

**ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN (BAS) DEL EDIFICIO
DE INVESTIGACIONES DE LA SEDE GUATIGUARÁ DE LA UIS, ACORDE
CON EL ESTÁNDAR INSTITUCIONAL**

**FABIÁN HUMBERTO ZABALA CALDERÓN
LUIS MIGUEL BENAVIDES AMADO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2018

**ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN (BAS) DEL EDIFICIO
DE INVESTIGACIONES DE LA SEDE GUATIGUARÁ DE LA UIS, ACORDE
CON EL ESTÁNDAR INSTITUCIONAL**

**FABIÁN HUMBERTO ZABALA CALDERÓN
LUIS MIGUEL BENAVIDES AMADO**

**Trabajo de grado para optar por el título de
INGENIERO ELECTRÓNICO**

Director

MANUEL JOSÉ ORTIZ RANGEL

MID en ingeniería

Codirector

JUAN DAVID BASTIDAS RODRÍGUEZ

Ph.D. en ingeniería

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2018

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	14
1. OBJETIVOS.....	19
1.1. OBJETIVOS GENERALES.....	19
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
2. MARCO TEÓRICO.....	21
SISTEMA BAS.....	21
2.1. DEFINICIÓN:.....	21
2.2. COMPONENTES.....	22
2.2.1. Sistema de detección y notificación de incendios.....	22
2.2.2. Sistema de control de accesos.....	23
2.2.3. Subsistema de control de iluminación.....	25
2.2.4. Circuito cerrado de televisión.....	25
2.2.5. Control de activos.....	27
2.3. NORMATIVIDAD APLICADA.....	27
2.3.2. ANSI (American National Standards Institute).....	28
2.3.3. ITU (International Telecommunication Union).....	28
2.3.4. IEC (International Electrotechnical Commission).....	28
2.3.5. NFPA (National Fire Protection Association).....	29
2.3.6. IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).....	31
2.3.7. Norma IEC 529.....	31
2.3.8. Norma TIA/EIA-568-B.....	31

2.3.9. Norma TIA/EIA-569-A	32
3. METODOLOGÍA.....	33
3.1.ADQUISICIÓN, SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE.....	34
3.2.VERIFICACIÓN DE LA PERTINENCIA DEL DISEÑO ANTERIOR.....	37
3.2.1. Subsistema de control de accesos.....	38
3.2.2. Subsistema de detección y notificación de incendios.....	39
3.2.3. Subsistema de circuito cerrado de televisión.	41
3.2.4. Subsistema de aire acondicionado.....	42
3.2.5. Subsistema de control de iluminación.	42
3.3.ACTUALIZACIÓN DE LOS DISEÑOS EXISTENTES.	42
4. ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS	43
5. ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE DETECCIÓN Y NOTIFICACIÓN DE INCENDIOS.	45
6. ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN.....	47
7. ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE CONTROL DE ACTIVOS.....	50
8. ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE SEGURIDAD E INTRUSIÓN.....	52
9. ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DE COMUNICACIONES DEL SUBSISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.....	54
10. ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL CENTRO DE CONTROL Y MONITOREO.....	55
11. MATRIZ DE DESGLOSE DE RESULTADOS	59

12. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN.....	61
13. CONCLUSIONES.....	64
14. RECOMENDACIONES	66
CITAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
BIBLIOGRAFÍA.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Building Automation System	14
Figura 2: Componentes básicos de un sistema de detección y notificación de incendios.....	23
Figura 3: Componentes básicos de un sistema de control de accesos.	24
Figura 4: Componentes básicos de un sistema de circuito cerrado de televisión.	26
Figura 5: Metodología utilizada para el desarrollo del presente proyecto.	33

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Disposición de componentes arquitectónicos y de automatización.....	34
Tabla 2: Disposición de equipos instalados para el sistema de circuito cerrado de televisión.....	47
Tabla 3: Matriz de desglose de resultados.....	59
Tabla 4: Presupuesto de inversión.....	61

LISTA DE ANEXOS

Para la complementación de este documento se presenta en los Anexos los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto dispuestos de la siguiente manera:

Ver anexos adjuntos en el CD y pueden visualizarse en la base de datos de la biblioteca UIS.

Anexo A: Análisis Unitario, costos y presupuesto.

Anexo B: Especificaciones Técnicas.

Anexo C: Fichas técnicas de los componentes a instalar.

Anexo D: Planos subsistema de control de accesos.

Anexo E: Planos subsistema de detección y notificación de incendios.

Anexo F: Planos subsistema de control de activos.

Anexo G: Planos subsistema de seguridad e intrusión.

Anexo H: Planos circuito cerrado de televisión.

Anexo I: Actas de registro de actividad.

Anexo J: Matriz de alcance de resultados.

Anexo K: Base de datos elementos para control de activos.

Anexo L: Base de datos gases.

Anexo M: Recolección de información relevante.

RESUMEN

TITULO: ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN (BAS) DEL EDIFICIO DE INVESTIGACIONES DE LA SEDE GUATIGUARÁ DE LA UIS, ACORDE CON EL ESTÁNDAR INSTITUCIONAL*

AUTORES: LUIS MIGUEL BENAVIDES AMADO
FABIÁN HUMBERTO ZABALA CALDERÓN**

PALABRAS CLAVE: AUTOMATIZACIÓN, CONTROL, BAS, DETECCIÓN, NOTIFICACIÓN.

DESCRIPCIÓN:

El diseño del sistema de automatización (BAS) fue contratado con la empresa SICCON LTDA y su alcance incluyó los diseños del sistema de integración, control de accesos, circuito cerrado de TV, detección y notificación de incendio, control de iluminación y control del sistema de aire acondicionado. La plataforma de integración seleccionada fue Johnson Controls acorde con el mismo estándar definido para el edificio CENTIC ubicado en la sede principal.

El presente trabajo de investigación involucra la actualización y complementación del diseño del sistema BAS del EDI, con el propósito de lograr su compatibilidad con la plataforma BAS institucional de Schneider Electric. El trabajo se fundamentó en la labor de campo para recopilar información de los sistemas de seguridad adoptados parcialmente y de los ambientes de investigación actualmente en uso. Adicionalmente se involucró la caracterización de los espacios técnicos disponibles y la infraestructura existente para el cableado de los dispositivos de campo.

