40								
10	mismo que se atribuye al funcionamiento del extractor principal que opero en un horario								
11	de las 12:30 a las 17:00 debido al evento que tuvo lugar en el comedor principal.								
12									
13									
14									
15									
16									

Figura 21. Reporte de formato

Un **reporte de gráficos** es la representación de los datos de manera sencilla y fácil de comprender. El ejemplo muestra una gráfica del comportamiento del consumo eléctrico de un día completo (fig. 22), mismo que servirá para el análisis en la implementación de estrategias para el ahorro de energía.

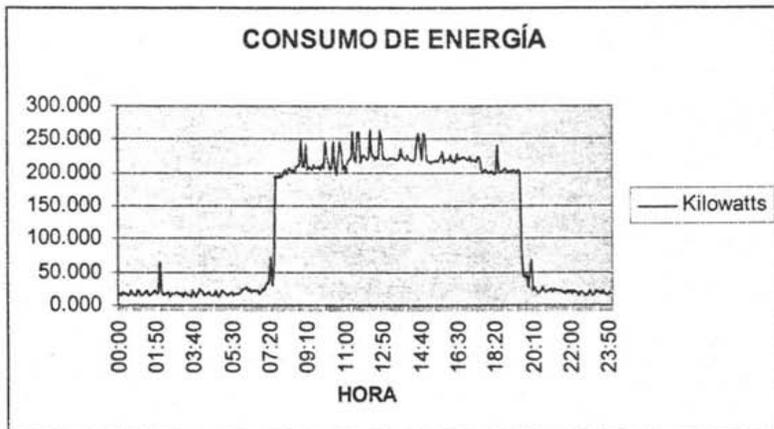


Figura 22. Reporte de gráfico

La presentación y el diseño de los reportes dependerán de la persona que los realiza, él será el responsable de darles la presencia adecuada de acuerdo a las necesidades de cada Edificio.

Tanto el reporte en tablas, formatos o gráficos proporcionarán diagnósticos que servirán de soporte en la toma de decisiones y en la planeación de recursos.

## 5.1 COSTO - BENEFICIO

Se entiende que el objetivo del Edificio Inteligente es el ahorro de energía y de recursos en todo sentido optimizando la calidad de vida dentro del inmueble. Este ahorro se refleja, por un lado económicamente, reduciendo los costos de operación y por otro, ecológicamente evitando el malgasto de los recursos naturales. Se podría decir que el BMS contribuye a mejorar la eficiencia de un edificio en todos los sentidos a través de la tecnología de punta existente actualmente.

Pero cabe mencionar, que aunque el BMS es una parte fundamental para llevar el control de todos los sistemas que conforman el Edificio tanto en la administración como en el monitoreo, antes que nada se debe tomar en cuenta la planeación, diseño y la construcción del Edificio, que permita establecer las interrelaciones y el equilibrio entre el espacio interior y el exterior, para así poder explotar los potenciales que nos brinden el entorno ambiental para una óptima calidad de vida.

Ante la planeación, en primer lugar, se debe considerar la inversión inicial y los costos del ciclo de vida del Edificio. Los costos iniciales de un proyecto incluyen:

- a) Los de construcción.
- b) Los honorarios.
- c) Otros costos anticipados y únicos relacionados al desarrollo de un proyecto de construcción, ya sea nueva o renovación.

Los costos del desarrollo del BMS dependerán del tipo y alcance de proyecto, entre los cuales se encuentran:

- a) Honorarios de los Programadores y Diseñadores del sistema
- b) Equipo de desarrollo, software y hardware
- c) Honorarios del líder de proyecto y supervisores
- d) Personal dedicado a la configuración de redes y sistemas de control

Los costos de ciclo de vida incluyen:

- a) Los costos de renovación y mantenimiento del edificio.
- b) Los costos de adaptación a cambios en las operaciones.
- c) Los costos de consumo de energía.
- d) Los costos en personal (productividad de los empleados).

Y más allá de estos costos, se tienen los impactos a largo plazo sobre las instalaciones, que no son fáciles de incluir en los cálculos, como son:

- a) Los costos ambientales y sociales de los materiales y sistemas empleados en el edificio (la energía que involucra, los procedimientos de tala forestal y otros efectos sobre el ambiente).
- b) El impacto sobre la salubridad y seguridad del personal (calidad de aire en los interiores, diseño de accesos, etc.).

En cuanto al diseño, la estructura de un edificio es de especial importancia debido a que dependiendo de dicha estructura, se determinará si ésta es afable a los sistemas que le van a dotar de inteligencia que se pretenda, iniciándose con las instalaciones de redes (cableado y equipo) que son las que equivalen al sistema nervioso del edificio. La tecnología de redes esta constantemente evolucionando y presenta distintas soluciones, es altamente recomendable que esta tecnología sea definida antes de hacer modificaciones a una estructura o al iniciar la obra de una nueva.

La estructura es la que tiene mayor ciclo de vida, entre 50 y 60 años. adicionalmente incluyen elementos como son los plafones, ductos, cuartos de equipo de control o comunicaciones, piso falso, etc.

Todos los restantes servicios que existen dentro de un edificio y que generalmente son sistemas como: eléctricos, aire acondicionado, calefacción, hidráulica y sanitaria, elevadores y escaleras eléctricas, telecomunicaciones e informática, control y seguridad, entre otros, contemplan un ciclo de vida de entre 15 y 20 años.

El ciclo de vida tanto de la estructura como de los equipos se deben tomar en cuenta para los mantenimientos posteriores que se les tienen que proporcionar a lo largo de la vida útil del Edificio, lo cual también se traduce en costo a largo plazo.

