

El Edificio Caldas: un Edificio de Alta Tecnología al Servicio de la Educación

Roberto Cárdenas C.

RESUMEN

La intención de este artículo es hacer un esbozo de las consideraciones técnicas que llevarán a que el Edificio Caldas (actualmente en construcción) cumpla con las necesidades actuales en cuanto a laboratorios, aulas e instalaciones para la enseñanza de la Ingeniería, enmarcados dentro del proyecto de Campus Inteligente (o mejor, controlado) que la Universidad está adelantando como parte de su política global de virtualización de su entorno.

Palabras clave: subsistema, aula, supervisión y control, servicios, campus, comunicaciones, cableado.

ABSTRACT

This article presents the technical considerations that will make possible The Caldas Building (in construction now) be in accordance with nowadays Universidad Distrital's demands related to laboratories, classrooms and facilities devoted to engineering teaching, which are included into The Advanced Controlled Campus project as part of its global University virtual environment project.

INTRODUCCIÓN

Los conceptos expresados en este artículo son el resultado de la evaluación de necesidades y requerimientos, factibilidad tecnológica de la solución [2] [3], cumplimiento de normas nacionales e internacionales aplicables, análisis del estado del arte [1] y de antecedentes colombianos en el área [2].

La definición de *ALTA TECNOLOGÍA* en proyectos de ingeniería de edificios va ligada a conceptos tales como:

- La **Comodidad** se traduce en las funciones que permiten tener mejores condiciones de actuación y de trabajo (Control Ambiental), tales como iluminación adecuada y climatización entre otras.
- La **Seguridad** es un aspecto básico que involucra las funciones de protección del patrimonio y del recurso humano, tales como control de ingreso y estacionamiento de vehículos; detección, alarma y combate de incendios; detección y control de actos de intrusión; monitoreo de imágenes; sistemas de intercomunicación. Se puede estar en capacidad de situar el monitoreo de cada parámetro de la Universidad en sitios en el nivel local, campus, metropolitano, nacional o internacional haciendo uso de la

red UDNET, adicionando así valor agregado a ella, o mediante proveedores de telecomunicaciones.

- La **Confiabilidad** es un factor específico de seguridad relacionado con el buen funcionamiento de los equipos y sistemas de infraestructura. Para ello se supervisa con equipos de óptima calidad el funcionamiento de cada subsistema como energía eléctrica, hidráulica y de gas, fuentes alternas y dispositivos de reserva. Adicionalmente se implementan sistemas administrativos de mantenimiento.
- La **Flexibilidad** significa que el sistema instalado es diseñado para aceptar nuevos recursos tecnológicos, equipos, sistemas y funciones. De la misma forma estará en capacidad de aceptar las tecnologías que corrientemente estén siendo usadas para que cumplan su ciclo de vida útil.
- La **Eficiencia** tiene que ver con el uso racional de los recursos para lograr un funcionamiento al menor costo con el máximo logro. Por tanto el sistema provee manejo energético y control de procesos, lo que lleva a tener un proyecto económicamente optimizado.
- La **Gestión** técnica y administrativa se aplica tanto a los usuarios como a las instalaciones. El sistema provee la información necesaria para que sea usada por el sistema de gestión mediante reportes y/o interoperatividad entre bases de datos.
- La **Interacción** entre los recursos humanos y tecnológicos de la Universidad es un factor de vital importancia. Esta interacción puede ser lograda mediante el desarrollo de la red UDNET y el desarrollo de proyectos de software.

Al instalarse sub-sistemas de última generación, la Universidad servirá como modelo a estudiantes y demás interesados en el área de Edificios de Tecnología Avanzada, permitiéndose así un análisis real de los sub-sistemas involucrados, potenciándose así la apertura de nuevas e interesantes áreas del conocimiento en la Universidad, además de cumplir con los objetivos anteriormente expuestos.

I. PLATAFORMA DE COMUNICACIONES

El esqueleto fundamental para todos los servicios planeados es una plataforma que tanto desde el punto de vista físico, de protocolos y aplicaciones sea universal.