*Trabajo de Grado

**Facultad de ingenierías fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones, Director: Manuel José Ortiz Rangel, MID en ingeniería, Codirector: Juan David Bastidas Rodríguez, Ph.D. en ingeniería

ABSTRACT

TITLE: UPDATE OF THE AUTOMATION SYSTEM (BAS) OF THE RESEARCH BUILDING OF THE UIS SITE GUATIGUARÁ, ACCORDING TO THE INSTITUTIONAL STANDARD *

AUTHORS: LUIS MIGUEL BENAVIDES AMADO
FABIÁN HUMBERTO ZABALA CALDERÓN**

KEYWORDS: AUTOMATION, CONTROL, BAS, DETECTION, NOTIFICATION.

DESCRIPTION:

The design of the automation system (BAS¹) was contracted with the company SICCON LTDA and its scope included the designs of the integration system, access control, closed circuit TV, fire detection and notification, lighting control and control system air conditioner. The integration platform selected was Johnson Controls according to the same standard defined for the CENTIC² building located at the main headquarters.

The present research work involves updating and complementing the EDI BAS system design, in order to achieve compatibility with the institutional BAS platform of Schneider Electric. The work was based on fieldwork to collect information from partially adopted security systems and the research environments currently in use. Additionally, the characterization of the available technical spaces and the existing infrastructure for the wiring of the field devices was involved.

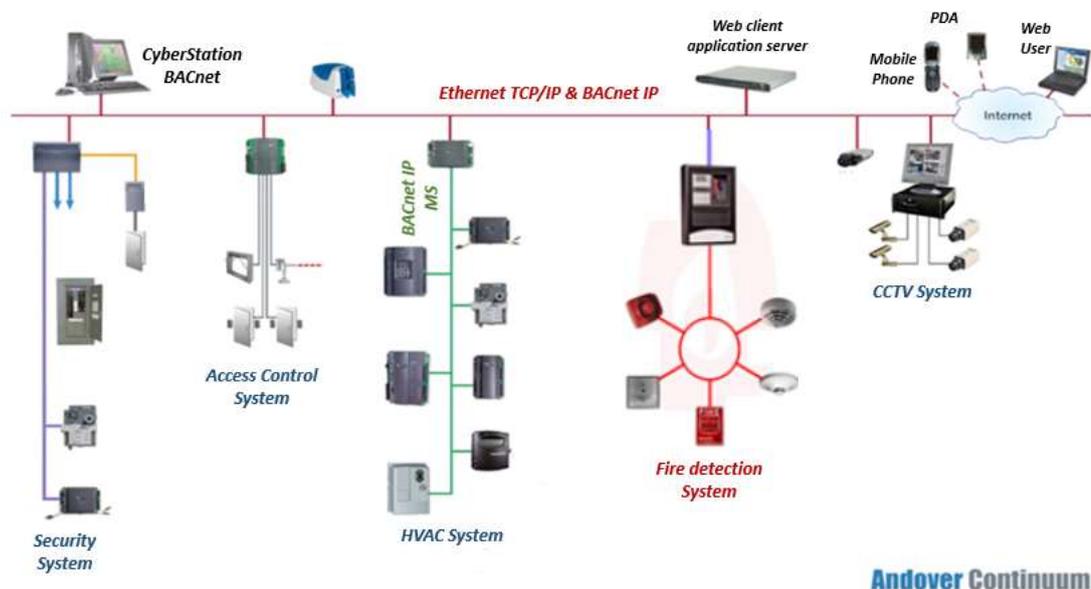
*Bachelor Thesis

**Facultad de ingenierías fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería eléctrica, electrónica y de telecomunicaciones, Director: Manuel José Ortiz Rangel, MID en ingeniería. Codirector: Juan David Bastidas Rodríguez, Ph.D. en ingeniería.

INTRODUCCIÓN

Un sistema **BAS** (Building Automation System) se compone de diferentes subsistemas que se encargan de actividades específicas e independientes pero que en conjunto conforman un sistema integrado y con capacidad para el monitoreo y el control de la seguridad, el confort y la eficiencia energética de la edificaciones, estos subsistemas se dedican principalmente al control de la iluminación, el control de accesos, la detección y notificación de incendios, el control de activos, climatización (aire acondicionado), el circuito cerrado de televisión (CCTV) y demás subsistemas que se incorporan dependiendo de las necesidades de cada edificio y el nivel de automatización requerido [1]. La figura No. 1 presenta un esquema típico de los componentes de un sistema de automatización para una edificación.

Figura 1: Building Automation System [2]



Un sistema BAS requiere una comunicación permanente entre los diferentes componentes para advertir oportunamente las notificaciones y garantizar acciones

inmediatas en las áreas y equipos monitorizados. La comunicación entre los diferentes subsistemas mejora el tipo de respuesta que debe existir entre los componentes, por ejemplo, la iluminación y el control de accesos se pueden parametrizar para una operación sincronizada de manera que al detectar un cambio de estado en la condición de acceso de una puerta controlada para una área específica, el sistema de iluminación cambie el estado de encendido o apagado de las luminarias instaladas en dicha área sin intervención de usuario final, logrando prolongar la vida útil de las luminarias y la reducción del consumo energético, entre otros aspectos [3].

En la ciudad de Bucaramanga se ha presentado un crecimiento importante durante la última década en cuanto a la construcción de edificaciones con sistemas BAS, especialmente en el sector institucional y comercial. Esta es una tendencia global se ha facilitado con el desarrollo de las tecnologías para los sistemas de automatización, marcando una tendencia en cuanto a la innovación en los sistemas de seguridad y confort de las edificaciones, algunos casos locales son el centro Comercial Cacique, Ecoparque Empresarial Natura, el Centro Comercial Caracolí, el edificio Metropolitan Business Park y Green Gold Business Center.

La UIS como parte importante de la región es una de las instituciones que cuenta con sistemas BAS en sus edificaciones. EL edificio CENTIC fue pionero en la institución en la incorporación de este tipo de tecnologías, posteriormente la sede principal adoptó el sistema BAS con los componentes de control de accesos y CCTV en la sede principal y la facultad de salud, en el 2011 la escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E3T), y actualmente se encuentran en construcción el edificio de la escuela de ingeniería Mecánica en la sede principal y el edificio gestión empresarial en ciencia y tecnología (GECT I) en la sede Guatiguara, El sistema BAS del CENTIC se basa en la plataforma de Johnson Controls ®, sin embargo, debido a la dificultad para obtener soporte técnico y mantenimiento y la falta de capacitación en la zona para sistemas BAS basados en

la plataforma de Johnson Controls, se adopta para los demás edificios y como plataforma institucional el sistema BAS de Schneider Electric ® que cuenta con varias empresas certificadas en la zona.