En la actualidad, gracias a los avances tecnológicos y a la coordinación de las diferentes disciplinas que intervienen en el desarrollo de proyectos inmobiliarios, como son: Diseño Arquitectónico, Diseño de Instalaciones, Diseño de Sistemas de Automatización y Control, y Diseño de Redes de Comunicación, es factible lograr la optimización en el uso de los recursos energéticos (ambientación, iluminación y aire acondicionado), logrando con ello una mayor productividad en los usuarios.

Un programa de ahorro de energía debe concentrarse en aquellos equipos y sistemas que mayor consumo de energía represente, como son: los sistemas de Aire Acondicionado e Iluminación que son los que mayores repercusiones (en ahorros) representan, por lo que el programa de ahorro de energía deberá centrarse en estos sistemas.

Los diseños actuales de espacios interiores en edificios, se basan en el criterio de lograr una distribución tanto de Iluminación como de Aire Acondicionado en forma más eficiente. Esto se logra eliminando al máximo posible los espacios de oficinas cerradas y utilizando una distribución armónica de mobiliario, texturas y colores que incrementen la eficiencia del uso de la energía en el interior del inmueble.

Otra consideración debe hacerse en el diseño de los servicios primarios del inmueble como son: Suministro Eléctrico y Suministro Hidráulico.

Los nuevos diseños exigen sistemas que sean fácilmente adaptables a los cambios de ocupación y de uso de los inmuebles, adicionalmente demandan una mejor distribución de los consumos de energía basándose en los horarios y fechas de los ocupantes.

Esto se logra, a través de implementar diseños modulares, para permitir el suministro de la cantidad de energía mínima necesaria, para satisfacer demandas variables; es decir, dividir los servicios primarios de tal forma que, sea factible no utilizar el 100% del consumo de los equipos, si nuestras necesidades de consumo sólo demandan 25%. Para

ello se recomienda el uso de equipo con capacidades divididas o para que sean operados por dispositivos que permitan un control que varíe en función de los cambios de la demanda.

Aunque la iluminación representa, sólo una parte del total de la electricidad utilizada en una instalación típica, normalmente es el primer objetivo dónde se quiere tomar medidas para el ahorro de la energía eléctrica y entonces sucede que, con el afán de bajar el consumo de electricidad, se reducen los niveles de iluminación a valores inferiores de los requerimientos mínimos establecidos, lo cual resulta totalmente contraproducente, ya que estos supuestos beneficios, se contrarrestan por una baja en la productividad de los trabajadores y por un aumento en los costos de mantenimiento.

Cuando se considere el costo de la Iluminación de una instalación (actual o nueva), se deben tomar en cuenta, tanto el costo inicial, que incluye los costos del equipo (lámparas, balastos, luminarias, controles, etc.) instalación, desmantelamiento o reubicación de luminarios viejos, cableado y paneles de control, así como el costo de operación, que está representado por el consumo de energía eléctrica y los costos de mantenimiento básicamente. Con los nuevos desarrollos en los sistemas de Iluminación, se pueden lograr ahorros de hasta 76% en el consumo de energía, en comparación con los sistemas utilizados normalmente, sin que ello signifique sacrificar los niveles de iluminación establecidos.

Otro importante punto a considerar es el tipo sistema administrador (BMS) que se utilizará en el Edificio para la administración de los sistemas de control que lo conforman. El BMS a utilizar dependerá mucho de las necesidades del inmueble y de lo que se desee controlar y administrar. El BMS debe lograr optimizar los recursos y servicios con que cuenta el Edificio, procurando el máximo confort, seguridad y plena satisfacción de todos los ocupantes, al menor costo de operación posible.

Esto implica, que el BMS debe ser 100% compatible con la mayoría de las marcas comerciales, así como tener la característica principal de contar con un protocolo abierto a nivel software que permita interactuar con equipos de diversas marcas.

Tanto para un edificio inteligente como para el BMS las dos áreas generales de actividad son: Administración y Mantenimiento. Dentro de la denominada área de Administración se distinguen tres funciones principales:

- Administración de recursos.
- Planificación técnica y del entorno.
- Coordinación con otros departamentos de la empresa u edificio.

Otra área de actividad del BMS es el mantenimiento. La integración de todos los sistemas del edificio, aspecto clave de la inteligencia, pone más de relieve las consecuencias de averías o disfuncionamiento en cualquiera de los subsistemas de la infraestructura. Así, el mantenimiento preventivo es aún más importante. Según varias fuentes los gastos de mantenimiento alcanzan a lo largo de la vida útil del edificio un importe cinco veces superior a la inversión inicial. Este costo contemplado desde el punto de vista del ciclo de vida se valora de forma muy diferente a la inversión inicial.

Los costos más importantes relacionados con el mantenimiento de una infraestructura, y que en su conjunto determinan el volumen de gasto, son los siguientes:

- El costo de reparaciones disminuye a medida que aumentan los costos de mantenimiento preventivo.
- El costo asociado a los consumos (energía eléctrica, gas, agua, etc.) aumenta también al hacerlo en el tiempo transcurrido entre la anomalía y su reparación y disminuye si se realizan actividades de mantenimiento no correctivo.
- El costo asociado al mantenimiento no correctivo es directamente proporcional a la cantidad de tareas realizadas y a los intervalos transcurridos entre ellas. Se deben conocer las características técnicas y de funcionamiento de cada elemento y sistema sobre los que se lleva a cabo el mantenimiento, de este modo se pueden establecer correctamente los criterios de revisión sin que sean demasiado relajados, lo que podría afectar la vida media del equipo. El mantenimiento preventivo y las herramientas de diagnóstico juegan un papel clave en la determinación de dichos criterios.
- Las pérdidas de producción o utilización aumentan también con el período de tiempo transcurrido entre la aparición del fallo y su reparación siempre y cuando esta fallo afecte elementos relacionados con la actividad que se lleva a cabo en la infraestructura.