Al instalarse sub-sistemas de última generación, la Universidad servirá como modelo a estudiantes y demás interesados en el área de Edificios de Tecnología Avanzada.

Se contará con un acceso inalámbrico a la red de datos en todos los pisos considerando que existe la tendencia de que tanto profesores como alumnos son o serán poseedores de terminales o computadores portátiles.

Desde el punto de vista físico y red LAN, se debe instalar una plataforma que por lo menos cumpla las siguientes características:

- Cada salida en el puesto de trabajo deberá cumplir con normas estandarizadas (TIA/EIA 568-A Category 5e)
- Cada salida en el puesto de trabajo debe ser la salida de un conmutador (switch 10/100).
- Backbone en fibra óptica y cable UTP Cat. 5 multipar de 25 pares.

El protocolo básico para los servicios que se instalan debe ser TCP/IP. Esto ofrecerá las siguientes ventajas:

- Ubicuidad en los servicios
- Compatibilidad en las redes LAN/WAN/ Intranet/Internet.

El Edificio tendrá un conmutador central (constituido por conmutadores apilados) el cual construye el punto central del backbone de fibra óptica con puertos Gigabit Ethernet, los cuales se conectan con conmutadores apilables en cada piso del edificio.

Los puertos Fast Ethernet (10/100 Mbps) de los conmutadores de piso serán usados por las diferentes estaciones y dispositivos del edificio, individualmente, lo que significa que no habrá la contención asociada con la tecnología Ethernet, siendo este un parámetro fundamental si se quiere enviar todas las señales de seguridad, detección de incendio y demás por la red de datos del edificio.

Actualmente se está evaluando la comunicación del edificio con los demás edificios de la Universidad utilizando redes inalámbricas que cumplan con IEEE 802.11b. Así mismo se contará con un acceso analámbrico a la red de datos en todos los pisos considerando que existe la tendencia de que tanto profesores como alumnos son o serán poseedores de terminales o computadores portátiles. De esta forma se podrá tener acceso a Internet u otro recurso, o funcionar de una forma cooperativa en cada clase cotidiana. Para estos efectos están en preparación los estudios de propagación dentro del edificio y entre edificios. IEEE 802.11 define los parámetros para radio de alto desempeño y una interoperabilidad de fabricantes verdadera (sobre el aire).

II. CONSIDERACIONES ACERCA DEL CABLEADO DE TELECOMUNICACIONES

El cableado del edificio deberá seguir los lineamientos de las normas EIA/TIA-568-A “Commercial Building Telecommunications Cabling Standard” categoría 5e e ISO 11801.

Las opciones de cableado reconocido para el backbone (conexión vertical) de los actuales edificios son:

- Cable UTP de 100 Ω
- Cable STP-A de 150 Ω
- Cable de fibra óptica 62.5/125 μm
- Cable de fibra óptica mono-modo.

En la Tabla I se hace un análisis de las posibles necesidades de comunicaciones y medios de transmisión del Edificio Caldas. El cableado y los equipos activos deberán ser compatibles con estos requerimientos

VOZ			
Voz (teléfono)	Nombre de la red	Frecuencias	Velocidad
RDSI y digital	RDSI	Cat. 3 < 10 Mhz	n x 64 Kbps
Análoga	Conmutación telefónica	300 a 400 Hz	< 56 Kbps
DATOS			
Datos (computador)	Nombre de la red	Frecuencias (categoría requerida)	Velocidad
Gigabit Ethernet Fibra óptica	1000 base X	1.25 Ghz	1000 Mbps
Gigabit Ethernet	1000 base T	1 a 250 Mhz (< categoría 5e)	1000 Mbps (4x250 Mbps)
ATM	ATM 155	1 a 100 Mhz (categoría 5e)	155 Mbps
Ethernet Fibra óptica	100 base FX	0.5 a 1 Ghz	100 Mbps
Fast Ethernet	100 base TX	1 a 80 Mhz	100 Mbps
Token ring	Token ring	1 a 16 Mhz (categoría 4)	16 Mbps
Ethernet	10 base T	1 a 10 Mhz (categoría 3)	10 Mbps
IMAGEN			
Imágenes	Nombre de la red	Categoría requerida	Velocidad
Video interno	Video banda base	Categoría 3 Categoría 5	Análoga
Video conferencia	RDSI	Categoría 3	128 Mbps 384 Mbps