El parque tecnológico Guatiguará ubicado en el municipio de Piedecuesta, es donde se lleva a cabo gran parte de la investigación de la institución, en este parque se encuentra el edificio de investigaciones el cual fue el objetivo del desarrollo de este proyecto, teniendo en cuenta que el EDI ya contaba con un diseño previo de automatización basado en la plataforma de Johnson Controls ®, del cual solo se ejecutaron partes de algunos subsistemas como aire acondicionado, control de accesos y sistema de detección y notificación de incendios solo en dos laboratorios, circuito cerrado de televisión el cual funciona independiente y parte del sistema de detección y notificación de incendios, por esta razón se ha planteado este proyecto como una actualización y mejoramiento del sistema general de automatización basado en los estándares institucionales y en el sistema BAS de Schneider Electric incluyendo los elementos necesarios para completar un diseño seguro, eficiente y confiable.

De esta manera, el lector puede encontrar en el presente documento el desarrollo del proyecto de actualización del diseño del sistema de automatización del edificio BAS de la sede Guatiguara consignado en once capítulos generales así:

- En el primer capítulo de este documento se presentan los objetivos a desarrollar para el cumplimiento del presente proyecto.
- Se establece en el segundo capítulo el marco teórico a tener en cuenta para el conocimiento y ejecución de este proyecto referente a los diferentes componentes de un sistema BAS, tales como, sistema de detección y notificación de incendios, sistema de control de accesos, sistema de control de iluminación, sistema de circuito cerrado de televisión, y sistema de control de activos.

Adicionalmente en este segundo capítulo se presenta la normatividad aplicada en la actualización del sistema BAS del edificio de investigaciones.

- En el tercer capítulo se presenta la metodología a llevar a cabo para el cumplimiento de los objetivos del proyecto establecidos anteriormente, de esta manera, en el ítem 3.1 se establece la manera en la que se realizó el desarrollo de la recopilación de la información de requisitos institucionales sobre sistemas BAS, tipos de laboratorios y procesos desarrollados dentro del EDI, diseño anterior del sistema de automatización del EDI y componentes lógicos que se encuentran instalados correspondientes a un sistema BAS. En el ítem 3.2 se presenta el proceso de verificación de la pertinencia del diseño de automatización existente para el edificio de investigaciones EDI.

Del cuarto al noveno capítulo del presente documento se presenta de forma detallada los pasos a seguir para conseguir los objetivos de actualización de diseño para los diferentes subsistemas de automatización, presentados de la siguiente manera:

- Cuarto capítulo: Actualización del diseño del subsistema de control de accesos.
- Quinto Capítulo: Actualización del diseño del subsistema de detección y notificación de incendios.
- Sexto Capítulo: Actualización del diseño del subsistema de circuito cerrado de televisión.
- Séptimo Capítulo: Actualización del diseño del subsistema de control de activos.
- Octavo Capítulo: Actualización del diseño del subsistema de seguridad e intrusión.
- Noveno Capítulo: Actualización del diseño de comunicación del subsistema de calefacción (aire acondicionado)

- El décimo capítulo presenta la actualización de diseño del centro de control y monitoreo para la unificación de los subsistemas de automatización mencionados anteriormente.
- Se establece en el capítulo once los resultados obtenidos con el desarrollo de este proyecto bajo la matriz de desglose de resultados.
- Finalmente, en el capítulo doce, el lector puede encontrar las conclusiones y recomendaciones referentes a la actualización del diseño del sistema BAS del edificio de investigaciones (EDI)

1. OBJETIVOS

A continuación, se presentarán los objetivos que se han planteado desarrollar con la realización del presente trabajo de grado.

1.1. OBJETIVOS GENERALES

Actualizar el diseño del sistema de automatización (BAS) del edificio de investigaciones (EDI) de la UIS, acorde a la plataforma institucional Andover Continuum. Involucra la verificación y/o actualización de los requisitos físicos y lógicos de los subsistemas de detección y notificación de incendio, control de accesos, circuito cerrado de TV y control de activos.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

El cumplimiento del objetivo general del trabajo de grado comprende:

- Realizar el estudio de las áreas comunes (pasillos, corredores, escaleras, ascensores), de servicio y laboratorios el EDI de acuerdo a las diferentes necesidades de uso de los laboratorios, incluye la identificación de sustancias inflamables que hacen parte de los procesos realizados en algunos laboratorios.
- Actualizar el diseño del sistema de automatización integrando los componentes lógicos y subsistemas que permitan hacer seguimiento a cada actividad de control propuesta, con el fin de brindar seguridad al personal y equipos involucrados, de acuerdo a la plataforma BAS (Building Automation System) adoptada institucionalmente en la sede principal.

- Actualizar el diseño del sistema de detección y notificación de incendios, haciendo énfasis en los laboratorios que presentan gases inflamables.
- Actualizar el diseño del sistema de control de accesos.
- Actualizar el diseño del sistema de control de iluminación.
- Actualizar el diseño del sistema de Circuito cerrado de televisión.
- Diseñar el centro de monitoreo y control del sistema de automatización donde convergen los sistemas anteriormente mencionados.

2. MARCO TEÓRICO

SISTEMA BAS

2.1. DEFINICIÓN:

Un sistema **BAS** (Building Automation System) es un control centralizado automático de la calefacción, la ventilación, los detectores de incendios, el aire acondicionado, iluminación y otros componentes a través de un sistema de automatización y ahorro energético (BAS). Los objetivos de la automatización de edificios son mejorar el confort de los ocupantes, el funcionamiento eficiente de los sistemas de construcción, y la reducción del consumo de energía y los costos de operación y mejorar el ciclo de vida de los servicios públicos.

Un sistema BAS está compuesto de varios subsistemas que permiten dentro de una edificación el control de iluminación, control de accesos, detección y notificación de incendios, control de activos, climatización (aire acondicionado), control de seguridad CCTV (Circuito Cerrado de Televisión), que permiten garantizar la seguridad y el confort dentro de la edificación.

Algunas funciones de un sistema BAS son mantener el control climático dentro de un rango especificado, proporciona iluminación a las habitaciones en base a un calendario de ocupación (en ausencia de interruptores abiertos en sentido contrario), supervisión de fallas de funcionamiento y fallas de dispositivos en todos los sistemas, y generación de alarmas por mal funcionamiento. Un sistema BAS típico reduce los costos de construcción y mantenimiento de energía en comparación con un edificio no controlado. Los sistemas BAS con el paso de los años se han convertido en parte importante de las edificaciones, por lo general

financiados a través del ahorro de energía y de seguros, y otros ahorros asociados con el mantenimiento preventivo y detección de fallas [4].