En este sentido, hay que apuntar que existen tareas de mantenimiento cuyo objetivo no es tanto evitar la aparición de un fallo sino hacer que los equipos y sistemas funcionen correctamente sin alejarse de sus condiciones óptimas de operación. Así pues, dentro del concepto de pérdidas de producción hay que considerar no sólo los costos incurridos por paros de equipos sino también aquellos que se derivan de la disminución de la productividad del personal al no mantenerse las condiciones de trabajo adecuada.

El papel que juega el BMS en los costos y ahorros del gastos en el Edificio, es el poder desarrollar diferentes estrategias de control, en función de las variaciones que existen en las condiciones externas e internas del edificio como son:

- Nivel de Iluminación
- Número de Ocupantes
- Día de la Semana
- Estaciones Climáticas
- Eficiencias de equipo instalado

Es factible integrar todas estas condiciones variables, dentro de la base de datos del BMS que se trate, para lograr optimizar los recursos energéticos sin afectar las condiciones de confort y productividad del usuario de cada área. Así que los principales objetivos que debe cumplir un BMS para implementar las estrategias de ahorro de energía, son las siguientes:

- Ambiente amigable de comunicación con el usuario.
- Uso de la infraestructura de redes de comunicación dentro del inmueble.

- Respuesta inmediata a cualquier situación de advertencia o alarma en las condiciones de operación de los equipos subordinados al sistema.
- Posibilidad de comunicación con otros subsistemas que utilicen otro tipo de tecnología, mediante el uso de interfaces de comunicación de datos o integradores.
- Elaboración de reportes basados en las necesidades específicas de cada usuario, esto es, reportes de consumo, totalización de operaciones, horarios de trabajo, programación basada en calendario, reporte de insumos, reporte de usuarios.

Todo lo anterior encaminado, a que el usuario analice y determine las condiciones de trabajo de los diferentes equipos, para lograr la optimización del uso de la energía, análisis de diagnósticos, mantenimiento preventivo, estadísticas, gráficos de tendencias y alarmas.

En conclusión, el costo de la implementación de un BMS en un edificio, estará en función de sus necesidades de operación, la actividad del edificio (comercial, habitable, comunitario, industria, etc.) y de los servicios que ofrezca. En la tabla 1 se muestran los costos-beneficios de contar o no con un BMS:

DESCRIPCIÓN	SIN BMS COSTO-BENEFICIO	CON BMS COSTO-BENEFICIO
Mantenimiento	Podría resultar costoso al realizar mantenimientos no necesarios a los equipos en periodos de tiempo establecidos.	Se realizarían el número de mantenimientos necesarios a los equipos cuando el sistema detecte que son indispensables.
Confort	Compra de accesorios extra para satisfacer las necesidades del usuario.	Regulación de parámetros ambientales en los lugares trabajo y detección de fallas inmediatas en los equipos.
Estrategias de ahorro	No se puede asegurar el encendido y apagado de los equipos, ya que interviene el error del factor humano.	Es posible establecer horarios de operación de equipos en periodos determinados, de acuerdo a las necesidades de operación del edificio.
Productividad	Pueden existir pérdidas de materiales o producción, debidas a la inactividad de equipos en determinados periodos de tiempo.	Se tienen las condiciones idóneas para llevar a cabo ciertos procesos.
Acceso a la información	La revisión de procesos de operación se realiza de manera manual.	El sistema tiene la capacidad de almacenar datos históricos y estado actual de los equipos, para tener acceso a ellos de manera remota y en tiempo real.
Seguridad	Se corre el riesgo de que ante un siniestro, la evacuación del personal no se realice a tiempo.	Se tiene mayor posibilidad de asegurar el cumplimiento de normas establecidas para resguardar la seguridad de las instalaciones y el bienestar de las personas.
Tiempos de respuesta	Dependerán del factor humano.	Se tienen elementos para la correcta toma de decisiones ante un evento inesperado.

**Tabla 1. Relación Costo-Beneficio**

## 5.2 FACTORES AMBIENTALES

El criterio ecológico desempeña un papel muy importante en construcciones dotadas de un sistema inteligente para su administración, sin embargo, este criterio debe considerarse desde las fases de planeación y diseño arquitectónico del edificio; con el fin de obtener un mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

La presencia de un Edificio Inteligente en una zona determinada provocará un Impacto Ambiental el cual, como se dijo anteriormente, tendrá que contemplarse desde el diseño para dar soluciones a desequilibrios que puedan surgir en el entorno, debidos a la construcción, de tal forma que no se altere el modo de vida de la zona. Por ejemplo, la falta de agua potable, el abastecimiento de energía eléctrica, la cantidad de desechos que se generan, etc.

Los Estudios de Impacto Ambiental están encaminados a identificar, predecir, evaluar y presentar las posibles afectaciones al entorno y proponiendo las medidas de mitigación que deben realizarse previas a la ejecución de las obras o actividades que pueden atentar contra el equilibrio ecológico. Dichos estudios constituyen herramientas de planeación que tienen como objetivos:

- a) Identificar, describir y evaluar los efectos en el ambiente provocados por las obras y actividades consideradas, en las etapas de implantación (estudios previos y construcción), operación, mantenimiento y abandono al terminar su vida útil.
- b) Proponer las medidas de prevención, control y mitigación de los efectos adversos sobre el medio.

Estos objetivos, han llevado a determinar mecanismos o técnicas que contribuyen a tener una idea clara de la problemática a la que se enfrentará la administración del edificio, así como el compromiso de llevar a cabo acciones para la preservación y ahorro de los recursos que intervienen en la operación cotidiana del edificio; sin sacrificar con ello, la comodidad y el confort de los habitantes:

- Aplicación de las técnicas mas avanzadas en toda su amplitud.
- Conservación y ahorro de energéticos, de agua y otros recursos naturales.
- Interrelación entre los diferentes sistemas cuando esto permita un ahorro de energéticos, de agua y de otros recursos naturales.
- Utilización de las condiciones naturales, tales como: luz natural, clima, etc.
- Contemplar las técnicas mas avanzadas para la operación y mantenimiento.
- Proporcionar las medidas de seguridad requeridas en forma racional para las personas y para los bienes muebles e inmuebles.