Tabla I. Necesidades de comunicación y medios de transmisión

Normalmente los controladores para edificios inteligentes se interconectan por medio de una red RS-485 soportada por un cable STP de un par, el cual no está reconocido para ir sobre el backbone. Por tanto los sistemas que se instalen deberán poderse conectar a la red LAN planeada para el edificio. Esto involucra también que por cada piso tendrá que haber un controlador o controladores que concentren todos los servicios que se instalen en ese piso.

Si se tiene cámaras de video para vigilancia, estas se deberán conectar al sistema de cableado estructurado por medio de una interfaz cambiadora de medio coaxial a UTP. En este punto no se desconoce que existen cámaras que pueden conectarse a la red LAN pero no se recomendarían para este proyecto por su mayor costo comparado con las cámaras normales, por ocupar ancho de banda valioso en la red LAN y por no ofrecer una secuencia continua de visualización de la escena.

El cableado horizontal para detectores de movimiento, detectores de monóxido de carbono (en parqueaderos), detectores de ruptura de vidrio, lec-

tores de control de acceso, actuadores, medidores, sistema de detección de incendio, buses de campo, etc. no está dentro del panorama del estándar EIA/TIA-568-A, por tanto en este caso se seguirán las recomendaciones específicas para cada subsistema (por ejemplo para incendio NFPA-72).

Los cableados de datos, telefonía y control deberán terminar en un panel ubicado en cada piso. De igual forma el edificio tiene un sitio central de concentración de cableado del backbone. Para salas con múltiples computadores se recomienda el uso de módulos de piso preconstruidos para cableado de datos y potencia de tal manera que optimicen el ancho de banda y provean un sistema de cableado administrable y escalable.

III. SISTEMA INTEGRADO DE SEGURIDAD

Básicamente este subsistema integra los subsistemas de detección de intrusión, fuego, control de activos y control de acceso. Estos subsistemas se conectan a un panel que a su vez tendrá una interfaz Ethernet TCP/IP para ser conectado a la red LAN y deberá tener certificación AA equivalente de UL para garantizar su adecuado funcionamiento sobre redes de datos. Para conservar el cumplimiento de las recomendaciones de cableado para edificios (EIA/TIA 568-A), cada piso tendría que tener un panel de este tipo. Según las características del proyecto por piso podríamos tener como máximos:

- 246 puntos de entrada/salida
- 8 puertas con control de acceso
- 1000 usuarios por piso para control de acceso.

El sistema de control de acceso es importante en un proyecto como este, dado el carácter de Institución Pública que tiene. Deberán tener Control de Acceso las áreas neurálgicas de la parte administrativa, operativa (centros de cómputo, servidores, etc.), almacenes de equipos, archivos, etc. Normalmente se usa la tecnología de proximidad, aunque en sitios críticos no hay que descartar el uso de sistemas biométricos. Se ha planeado control de acceso para acceso de servicios de los salones, el cuarto de seguridad, el ascensor y la entrada a los parqueaderos.

El acceso de servicios de los salones opera de la siguiente forma: en cada piso existe una lectora, a la cual el profesor o la persona autorizada debe presentar una tarjeta de proximidad. Si coincide la identificación y hora, esta persona podrá utilizar los recursos como iluminación, video beam, telón, etc. de un salón específico. En los salones, la iluminación estará habilitada mediante detección de movimiento, de tal forma que cuando no haya ocupación no habrá iluminación y por ende ahorro de energía. Una parte importante del control de acceso es el control del parqueadero.

Normalmente una entrada vehicular consta de:

- Vara electromecánica
- Dos sistemas detectores de autos basados en “loops” instalados bajo el piso
- Lectora de proximidad de largo alcance, manejada por el sistema de control de acceso.