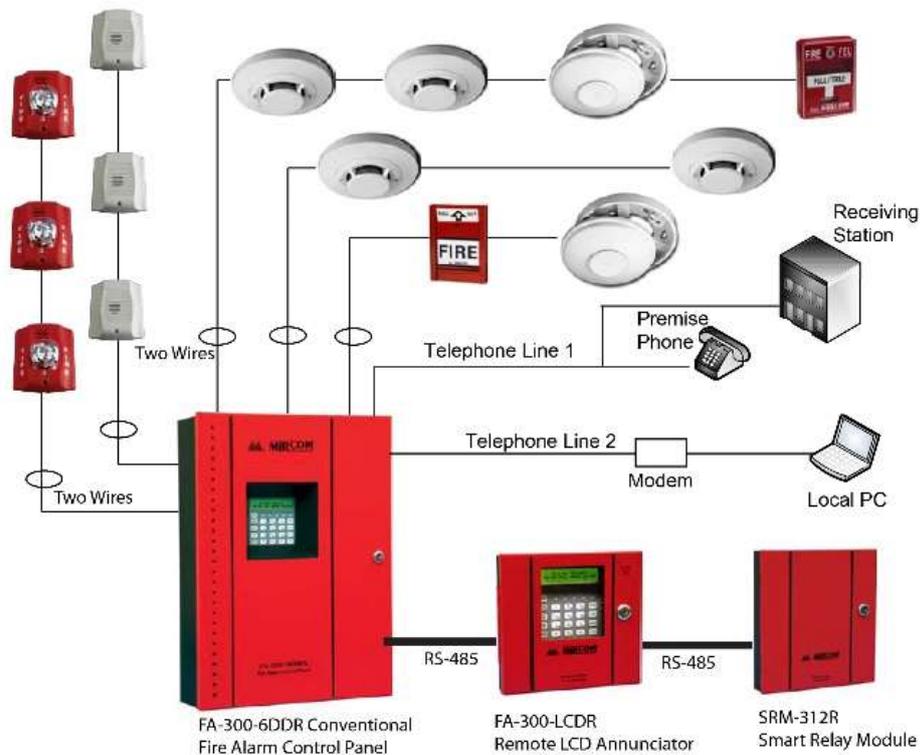
2.2. COMPONENTES

2.2.1. Sistema de detección y notificación de incendios.

Según el NSR10³ el sistema de detección y notificación de incendios debe ser un requisito fundamental en cualquier zona o recinto cerrado para dar un aviso de evacuación en caso de un eventual incendio, los dispositivos empleados en detección de humo y fugas de gases tóxicos e inflamables deben estar debidamente calibrados y adecuados a cada zona, puesto que en un ambiente industrial o de investigación hay diferentes áreas en donde puede haber un menor o mayor riesgo de incendio, y se debe tener noción de esto para hacer las adecuaciones pertinentes a cada zona y empleando los dispositivos adecuados como sensores de temperatura, detectores de humo, detectores fotoeléctricos, detectores de llama y detectores de gases específicos que pueden ser inflamables o tóxicos. Cualquier sistema de detección y notificación de incendios en Colombia debe cumplir con los requerimientos del reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10).

El sistema de detección y notificación de incendios se integra con el software general de automatización en donde se realiza el monitoreo de cada zona, de esta manera las notificaciones que se generen por los sensores dan un aviso al control central donde actúan los demás sistemas acorde con la emergencia para enfocar por medio del CCTV la zona de peligro y liberar puertas por medio del control de accesos, además de generar alarmas por medio de sirenas estrobo para poner en alerta a los ocupantes del edificio [5].

Figura 2: Componentes básicos de un sistema de detección y notificación de incendios. [6]

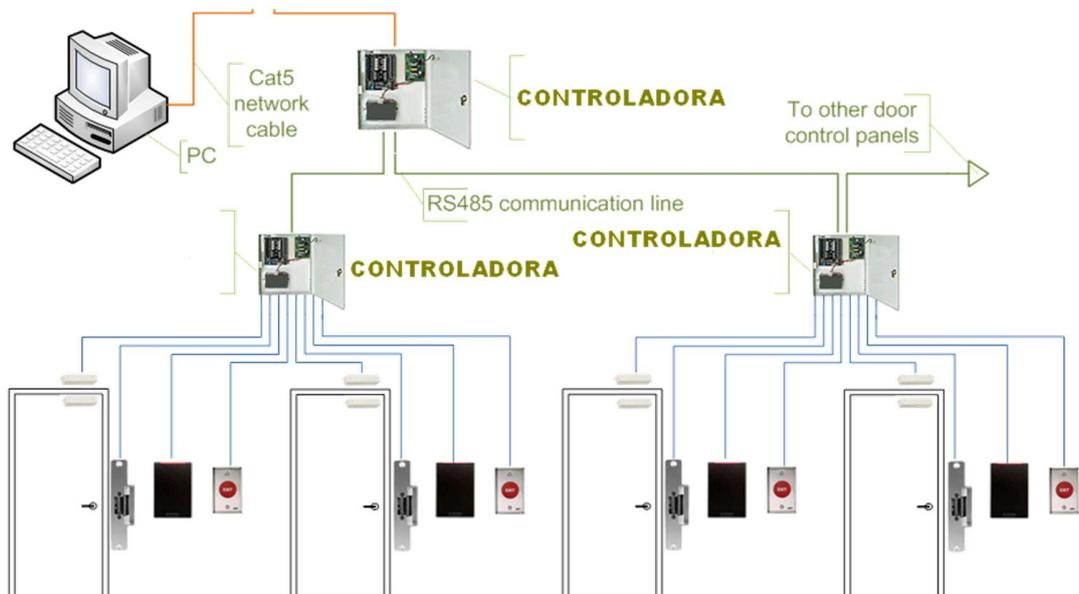


En la figura 2 se presentan los componentes básicos de un sistema de notificación y detección de incendios, se compone de un panel de control, componentes de detección como sensores de humo, sensores térmicos y sensores de gases, y componentes de notificación como sirenas estrobo.

2.2.2. Sistema de control de accesos.

En un sistema de control de acceso es de gran importancia realizar un estudio adecuado, de acuerdo a las zonas, los horarios de acceso permitidos, el nivel de acceso de cada usuario, medir la cantidad de personas que transitan por cada área y establecer claramente los objetivos de cada control de acceso.