Así, los factores y/o elementos que deben ser considerados para cumplir con estos lineamientos, se describen a continuación:

---

## Energía eléctrica

Los sistemas eléctricos deberán contemplar en su diseño, la aplicación de las técnicas de la ingeniería que actualmente se desarrolla en México y la utilización de técnicas nuevas con objeto de ser congruentes con la política en relación con la conservación y ahorro de energéticos y la política para evitar la contaminación ambiental (Ecología).

En los Edificios Inteligentes los sistemas ambientales para generar ahorro energético presentan numerosas soluciones tecnológicas adoptadas como la utilización pasiva de la Energía Solar y además con diferentes tipos de pantallas (cortinas o venecianas interiores, vidrios pintados, revestidos o dobles, persianas o celosías exteriores, fijas o móviles, etc.) para proteger de la radiación solar las superficies de vidrio en fachadas de los edificios.

De lo anterior concluimos que al evitar el paso directo de la acción solar por diferentes tipos de protecciones, como pueden ser parteluces o parasoles, esto produce un descenso en la carga térmica en las instalaciones y por consiguiente se bajan los requerimientos de equipos de aire acondicionado y su consumo de energía eléctrica, lo cual ofrece un considerable ahorro energético económico y un mayor confort para las personas que habitan dichas instalaciones.

El aprovechamiento de la luz y la ventilación naturales representa un gran ahorro de electricidad. Un programa de ahorro de energía debe concentrarse en aquellos equipos y sistemas que mayor consumo de energía representen. En inmuebles con sistema de aire acondicionado, se puede distribuir el consumo de energía de la siguiente forma:

Aire acondicionado	48%
Iluminación	24%
Elevadores y bombas	13%
Artículos diversos	15%

De lo anterior podemos deducir que las medidas que se tomen para reducir el consumo de energía en los sistemas de aire acondicionado e iluminación serán las que mayores repercusiones representen, por lo que el programa de ahorro de energía deberá centrarse en estos sistemas.

Finalmente, el papel que juega el BMS, en este sentido, es el poder desarrollar diferentes estrategias de control, en función de las variaciones que existen en las condiciones externas e internas del edificio como son:

- Nivel de iluminación
- Número de ocupantes
- Día de la semana
- Estaciones climáticas
- Eficiencias de equipo instalado

Es factible integrar todas estas condiciones variables, dentro de la base de datos del sistema de automatización y control que se trate. Para lograr optimizar los recursos energéticos sin afectar las condiciones de confort y productividad del usuario del inmueble.

## **Agua**

### *Agua potable*

Para suministrar la dotación de agua potable requerida por los conjuntos o edificios, las redes municipales que abastecen al área no siempre tienen la presión que se requiere en especial en construcciones de muchos niveles, por lo que el abastecimiento de agua potable se hace por medio de equipos de presión que succionan el agua de cisternas que son llenadas por las redes municipales (tomas domiciliarias que descargan en las cisternas de los conjuntos o edificios).

A partir de las cisternas se alimentan todos los servicios que requieran de agua potable por medio de diferentes sistemas (redes) que utilizarán equipos de presión y de bombeo, algunos pueden ser del tipo paquete (boosters) de alta eficiencia y controlados automáticamente por medio de sensores y microprocesadores.

Como medida ambiental, este tipo de sensores ayudan a reducir las descargas de agua en servicios que en otro tipo de instalaciones se realizan de manera manual; contribuyendo al desperdicio de agua.

### *Agua tratada*

El abastecimiento de agua para el sistema de condensación de aire acondicionado, los servicios sanitarios, el servicio de riego de áreas verdes y la limpieza de áreas pavimentadas, se podrá hacer con agua tratada para evitar la utilización de agua potable en éste tipo de servicios, cabe mencionar que el sistema de condensación para los sistemas de acondicionamiento de aire puede ser hecho con aire, evitando la utilización de agua para éste efecto.

El agua tratada podrá ser obtenida de las aguas negras y/o grises producidas en las construcciones y una planta de tratamiento.

En este punto el BMS, será capaz de monitorear el proceso de tratamiento de aguas negras y pluviales, con el fin de que el ciclo de tratamiento se cumpla bajo las mejores condiciones, es decir, que los equipos operen correctamente y los niveles de químicos que se requieren sean los adecuados.

### *Aguas negras.*

Una buena medida previo estudio técnico-económico ó en cumplimiento con las determinaciones de las autoridades respectivas en los conjuntos y edificios, es la de tratar el agua negra de manera que pueda reciclarse, para ciertos servicios. En algunos casos se entrega al D.D.F. en sus redes de agua tratada ó bien puede comercializarse para entrega a compañías que venden el agua tratada para talleres y fábricas.

### *Aguas pluviales.*

Con objeto de no saturar el drenaje municipal y afectar a los vecinos y áreas circunvecinas, las aguas pluviales se deben captar en un tanque de tormentas y después se descargan paulatinamente por medio de un sistema de bombeo al drenaje municipal.

También pueden reciclarse e incluso potabilizarse, previo tratamiento de filtrado y desinfección.

## **Aire**

### *Ventilación de estacionamientos*

Los niveles de estacionamientos deben ser ventilados mecánicamente por medio de abanicos de inyección de aire y extractores operados automáticamente por sensores de monóxido de carbono (CO), de manera que puedan funcionar por zonas cuando el nivel de CO alcance valores de contaminación peligrosos para las personas, de ésta manera se asegura un ambiente bueno para las personas y un ahorro de energía eléctrica.