Los diferentes paneles reportan a una estación también conectada a la red LAN TCP/IP, la cual está corriendo un software de automatización el cual realiza reportes, configuración de controladores, entrada a bases de datos de personal, control de seguridad, visualización gráfica, ronda de guardias, control de iluminación. Adicionalmente, el sistema integrado de seguridad debe poderse integrar al sistema de monitoreo remoto, el cual puede ser por CDPD (Cellular Digital Packet Data).

IV. SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISION

Este sistema se diseña con un concepto corporativo. Esto es, que puede ser accedido desde cualquier punto de la red de datos por personal autorizado, inclusive por la entidad prestadora del servicio de monitoreo de alarmas por medio de un enlace telefónico normal o RDSI. Se preferirá un sistema de grabación digital por las ventajas que con lleva su almacenamiento y manipulación informática.

Las señales provenientes desde las cámaras son transportadas en el backbone por los medios físicos recomendados por la norma EIA-568-A. La visualización es obtenida por el monitor del sistema de grabación digital, y por monitores conectados a los multiplexores conectados al sistema de grabación. Los multiplexores están equipados con detección de movimiento por video, de tal forma que pueden suministrar una señal de alarma al sistema de monitoreo si ocurre esta eventualidad en un horario específico.

V. SISTEMA DE COMANDO

Como ya se ha mencionado, el sistema Integrado de Seguridad tiene entradas para cada uno de los sensores instalados. Deberá también tener salidas para control y reacción.

Se debe poder comandar desde la sala de control aspectos como apertura/cierre de la puerta de parqueaderos, ascensor, telones, iluminación, circuitos eléctricos, ventiladores (los cuales se pueden prender automáticamente), etc. Esta característica puede ser encargada al sistema Integrado de Seguridad ya que dentro de sus componentes cuenta con controladores de entrada/salida. El sistema de comando centralizado es importante porque se asegura que los controles del edificio serán solo manipulados por personal autorizado.

Estos sub sistemas se conectan a un panel que a su vez tendrá una interfaz Ethernet TCP/IP para ser conectado a la red LAN y deberá tener certificación AA equivalente de UL para garantizar su adecuado funcionamiento sobre redes de datos.

El video y audio son distribuidos en el edificio haciendo uso de amplificadores de distribución de audio y video, adaptadores de medio para acceder al backbone y enrutadores de video y audio ubicados en cada piso.

El proveedor de los equipos deberá suministrar sus protocolos de comunicaciones para que la Universidad pueda desarrollar su sistema integrador basado en Web. Este proyecto será desarrollado por estudiantes de la Maestría en Teleinformática y en este momento se están dando los primeros pasos para iniciarlo.

VI. SUPERVISIÓN DE SERVICIOS BASICOS

Este subsistema monitorea y controla las variables indispensables para que la instalación funcione. Los equipos básicos que lo conforman son la subestación eléctrica, el cuarto de bombas, unidades de aire acondicionado, planta de emergencia, transferencia automática. Se requiere compatibilidad de bases de datos y fácil accesibilidad a ellos (servidor Web). Complementando los servicios se contempla tener telefonía IP, videoconferencia y video bajo demanda.

VII. SISTEMA DE VIGILANCIA Y CONTROL DE ACTIVOS

Uno de los problemas que se encuentran en estos proyectos es ¿cómo evitar el robo de los activos? Existen sistemas electrónicos que ayudan grandemente a este objetivo. Uno de los más sencillos es el uso de etiquetas adheridas en el interior (o exterior) de los equipos que se quiere cuidar, Estas etiquetas son detectadas por medio de antenas situadas en las salidas del edificio y aplican el principio acustomagnético para funcionar.

Otra tecnología a tener en cuenta para el control de activos en el de los tags reescribibles. Estos tags se pegan en los objetos a ser controlados y se les puede escribir/leer más de 1000 bits con información relativa al activo por medio de técnicas inalámbricas.