Figura 3: Componentes básicos de un sistema de control de accesos [7].



Son utilizados para tener un registro y control de todo el personal que transita por las zonas comunes o de acceso restringido permitiendo así el paso de personas autorizadas y restringiendo el paso a particulares garantizando mayor seguridad en las instalaciones.

Las adecuaciones de un sistema de control de accesos pueden ser tan sencillas como tener solo dispositivos controlando las puertas, como se observa en la figura 3, y tan complejos e integrados como lo son las plataformas de automatización que pueden integrar todas las áreas de acceso con un registro preciso del personal que se encuentra presente en determinada área, este sistema es realizado con diferentes dispositivos como lectores de huella, tarjetas inteligentes, identificación facial o por voz, entre otros, los cuales permiten registrar un evento de entrada o salida. El control de accesos se debe comunicar con el control de iluminación de manera que se enciendan las luminarias de determinada zona cuando las lectoras de accesos registren el ingreso de un usuario, de igual manera las luminarias se

apagaran cuando la lectora registre la salida, de esta forma se optimiza el uso energético de cada área en cuanto a iluminación se refiere [8].

2.2.3. Subsistema de control de iluminación

Un sistema de iluminación integrado con el sistema de control de acceso permite tener noción de la presencia de personal en las diferentes áreas de un edificio con el fin de mantener o no activo el sistema de iluminación, también depende de la hora del día para así aprovechar y ahorrar más energía.

La estructura general de estos sistemas consiste en la implementación y adecuación de dispositivos de manera individual como lo son sensores, reguladores y luminarias, que tienen la capacidad de actuar de manera automática e independiente, pero permaneciendo integrados en el sistema total de iluminación para un control global esto permite mayor control y confort en todas las zonas del edificio [9].

2.2.4. Circuito cerrado de televisión.

El circuito cerrado de televisión, es en esencia, un subsistema del sistema BAS y comprende el componente de cámaras de vigilancia situadas a lo largo de todo un edificio o lote de tierra que están conectados a un sistema de vigilancia similar a un televisor. El circuito cerrado de televisión, o CCTV, se utiliza para una gran variedad de actividades y la creciente evolución de la informática y la tecnología digital también ha significado la utilización de un sofisticado circuito cerrado de televisión. Las personas se han acostumbrado a contar con cámaras, en cajeros automáticos, bancos, y cada vez más en los semáforos [11].

En la figura 4 se aprecian los componentes básicos del diseño de un circuito cerrado de televisión consiste en una combinación de múltiples cámaras, ya sea estacionaria o de rotación, conectado a un conjunto correspondiente de monitores o cámaras de video vigilancia de circuito cerrado: estos monitores tienen similar aspecto a un televisor común, pero carece de los controles que permiten la sintonización de televisión a los espectadores al cambiar de canal. Sin embargo, el circuito cerrado de televisión viene con opciones de color y contraste a fin de hacer una imagen clara o más oscura.

Figura 4: Componentes básicos de un sistema de circuito cerrado de televisión [10].



Las ventajas de circuito cerrado de televisión y su corolario equipo incluyen la capacidad de observar las situaciones de peligro a distancia, la capacidad de proporcionar un ojo constante de las actividades rutinarias, y una gran herramienta para el hogar y las empresas de seguridad, en un esfuerzo para combatir la delincuencia. La historia de circuito cerrado de televisión comenzó con su uso como una herramienta militar para observar los ensayos de misiles y asegurarse de que la puesta en marcha de todos los procesos era eficaz. En un sistema de automatización de un edificio el CCTV permite el monitoreo de personal y zonas comunes específicas en donde se requiere este control, además de estar conectado

al sistema de detección de incendios para monitorear eventuales peligros como se mencionó anteriormente. El monitoreo constante de cada actividad realizada en un edificio permite brindar mayor seguridad y confiabilidad para todos los usuarios [12].

2.2.5. Control de activos.

Un edificio automatizado por lo general debe contar con un sistema de control de activos el cual permita brindar seguridad a los equipos que guarden información como portátiles, memorias de almacenamiento, discos duros y demás dispositivos de información, y en general a cualquier elemento valioso que se tenga dentro de determinada oficina o laboratorio de dicho edificio y que pueda ser objeto de pérdida o robo, para tener un debido control es necesario contar con tags o etiquetas que permitan saber cuándo un elemento se intenta sacar del edificio, para saberlo se tiene un arco detector de metales el cual genera una advertencia al cruzar con un elemento protegido por una etiqueta o tag [13].

2.3. NORMATIVIDAD APLICADA

Un sistema BAS requiere lineamientos y estándares que se deben seguir para garantizar la confiabilidad y calidad del sistema dado que cada norma que es aplicada garantiza el correcto funcionamiento de los equipos indicando la correcta instalación y empleando los elementos necesarios y adecuados para su puesta en marcha. Para seguir los lineamientos y normativas a los que se acoge un sistema BAS se debe tener en cuenta algunas entidades las cuales proporcionan estas normativas para cada diseño.

2.3.1. EIA (Electronic Industries Association)

Son normas para especificaciones de cableado estructurado que aportan guías para diseñar, construir y administrar sistemas con cableado estructurado permitiendo una compatibilidad y estandarización entre sistemas que contengan cableado, esto facilita la migración y acople entre dispositivos y equipos, las normas EIA definen específicamente los tipos de cableado que se deben utilizar [14].

2.3.2. ANSI (American National Standards Institute)

El Instituto Nacional Estadounidense de Estándares está encargado de supervisar el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los estados unidos, se ocupa también de coordinar estándares con organizaciones internacionales con el fin de llevar los productos fabricados en dicho país a cualquier parte del mundo y puedan ser compatibles con los diferentes sistemas en los que se empleen sin importar la diferencia de fabricantes [15].

2.3.3. ITU (International Telecommunication Union)

Se encarga de regular y estandarizar las telecomunicaciones a nivel mundial permitiendo la interconexión entre sistemas y el envío de información de manera más eficiente. Desarrollando estándares que hacen más fácil la interconexión de las infraestructuras de comunicación nacionales con otras redes globales, para permitir un mejor intercambio de información [16].

2.3.4. IEC (International Electrotechnical Commission)

Es una organización de normalización en los campos eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas, con numerosas normas que se desarrollan conjuntamente con la Organización Internacional de Normalización (ISO) [17].