### *Aire acondicionado*

Dependiendo de la categoría de los conjuntos o edificios, se instalarán sistemas de aire acondicionado que pueden ser de diferentes tipos en cuanto al servicio que se proyecta suministrar, ya sea para confort ó para operación de sistemas de cómputo, pudiendo tener opciones de refrigeración, calefacción o ambos.

El BMS se utilizará con el objeto de vigilar la demanda de energía y disminuir la demanda máxima; además de controlar la pureza del aire con el monitoreo de los filtros.

## **Contaminación ambiental**

Todos los edificios, independientemente de su naturaleza, producen desechos. En estos lineamientos no se toca este aspecto por la gran variedad de soluciones específicas para cada caso y por los muchos criterios y reglamentaciones que interaccionan. Sin embargo, algo que no puede dejar de considerarse, es el impacto ecológico al medio ambiente que los desechos van a causar. Cualquier solución que se aplique en este sentido, será notoriamente tomada en cuenta en el grado de inteligencia de un edificio.

En los Edificios Inteligentes el control de la contaminación ambiental requiere procesos eficientes de manufactura y conversión de energía; cultura ecológica y esfuerzos coordinados, para eliminar los desechos en su origen; medir constantemente sus efectos perniciosos sobre plantas, animales y estructuras como la capa de ozono. Por ejemplo, se han desarrollado nuevas tecnologías sobre los refrigerantes que utilizan los sistemas de aire acondicionado, las cuales han disminuido en gran medida el impacto ecológico ya que se comprobó que los refrigerantes destruyen la capa de ozono de la Tierra.

Con lo anterior se han logrado avances, con plena conciencia del grave problema que enfrentamos, y se ha promovido el combate a la contaminación ambiental. La actual política ecológica en México está caracterizada por la obligatoriedad del manifiesto de impacto ambiental de las obras públicas y privadas, establecidas en la "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente". El reto consiste en medir cualitativa y cuantitativamente, desde la fase de estudios y proyectos, los aspectos ambientales que generan las obras sobre los siete elementos del ecosistema: agua, aire, suelo, flora, fauna, clima y hombre.

### 5.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Es un hecho que para que un BMS realice sus funciones de control y monitoreo de manera adecuada sobre los sistemas de control existentes en un edificio, es necesario que en éste último, exista toda la infraestructura que permita la comunicación entre los dispositivos de control y el sistema de información, propiamente.

Debido a esto, la inversión inicial es un punto que generalmente hace que no proliferen gran cantidad de estos edificios, ya que dotar de todos los servicios y de un precableado para voz y datos, puede resultar caro desde el punto de vista del dueño, quien deberá asumir la inversión. Sin embargo, con el paso del tiempo, esta inversión es muy bien remunerada para los usuarios, administradores y dueños del edificio.

Entre las ventajas que se obtienen al instalar un sistema de este tipo en un edificio, están:

- Flexibilidad** Debido a los rápidos cambios en las necesidades del mercado, las industrias se obligan a implementar modificaciones reprogramaciones y expansiones en plazos cada vez menores dentro de su sistema de acuerdo a sus necesidades actuales y futuras.
- Menor costo de mantenimiento** El autodiagnóstico, confiable y seguro, proporcionado por los dispositivos hace posible la integración de programas de mantenimiento. Las estadísticas operativas, proporcionan informaciones útiles para la previsión de fallas y la implementación del mantenimiento correspondiente. Los diagnósticos rápidos y las estadísticas operativas permiten la anticipación de las fallas antes de que puedan provocar daños graves a los equipos.
- Mayor facilidad de operación** Entrenar al personal de manera consistente en el uso del equipamiento que no está en operación resulta caro y lleva tiempo. Un sistema propio garantiza un aprendizaje simple y amigable, reduciendo la posibilidad de cometer errores peligrosos. El tiempo y el costo del entrenamiento son mucho menores, pues se origina en la utilización de aplicaciones convencionales familiares del ambiente Windows, como el Microsoft Office.
- Mayor facilidad de diagnósticos** La detección e identificación inmediata de problemas significa una reducción enorme de situaciones riesgosas. Los diagnósticos son comunicados a los operadores de planta, también son usados por los propios dispositivos, lo que garantiza paradas de proceso en condiciones más adecuadas, sin la necesidad de la acción de controladores de alto nivel.

Sin duda una importante ventaja de contar con este tipo de sistemas radica en el **ahorro**. Por ejemplo, el sistema consigue ahorrar energía eléctrica, estableciendo, secuencias de operación más eficientes y garantizando que los servicios que más energía eléctrica consumen, solamente funcionen en el horario en el cual sean requeridos, evitando tiempos muertos, lo que se traduce en ahorros que pueden alcanzar hasta un 40%.

Si lo anterior es combinado con el uso de lámparas de alta eficiencia y en general equipos eléctricos de alta eficiencia los ahorros pueden ser muchísimo mayores, podemos citar el caso de lámparas que consumen apenas el 25% de la energía eléctrica que consumen sus equivalentes en lámparas convencionales, por lo que su costo de operación es mucho menor.

Un ahorro adicional es el derivado de alargar la vida de todos los equipos. ya que se reducirá el período de tiempo durante el cual funcionan cada día.

En cuestión de **seguridad**, se consigue al utilizar subsistemas que garanticen la pronta detección de cualquier situación de riesgo y estableciendo secuencias de operación, que garanticen que la respuesta ante un siniestro sea realmente inteligente. Como un ejemplo: podríamos citar el inicio de un incendio; mediante el sistema de control centralizado podemos conseguir que el equipo de aire acondicionado se detenga en las áreas afectadas y que presurise cubos de escaleras, lo anterior con el fin de no contribuir a agravar el incendio y además de asegurar rutas de evacuación seguras para los ocupantes del edificio. Algunas opciones que podrían seguirse en esta situación sería suspender automáticamente el suministro eléctrico a las áreas afectadas y liberar las puertas que se encontrarán controladas mediante un sistema de control de acceso.