La información de estos tags puede ser leída/escrita por una variedad de sistemas como portales, lectoras manos libres o lectoras portátiles y puede servir tanto para vigilancia electrónica de bienes como para control de activos. Existe además la tecnología que implementa transmisores activos que comienzan a funcionar cuando surge un estado anormal. Esta tecnología tiene la gran virtud de su alcance y cubrimiento.

VIII. DISTRIBUCIÓN DE AUDIO Y VIDEO

El sistema de audio cubre los salones, pasillos, escaleras, terrazas, cumpliendo con las siguientes funciones:

- Distribución de las señales provenientes de fuentes como audio de televisión y radio, conferencias en vivo, grabaciones, etc.
- Sonido para evacuación.

Su distribución en el backbone se hace por los medios especificados en la EIA.568-A.

De igual forma el sistema de video distribuye la señal proveniente de diferentes fuentes (televisión, grabaciones, etc.) selectivamente en el Edificio. La señal banda base es dirigida a un salón o área específica, donde es recibida por la entrada de video compuesto de un (unos) video beam (s) y desplegada por el (los) mismo (s). La distribución por el backbone se hace por los medios físicos recomendados. Para audio y video también se cuenta con sistemas de grabación. Esto es aplicable para conferencias, cursos, mensajes institucionales, etc. El auditorio y el centro de control estarán interconectados para tal efecto.

El video y audio son distribuidos en el edificio haciendo uso de amplificadores de distribución de audio y video, adaptadores de medio para acceder al backbone y enrutadores de video y audio ubicados en cada piso. Dichos enrutadores son comandados desde la Cuarto de Control. El video es llevado hasta el videobeam instalado en el salón y el audio es llevado a dos amplificadores de 5 watts, los cuales alimentan dos parlantes ubicados también en el salón. Los routers tienen salidas suficientes para alimentar las zonas públicas del piso por medio de un amplificador de piso. El amplificador de 5 watts puede ser desarrollado por estudiantes de la Universidad y la selección se haría por concurso.

IX. SUBSISTEMAS PARA AULAS

Se ha planeado que las aulas estén integradas a los subsistemas del edificio, lo que facilita su administración y contarán con las tecnologías que deben hacer posible la óptima asimilación del conocimiento. A continuación se mencionan algunas de esas tecnologías y subsistemas.

Ayudas Audiovisuales: se han considerado los siguientes componentes: telón electromecánico, proyector de video (Video beam) con su respectivo módulo de seguridad y amplificación de audio.

El proyector de video tendrá dos funciones principales. La primera es recibir la señal RGB proveniente del computador del expositor, ubicado en el aula. La segunda es recibir la señal de video compuesta proveniente desde la sala de control del edificio. Esta señal de video proviene de una de variadas fuentes como videograbadora, discos compactos o DVD, señal de televisión, etc.

Se equipará el aula con dos amplificadores de 5 a 10 watts con sus respectivos parlantes, para amplificar el sonido enrutado desde la sala de control del edificio. En el aula existirá un control de volumen. También es deseable tener un software de control desde el aula que actúe sobre las fuentes de señal ubicadas en el Cuarto de Control.

Control de Iluminación: para lograr el control del nivel de la iluminación se tendrán en el aula por lo menos tres circuitos de iluminación y se podrá hacer con luz fluorescente. Las lámparas deberán ser continuas e instaladas en forma paralela a las filas de los pupitres de tal forma que iluminan sobre el área de escritura. El aula contará con un sensor de presencia el cual desactivará la iluminación si en el salón no se encuentra ningún usuario.

Control de Acceso: el acceso a los servicios del aula se tendrá por medio de la presentación de una tarjeta de proximidad, cuya lectora está ubicada en el piso del aula. El sistema de automatización comprobará la identificación, hora y sitio autorizado, y así finalmente activará o no los servicios de un aula específica. Una vez que se abandone el aula se deberá de nuevo presentar la tarjeta de proximidad.

Sistema de Monitoreo: un aula podrá funcionar solamente en un horario específico. Por fuera de este horario, se considerará como una intrusión si alguien intenta penetrarlo. Su uso tendrá que ser autorizado por un supervisor, quien tendrá una tarjeta autorizada para el efecto. Toda operación de autorización y detección de intrusión quedará grabada en el log del sistema. En este ítem también se incluyen un detector de humo tipo fotoeléctrico que forma parte del sistema de detección de incendio y detectores de apertura para el módulo de seguridad del proyector de video y módulo de servicio.