2.3.5. NFPA (National Fire Protection Association)

Se encarga de organizar y mantener las normas y requisitos para prevención y protección contra incendios, además de instalación de dispositivos propios para tal fin, dando lineamientos a seguir en adecuación de dispositivos y equipos contra incendios, también se encarga de la capacitación en instrucción de personal para el manejo de sus normas utilizadas por bomberos y personal de seguridad de las diferentes entidades [18].

Norma NFPA-72

La NFPA 72 es la guía para la correcta instalación de dispositivos de detección de incendios, especificando la ubicación más adecuada para su instalación en los diferentes recintos o zonas donde sea necesario el uso de dispositivos detectores de incendios además también especifica la ubicación y tipos de alarmas y dispositivos generadores de advertencias.

De acuerdo al **capítulo 5** de la norma NFPA 72, **Dispositivos iniciadores**. Cada elemento indicador deberá estar sujeto a los conductores de circuitos independientemente de su forma de instalación, se deberán instalar dispositivos iniciadores en todas las áreas que se requiera de acuerdo a la NFPA o entidad competente, estos dispositivos deben quedar accesibles para mantenimiento y pruebas.

De acuerdo al inciso **5-1.4 Requisitos para detectores de humo y calor** de la norma NFPA 72, ningún detector podrá estar incrustado dentro de la superficie de montaje a menos que dicho dispositivo este aprobado para un montaje de incrustación.

De acuerdo al inciso **5-2 Detectores de incendio sensores de calor**. Cada detector de tipo temperatura fija, velocidad de aumento, y patrón de punto se clasifican de acuerdo a su temperatura de funcionamiento y son marcados con un color según su tipo, la tabla de temperaturas de operación es la **5-2.1.11.1**. de la norma NFPA 72.

Según cada tipo de sensor y el área donde se requiera un dispositivo se especifica su montaje en cuanto a distancia y ubicación en la norma, estas especificaciones se detallan en las secciones **5-2.2, 5-2.3 y 5-2.4**.

De acuerdo al inciso **5-3 Detectores de incendio sensibles al humo**. Cada detector de humo debe estar marcado con su sensibilidad nominal de producción según lo requerido por el certificado.

Según cada tipo de sensor y el área donde se requiera un dispositivo se especifica su montaje en cuanto a distancia y ubicación en la norma, estas especificaciones se detallan en las secciones **5-3.4, 5-3.5 y 5-3.6**.

De acuerdo al inciso **5-8 Dispositivos iniciadores de alarma de accionamiento manual**. Las estaciones manuales de alarma solo se deben usar con el propósito de generar una acción de alarma.

Para las alarmas de accionamiento manual se especifica su montaje en cuanto a distancia y ubicación en la norma, estas especificaciones se detallan en la sección **5-8.1**.

Para especificaciones más detalladas y de especificaciones la sección de incendios en cuanto a sensores específicos y demás elementos se debe referir a la norma NFPA 72, donde se aclaran todos los detalles [19].

2.3.6. IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

Siendo esta una de las organizaciones líderes en el mundo en cuanto a la creación de estándares para ingenierías de las nuevas tecnologías, estos estándares afectan una gran parte de la industria por ejemplo la salud, telecomunicaciones, transporte, seguridad y muchos otros campos industriales. Siendo uno de sus estándares más importantes para las telecomunicaciones el **IEEE 802 LAN/MAN** un grupo de normas que incluye los estándares de Ethernet y de red inalámbrica [20].

2.3.7. Norma IEC 529

Esta norma manifiesta el tipo de protección a nivel de gabinetes para el resguardo de controladoras para sistemas de control de accesos, de aires acondicionados, de notificación de incendios, de controles de iluminación, etc. y demás componentes que sean necesarios en estas controladoras como relés, baterías externas, transformadores, fusibles y demás. Cada gabinete debe tener un nivel de protección **IPXX** de acuerdo al entorno donde sea instalado para proteger los elementos de su interior contra material sólido o líquido [21].

2.3.8. Norma TIA/EIA-568-B

Se especifican todos los requerimientos a tener en cuenta para el diseño de cableado estructurado en edificaciones, dando las pautas de cableado de telecomunicaciones para su instalación, topología, límites de distancia permitida y transmisión según los medios. Esta norma se subdivide en:

TIA/EIA-568-B.1: Especifica un cableado de telecomunicaciones genérico para edificaciones que es soportado por diferentes proveedores.

TIA/EIA-568-B.2: Especifica los componentes necesarios para las conexiones de cableado además de los conectores y modelos del sistema, comprende los procedimientos para medición y verificación de conexiones de cableado en el sistema.

TIA/EIA-568-B3: Especifica componentes y requerimientos necesarios para un sistema de cableado con fibra óptica [22].