Se consigue también incrementar el **confort** de los usuarios o habitantes del edificio al conseguir mantener controlados factores como los niveles de iluminación adecuados a cada área o el buen funcionamiento del equipo de aire acondicionado, entre otros. Lo anterior se traducirá en un ambiente más agradable y productividad del personal en el desarrollo de sus funciones.

Por último y como valor agregado, si un edificio tiene un uso comercial, las pequeñas empresas instaladas en él, tienen la oportunidad de acceder a servicios comunes que, por su costo, no podrían implementarlos en forma individual. De hecho, supone una importante ventaja el que puedan acceder a ciertos servicios dentro de una gama muy amplia sólo de forma ocasional.

El administrador en este sentido, es quien tendría una ventaja inmediata de la oferta de estos servicios: además de vender un producto que resulta imprescindible para algunos clientes y beneficioso para todos, diferencia su edificio de otros muchos, aumentando los beneficios de la inversión realizada.

---

## CONCLUSIONES

Como fase final en el desarrollo de esta Tesis, presentamos los resultados y conclusiones de la importancia de un BMS como administrador de un Edificio Inteligente.

Un edificio no es un ente aislado, sino que se interrelaciona con un entorno. Un edificio inteligente es aquel que incorpora los sistemas de información en todo el edificio, ofreciendo servicios avanzados de comunicaciones, de control automatizado, de monitoreo, gestión y mantenimiento de los distintos subsistemas o servicios del edificio, de forma óptima e integrada, local y remota, diseñados con suficiente flexibilidad como para que sea sencillo y económicamente rentable la implantación de futuros sistemas. Solo se pueden construir Edificios de este tipo si su diseño es el apropiado y el área donde se ubica dispone de las características adecuadas para cumplir los objetivos previstos.

Para que la integración de todos los sistemas funcionen de manera correcta se considera como el cerebro de un Edificio Inteligente al BMS, ya que es el encargado de administrar las instalaciones del edificio.

Un sistema de inteligencia distribuida como el BMS tiene como principal característica la toma de decisiones que se realiza en el punto en el cual se requieren. Lo anterior en conjunto con la alta velocidad con la cual se procesa la información dentro de los mismos, hace que las respuestas sean prácticamente inmediatas y en consecuencia altamente eficientes, para predecir y autodiagnosticar las fallas que ocurren dentro del edificio y resolverlas en el momento adecuado.

Dentro de las funciones más relevantes de un BMS se tienen:

- a) El BMS controla todos los sistemas basándose en instrucciones lógicas (SI-ENTONCES), lo cual permite flexibilidad en la secuencia de operación de los equipos, evitando errores de operación que puedan repercutir en desperdicios de energía eléctrica.
- b) Debe ser capaz de llevar de la mejor manera la administración de recursos, mediante una serie de estrategias de control existentes en el módulo de toma de decisiones del sistema y dirigidas a su óptimo aprovechamiento.
- c) El sistema opera en forma tal que los costos de operación y mantenimiento del edificio se mantienen en un nivel considerablemente bajo respecto de los que se tuvieran con procedimientos convencionales.
- d) La calendarización de eventos además de contribuir al ahorro energético, abre la posibilidad de automatizar y predecir el tiempo exacto de operación de los equipos, evitando errores humanos que puedan causar posibles accidentes y desperdicios de energía eléctrica.
- e) El acceso a la información de todos los puntos de la red es en forma directa y dinámica (tiempo real). Esto es, que es posible acceder de manera automática a la información solicitada o programada en el momento que sea requerida, permitiendo la interacción entre el controlador y el usuario.

Estas funciones, son relevantes para el modelo propuesto, sin embargo, no se descarta que a lo largo del desarrollo de un sistema, puedan establecerse algunas otras.

Partiendo de la idea de la realización de este proyecto, el cual surgió del estudio y análisis de aplicaciones existentes en el mercado; es trascendental hacer mención de la importancia e impacto que tendrá, para efectos de algún desarrollo de software que se base en él.

- Dar a conocer el funcionamiento de un BMS a través de los factores más importantes que lo conforman.
- La tecnología de los controladores propuesta es estándar, lo que permite que tenga mayores posibilidades de integración en una red de control.
- Mostrar que las redes que utilizan el protocolo TCP/IP son la tendencia en cuanto a tecnología de comunicaciones.
- La propuesta de un manejo de datos más sencillo a través de archivos de definición de datos, que ahorrarían en la inversión de un manejador de base de datos completo.
- Los beneficios que otorga un modelo a seguir se verán reflejados en los costos de inversión y de implementación del proyecto.
- Fomentar la motivación en empresas mexicanas se dediquen a desarrollar software de control de este tipo.
- Fomentar el trabajo interdisciplinario para promover la apertura de mercado.
- Otorgar valor agregado a las empresas a través de la utilización de tecnología de punta.

Es un hecho que, para la mayoría de los Edificios y organizaciones en México, la inteligencia integrada no es todavía operativa y puede también no ser una necesidad inmediata. Sin embargo, el cambio es irreversible, y para poder competir con otros países y para mantener actualizado y atractivo al país para la inversión extranjera, es necesario seguir la corriente del desarrollo tecnológico.

Un ejemplo claro que se tiene hoy en día en nuestro país, es el Edificio de Torre Mayor, el cual actualmente es uno de los edificios inteligentes más completo y altamente eficiente.

Libros

Magallón Civera, José Antonio

Clasificación y proyecto de edificios inteligentes.

España, Universidad Politécnica Valencia, 1995

(Servicios de publicaciones colección Libro-Apuntes número 24)

Khoshafian, Setrag, et al.