Comunicación de Datos: la red de comunicación de datos del edificio es el eje central para la accesibilidad de gran número de servicios. Cada aula tendrá dos tomas de datos de 10/100 Mbps.

Alimentación de Energía: para cada aula existirán los siguientes circuitos eléctricos:

- Un circuito de iluminación el cual estará dividido en tres secciones controladas por interruptores.
- Circuito para conectar computadores portátiles. Este circuito no es regulado. A este circuito también se conectará el módulo de seguridad del video proyector.
- Circuito para proyector de video, amplificador de audio, intercomunicador, dos tomas dobles para los equipos del expositor (ubicadas en el módulo de servicio). Este circuito es alimentado por la UPS.

Se debe tener en cuenta que estos circuitos son activados con el sistema de control de acceso y la activación de la iluminación depende adicionalmente del sistema de detección de presencia.

Pizarra: el salón tendrá una pizarra porcelanizada para ser usada con marcadores de tinta borrable. Los tableros son susceptibles de ser convertidos en ta-

bleros electrónicos con aditamentos ultrasónicos, permitiendo colocar en formato electrónico todo lo escrito sobre él.

Módulo de Servicio: este módulo es usado por el responsable del aula y contendrá el control remoto del proyector de video, el control de volumen, el control del módulo de seguridad del proyector de video, entrada de micrófono, dos tomas dobles con voltaje regulado, dos tomas modulares RJ-45 de datos.

Reloj: cada aula tendrá un reloj el cual estará sincronizado con la base de tiempo del edificio. Esta base de tiempo sincronizará también los computadores y servidores del edificio haciendo uso del protocolo NTP.

X. SUBSISTEMAS PARA LABORATORIOS

Además de tener los subsistemas mencionados para las aulas, los laboratorios contarán con sistemas modulares especializados para la enseñanza de las diferentes disciplinas, tableros de distribución de potencia dedicados, software para laboratorios virtuales, con el objeto de que los estudiantes tengan un fundamento teórico antes de que se enfrenten a los laboratorios reales, lo que involucra tener servidores que puedan ser accedidos inclusive desde Internet.

CONCLUSIONES

Están dadas las circunstancias para poder entregar a la sociedad un proyecto de ingeniería significativo, el cual además de resolver una vieja necesidad, se constituye en la vía de entrada al ejercicio de disciplinas no tradicionales en la Universidad, lo que amplía su portafolio de conocimiento y vincula en su ejecución a todos sus estamentos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Díaz J.C., La ingeniería en edificios de alta tecnología, Aravaca (España): McGraw-Hill/Interamericana de España, 1999.
- [2] Legrand/Luminex, Voz, Datos e Imágenes, Bogotá, 2000.
- [3] Cisco Systems, Arquitectura para Voz, Video y Datos Integrados, Bogotá, Seminarios Cisco, 2001.
- [4] Luna A., Un gigante seguro y eficiente. Interioridades de un edificio inteligente en Colombia, Atlanta: Revista Seguridad Latina, Agosto/Septiembre 1998.
- [5] Forero R., Edificio Inteligente, la evolución de un concepto, Bogotá: Revista Protección y Seguridad, Mayo-Junio 1995.
- [6] Flax B.M., Intelligent Buildings, New York: IEEE Communications Magazine, April 1991.

Roberto Cárdenas C.

Ingeniero Electrónico, U. Distrital, Magíster en Teleinformática U. Distrital, Profesor de la Facultad de Ingeniería en la Maestría y Especialización en Teleinformática U. Distrital. Es consultor en el proyecto del Edificio. bitek@multi.net.co

Están dadas las circunstancias para poder entregar a la sociedad un proyecto de ingeniería significativo, el cual se constituye en la vía de entrada al ejercicio de disciplinas no tradicionales en la Universidad.