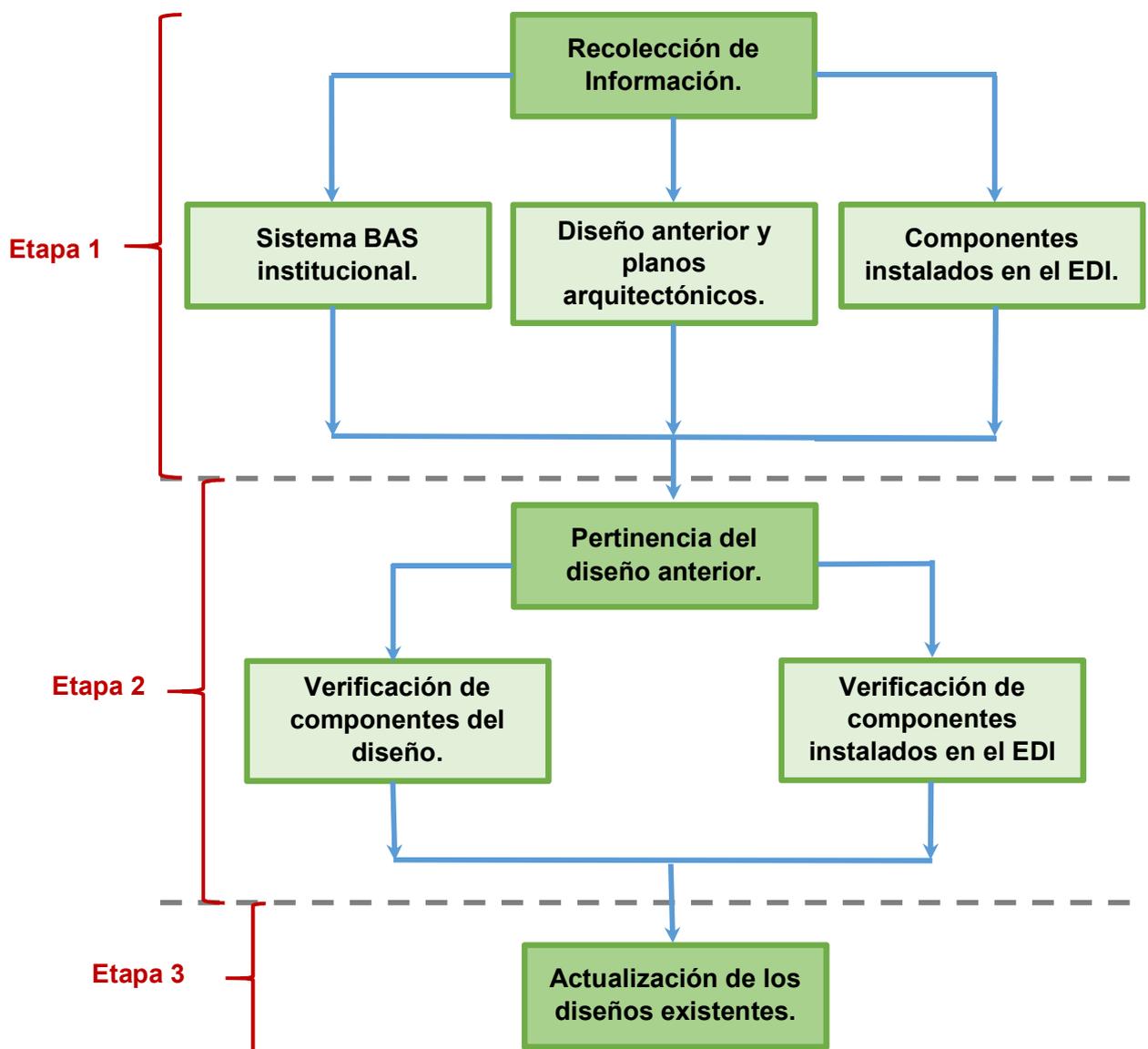
2.3.9. Norma TIA/EIA-569-A

Especifica los espacios y alcance máximo para un cableado de telecomunicaciones en el diseño dentro de edificaciones, además de los equipos de telecomunicaciones comprendidos [23].

3. METODOLOGÍA.

Para el desarrollo del presente proyecto de actualización del sistema BAS del EDI se estableció la metodología que se muestra en la figura 5, donde se consideran tres etapas secuenciales en la realización del presente trabajo de grado.

Figura 5: Metodología utilizada para el desarrollo del presente proyecto.



3.1. ADQUISICIÓN, SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE.

Durante la primera visita al Edificio de Investigaciones de la sede Guatiguará realizada el día 8 de octubre de 2016 con el acompañamiento del personal técnico de la sede y los ingenieros de soporte del edificio, se realizó un recorrido por las diferentes áreas del edificio y se identificó los componentes de automatización estaban presentes en el edificio, se revisaron laboratorios, cuartos técnicos, áreas de circulación y sótano.

Tabla 1: Disposición de componentes arquitectónicos y de automatización.

	SÓTANO	PRIMER NIVEL	SEGUNDO NIVEL	TERCER NIVEL	CUARTO NIVEL
Laboratorios	-	10	10	10	9
Cuartos Técnicos	2	4	4	4	4
Cuarto de Baños	1	1	1	1	1
Zona de Cafetería	-	1	1	1	1
Sala de Computo	-	-	1	1	-
Sala de reuniones	-	-	1	1	-
Ascensor	1	1	1	1	1
Montacargas	1	1	1	1	1
CCTV	3 cámaras	6 cámaras	5 cámaras	5 cámaras	5 cámaras
Control de Accesos	-	Lab. 101 y 305	-	-	-
Detección y notificación de incendios	-	Lab. 101 y 107	-	-	-

- En el sótano se encuentran adicionalmente cinco espacios técnicos y áreas de servicio en tres de ellos se encuentran los equipos necesarios de potencia del edificio, los otros dos están vacíos. El sótano cuenta con una entrada adicional que comunica con el exterior del edificio, esta entrada es utilizada para introducir todos los componentes pesados al montacargas del edificio.

- En el primer nivel se encuentra la entrada principal y el lobby del edificio y tres oficinas, cuenta con un pasillo principal y con un patio interior en el cual se encuentran instaladas las pipetas de los gases que se usan en algunos laboratorios.

- En la cubierta del edificio se encuentran instalados los equipos mecánicos que componen el sistema de aire acondicionado del edificio y algunos equipos dedicados a la investigación.

- El edificio cuenta con dos escaleras de acceso para cada nivel, ascensor y montacargas.

- El EDI cuenta con un sistema CCTV instalado en todos los niveles del edificio con un total de 24 cámaras analógicas, en la página 33 del presente documento se presenta información referente a marca y referencia de los respectivos equipos, además los laboratorios 101 y 305 cuentan con sistema de control de accesos y sistema de detección y notificación de incendios.

- Durante esta primera visita se tuvo un primer acercamiento con el personal de soporte de la sede, quien por medio electrónico nos proporcionó los planos arquitectónicos del edificio y las especificaciones del diseño del sistema de automatización.

El acta de esta visita se encuentra en el anexo I de este proyecto.

- **Reconocer los tipos de laboratorios y procesos desarrollados dentro del EDI.**

En la segunda visita al edificio de investigaciones realizada el día 14 de octubre de 2016, se realizó un recorrido por cada laboratorio conociendo los procesos que se desarrollan y, pensando en el subsistema de control de activos se realizó un inventario de los elementos disponibles en cada laboratorio y para el subsistema de notificación y detección de incendios un listado de los gases utilizados en cada uno de los laboratorios haciendo énfasis especial en aquellos que utilizan gases inflamables y que sus pipetas se encuentran dentro del laboratorio.

Estos inventarios se encuentran en los Anexos K y L respectivamente, y el acta de registro de actividad de esta visita se encuentra en el anexo I de este proyecto.

- **Identificar el requisito institucional sobre el sistema BAS y confrontarlo con la plataforma de automatización de los diseños disponibles.**

Para el desarrollo de este proyecto se tomaron como referencia los proyectos de automatización realizados anteriormente en la universidad y el diseño actual del sistema de automatización del EDI. Usando la base de datos de la universidad se tuvo acceso a los proyectos:

- “SUMINISTRO, MONTAJE Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DEL EDIFICIO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES”
- “SUMINISTRO, INSTALACIÓN, IMPLEMENTACIÓN E INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD, CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN, B.M.S., PARA LA NUEVA SEDE DE LA LITOTECA NACIONAL EN EL PARQUE TECNOLÓGICO GUATIGUARA”

Estos dos proyectos involucran los estándares de la universidad que toma como sistema de integración institucional el sistema Andover Continuum® y son tomados como referencia para el desarrollo de este proyecto.