*Edificios Inteligentes*

España, Editorial Paraninfo, 1994

Gardarin, George

*Bases de Datos*

Madrid, Ed. Paraninfo, 1990

Date, C. J.

*Introducción a los sistemas de Bases de Datos*

México, Ed. Sitsa, 1986

Tsai, Alice Y. H.

*Sistemas de Base de Datos: Administración y Uso*

México, Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1990.

Kroenke, David M.

*Procesamiento de Bases de Datos*

México, Prentice-Hall Hispanoamericana, 1996

Piattini Beltsy, Mario Gerardo

*Concepción y Diseño de Bases de Datos*

EUA, Addison-Wesley Iberoamericana, 1993

Institut Cerd .- Área de telecomunicaciones.

Definición de un concepto emergente,

ED. Octubre 1989. Barcelona España

FINLEY, JR M.R. KARAKURA, A. NBOGNI R.

"SURVEY OF INTELLIGENT BUILDING CONCEPT"

IEEE Communication Magazine Abril 1991

Mr. Geisster, Richard

Alternativas de Vanguardia, Ultimos Avances y Conceptos en el mundo de los Edificios Inteligentes , Conferencia, Mayo (1992)

---

**Tesis**

Ríos Alanis, María

*Lineamientos para la realización de proyectos de Edificios Inteligentes*  
México, 1996, Fac. Ingeniería, UNAM

Fraga Sánchez. José Luis

*Tecnología de Edificios Inteligentes Aplicadas a un Auditorio*  
México, 2001, Instituto Politécnico Nacional

Finley, Jr., M. R. Karakura

*Survey of Intelligent Bulding Concept*  
Abril 1991, IEEE Comunication Magazine

**Artículos**

Ing. Xochitl Galvéz Ruíz. "10 Maneras de Ahorra Dinero en un Edificio Inteligente"  
IMEI

Ing. Xochitl Galvéz Ruíz. "Planeación Integral en el Diseño de un Edificio Inteligente"  
IMEI

"Diplomado Edificios Inteligentes"  
Presentación World Trade Center

Ing. Guillermo Casar Marcos. "Diplomado Básico: Flexibilidad en los Edificios Inteligentes"

Mtro. Enrique Sanabria Atilano. "Edificios Inteligentes"

"Sistemas Avanzados para Edificios"  
Honeywell

Operación de Instalaciones, Equipos y Sistemas en Edificios Inteligentes  
Johnson Controls

**Ligas WEB**

<http://www.revista.unam.mx/vol.1/art3/edificios.html>

<http://www.nova.es/~mromero/domotica/caracter.htm>

<http://www.imei.org.mx/products.htm>

[http://alipso.com/monografias/2609\\_edificios/](http://alipso.com/monografias/2609_edificios/)

<http://www.cai.org.ar/tecnoconstruccion/edificios-intelig.html>

<http://www.wisc.uniandes.edu.co/~revista/articulos/edificio.html>

<http://www.monografias.com/trabajos14/domotica/domotica.shtml>

[http://www.metroscubicos.com/abargon/edit\\_opera/checklist.htm](http://www.metroscubicos.com/abargon/edit_opera/checklist.htm)

<http://www.latorremasinteligentedevalencia.com/inteligencia/beneficio.html>

[http://www.scinet-corp.com/asociados/index.htm?rsi\\_edificios.htm~index2](http://www.scinet-corp.com/asociados/index.htm?rsi_edificios.htm~index2)

<http://www.saulo.net>

<http://www.latorremasinteligentedevalencia.com/inteligencia/beneficio.html>

<http://www.sistemasinteligentes.8m.com/Que%20es%20un%20SI.htm#Domótica>

Actuador	Dispositivo que convierte una magnitud eléctrica (tensión o corriente) en una salida mecánica. Servomotor de accionamiento.
Ancho de banda	Término técnico que determina el volumen de información que puede circular por un medio físico de comunicación de datos, es decir, la capacidad de una conexión. A mayor ancho de banda, mejor velocidad de acceso; más personas pueden utilizar el mismo medio simultáneamente. Se mide en hertz o bps (bits por segundo).
ASCII	American Standard Code for Information Interchange, Código estándar americano para el intercambio de Información.
Asíncrono	Que no tiene un intervalo de tiempo constante entre cada evento.
Aspersión	Esparcimiento de agua u otro líquido en forma de pequeñas gotas: riego por aspersión.
Backbone	Parte de la red que soporta la mayor parte del tráfico de datos. También conocida como troncal, conecta redes más pequeñas o nodos, para crear redes de mayor tamaño. Normalmente transmite los datos a una velocidad más elevada que el resto de la red. En redes muy grandes, como Internet, puede haber varios troncales, cada uno de los cuales cubre grandes zonas de la red. En redes pequeñas, el troncal se puede llamar bus.
<b>Biométricos</b>	
BMS	Building Management System, Sistema Administrador de Edificios.
Bridge	Dispositivo que conecta dos o más redes físicas que utilizan el mismo protocolo de comunicaciones y encamina paquetes de datos entre ambas.
Buffer	Espacio de memoria que se utiliza como regulador y sistema de almacenamiento intermedio entre dispositivos de un sistema informático. Así, por ejemplo, las impresoras suelen contar con un buffer donde se almacena temporalmente la información a imprimir, liberando a la memoria del ordenador de dichos datos, y permitiendo que el usuario pueda seguir trabajando mientras se imprimen los datos. También existen buffers entre diferentes dispositivos internos del ordenador.
CCTV	Closed Circuit TV, Circuito cerrado de TV. Sistema sin difusión pública que utiliza cable para enlazar los equipos de producción de imagen (cámaras o grabadores), con los terminales receptores (televisores o grabadores) en edificios específicos.
Chillers	Equipos enfriadores de agua a través de refrigerantes, gas, etc.
Conmutación	Cambio de una conexión específica o el control de una determinada operación. Término general usado para describir la operación de un conmutador. Debido a que se asocia con el hardware, la conmutación suele tener una

	velocidad mayor que el enrutamiento. Además, la conmutación difiere del enrutamiento en que aquella emplea la dirección de hardware de un cuadro.
CSMA/CD	Carrier Sense with Multiple Access with Collision Detection. Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones. Red CSMA que tiene la capacidad de detectar los errores que resulten al transmitir simultáneamente varias estaciones.
DataBase File (DBF)	Es el formato nativo de archivos de datos de Clipper, que fue mostrada por primera vez en el Dbase III.
Datagrama	Conjunto de datos de características específicas. Paquetes de datos que viajan por una red.
Dimmer	Es un sensor que permite regular la intensidad luminosa.
Domótica	Es el "conjunto de servicios proporcionados por sistemas tecnológicos integrados, como el mejor medio para satisfacer estas necesidades básicas de seguridad, comunicación, gestión energética y confort, del hombre y de su entorno más cercano".
Ergonomía	Se emplea para definir la actividad de carácter multidisciplinario orientada al estudio de la conducta y las actividades de las personas, con la finalidad de adecuar los productos, sistemas, puestos de trabajo y entornos a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios. Su objetivo consiste, a este respecto, en optimizar la eficacia, la seguridad y el confort.
Firmware	Parte del software de una computadora que no puede modificarse por encontrarse en la ROM o memoria de sólo lectura. Es una mezcla o híbrido entre el hardware y el software, es decir tiene parte física y una parte de programación consistente en programas internos implementados en memorias no volátiles. Un ejemplo típico de Firmware lo constituye la BIOS.
Gateway	Dispositivo que une dos redes que utilizan diferentes protocolos de comunicaciones, convirtiendo la información de un protocolo a otro. Los gateways incluyen todo el hardware y software necesario para conectar diferentes sistemas operativos o redes locales a mainframes o redes WAN.
Hidroneumático	Que funciona mediante agua, aire o un fluido comprimido.
HTML	Hypertext Markup Language, Language de marcas de hipertexto. Lenguaje utilizado para crear documentos electrónicos, especialmente páginas Web que contiene conexiones llamadas hipervínculos (hiperlinks).
Hub	Dispositivo que integra distintas clases de cables y arquitecturas o tipos de redes de área local. Existe una palabra castellana para identificar un Hub, Concentrador. La puntualización es que el Concentrador está a nivel 1 de OSI.
HVAC	Heating Ventilation Air Condition, Sistema de Ventilación, Calefacción y Aire Acondicionado.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers. Instituto de

Inmótica	Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. La más alta tecnología es utilizada en edificaciones convirtiéndolas en "inteligentes". Edificios pensantes que a base de una central inteligente controla básicamente todos los sistemas instalados para reducir el consumo de energía y aumentar el confort.
Kilowatts	Unidad de medida de potencia.
Modularidad	Se refiere a la arquitectura de un equipo o instrumento, constituido por módulos fácilmente intercambiables.
Multiplexaje	Combinación de dos o más señales independientes sobre un único canal de transmisión.
NIC	Network Interface Card, Tarjeta de Interface de Red.
OEM	Original Equipment Manufactured, Fabricado como Equipo Original. Se aplica a las empresas que compran un producto a un fabricante y lo integran en un producto propio. Todos los fabricantes por ejemplo, que incluyen un Pentium en su equipo actúan como OEM. A veces, el término se aplica a productos distribuidos por mayoristas y que no incluyen el embalaje, el software y otros accesorios que se suministran con la versión comercial.
Ofimática	Es el software especializado para la productividad del trabajo de oficina, como son los procesadores de texto, hojas de cálculo, diseño de presentaciones, bases de datos, organizadores etc.
Portadora	
Presurización	Mantenimiento de la presión atmosférica de un recinto a niveles normales para los humanos, independientemente de la presión exterior.
Principio de superposición	
Programa batch	Secuencia lógica de instrucciones que se aplican a un proceso informático que tiene una serie de órdenes que se ejecutan sin la intervención del usuario.
Protocolo	Conjunto de reglas y normas que determinan cómo se realiza un intercambio de datos entre computadoras.
Radiofrecuencia	Cualquiera de las frecuencias de las ondas electromagnéticas empleadas en la radiocomunicación.
RDRAM	
Relé	Dispositivo electromecánico en el que por medio de un electroimán se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar circuitos eléctricos.
Router	Encaminador, dispositivo que une entre sí dos redes, de forma que la información que no va dirigida a la otra red, no pasa a ella.
Routing	Determinación del camino a tomar en la red por una comunicación o por un paquete de datos.
Set Point	Punto de referencia.
Sistemas Expertos	Son programas que reproducen el proceso intelectual de un experto humano en un campo particular, pudiendo mejorar su productividad, ahorrar tiempo y dinero, conservar sus valiosos conocimientos y difundirlos más fácilmente

Sprinklers	Rociadores.
SQL	Structure Query Language
Standalone	Operación de manera independiente
Switch	
TC (Terminal Control)	Terminales de control.
Token	Trama especial que pasa de una estación a otra para controlar la transmisión o cuando se esta tiene que enviar un paquete. Incluye información de prioridad, de forma tal que el control de la red lo pueda tomar solo una PC con igual o mayor prioridad.
Topología	Formas físicas de integrar y distribuir un red de computadoras. La topología a usar esta directamente relacionada con el tamaño de la red (n de PCs).
Transductor	Dispositivo que permite convertir algún tipo de energía en una señal electrica, la cual puede fácilmente transmitida, amplificada o filtradas.
XML	Extended Markup Language, Lenguaje de Marcas Extendidas.