3.2. VERIFICACIÓN DE LA PERTINENCIA DEL DISEÑO ANTERIOR.

El diseño existente del sistema de automatización se basa en la plataforma de Johnson Controls y cuenta con tres documentos, el documento principal “CONDICIONES GENERALES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS” fue realizado en marzo del año 2010 y cuenta con 59 paginas, en las cuales se presentan las condiciones de diseño, normas aplicadas, condiciones generales de diseño y especificaciones técnicas. Adicionalmente el diseño cuenta con seis planos arquitectónicos uno para cada nivel incluidos el sótano y la cubierta, los cuales presentan.

Los actuales planos cuentan con:

- Sistema de control de accesos.
- Sistema de detección y notificación de Incendios
- Sistema de Intrusión y seguridad
- Circuito cerrado de televisión.

En la presente sección se presenta la verificación del diseño existente y de los planos arquitectónicos y se encontraron las siguientes inconsistencias y recomendaciones:

- El documento no cuenta con especificaciones técnicas referente a tubería y cableado.

- Las paginas 56 “TABLAS DE PUNTOS Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS”, 57 “FORMULACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS”, 58 “PRESUPUESTO” y 59 “PLANOS Y DETALLES” se encuentran en blanco.

En el anexo J se presenta el documento “Matriz de alcance de resultados” con la información detallada en cuanto a verificación de diseño para cada componente de los diferentes subsistemas de automatización, la matriz de alcance de resultado en la parte de verificación cuenta con seis columnas que son:

- Ítem: Donde se presenta el literal y la página del documento “CONDICIONES GENERALES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS” donde se encuentra la descripción del componente.
- Especificaciones técnicas: Donde se presenta la información referente a las especificaciones técnicas del componente.
- Referencia: Se presenta la referencia y marca del componente sugerido por el diseñador.
- Planos: Se describe si el componente se encuentra especificado en los planos suministrados por el diseñador.
- Análisis Unitario: En esta columna se describe si se establece cantidades y precios de los diferentes componentes.
- Componentes instalados: Se especifica si se encuentran instalados dichos componentes en el EDI, así como la cantidad de dispositivos que se encuentran instalados.

3.2.1. Subsistema de control de accesos.

El subsistema de control de accesos descrito en el diseño existente consta de un total de 10 componentes y para la verificación se hacen las siguientes sugerencias y observaciones:

- Se recomienda que la programación del sistema permita que el carnet abra exclusivamente la puerta del piso y el laboratorio para el que se está autorizado.
- Se recomienda que para el correcto funcionamiento del sistema el usuario deba registrar su salida en un lector de proximidad con el respectivo carnet, la programación del sistema deberá permitirle al operador saber cuándo un laboratorio y/o un nivel del edificio se encuentra con o sin personal.
- Se recomienda que la programación del sistema permita la activación y/o desactivación automática de los subsistemas de iluminación y aire acondicionado cuando un usuario ingrese o salga de los diferentes laboratorios.
- En el ítem 1.1.1 se establece el componente “Controladoras de 8 lectoras expandible”, este componente no se encuentra especificada dentro del presupuesto, así como no está indicado en los planos arquitectónicos.
- En los ítems 1.1.2 “Controladoras de 4 lectoras Expansible” y 1.1.3 “Módulos de 4 salidas Digitales” el diseñador proporciona marcas y referencias para los componentes que son compatibles con la plataforma BAS de Johnson Controls ® pero que no son compatibles con el Sistema de Andober Continuum ® debido a protocolos de comunicación.
- En el ítem 1.1.4 “Módulos de 8 entradas Universales” el componente especificado no se encuentra dentro del presupuesto suministrado, además la marca y referencia del componente suministrado no es compatible por protocolos de comunicación con la plataforma del sistema BAS institucional.
- El sistema actual plantea un sistema de apertura de puertas lectora-pulsador, pero para garantizar mayor seguridad y mejor funcionamiento del sistema se plantea en el nuevo diseño el sistema de apertura lectora-lectora.

3.2.2. Subsistema de detección y notificación de incendios.

El subsistema de detección y notificación de incendios descrito en el diseño existente consta de un total de 8 componentes basado en diferentes tipos de

sensores de detección, alarmas, estaciones manuales de activación y panel de control; para la verificación se hacen las siguientes sugerencias y observaciones:

- Teniendo en cuenta la distribución de gases de cada laboratorio, deberán ser instalados sensores específicos para la detección y notificación de posibles fugas.
- Se recomienda que, dentro de la programación del sistema, con el nivel de acceso apropiado, el operador del sistema pueda conocer las condiciones de alarma, activar y silenciar los dispositivos audiovisuales de alarma, liberar las puertas, bloquear los ascensores con puertas abiertas y restablecer el sistema.
- Se recomienda que el sistema de notificación de incendios cuente con un sistema de comunicación directa y eficiente con la estación de bomberos más cercana, pero será decisión del operador realizar o no la notificación.
- La programación del sistema deberá permitir que al generarse una alerta se liberen las puertas de control de acceso automático y bloquearse el acceso al ascensor y montacargas en los diferentes niveles del edificio, además el sistema de aire acondicionado deberá dejar de inyectar aire y comenzar a funcionar como un sistema extractor.
- La marca y referencia de los componentes especificados en los siguientes ítems están diseñados para un sistema BAS basado en la plataforma Johnson Controls ® y no son compatibles por protocolos de comunicación con el sistema BAS de Andober continuum ® adoptado institucionalmente, la información de marca y referencia de los componentes se encuentra en el anexo J, “Matriz de alcance de resultados”, estos ítems son:
 - 1.4.2. Detectores Fotoeléctricos para humo
 - 1.4.3. Detectores Térmicos.
 - 1.4.5. Bases para detectores.
 - 1.4.6. Sirenas para estrobo
 - 1.4.7. Estaciones Manuales para incendios
 - 1.4.8. Módulos de Relé

- La actividad 1.3 detalla las especificaciones técnicas para el subsistema de detección y notificación de incendios, pero no coincide con la actividad detallada en el documento de precios unitarios.
- El diseño actual para el sistema de detección y notificación de incendios no incluye sensores para la detección de fugas de los gases utilizados en los diferentes laboratorios. Se hace necesario la inclusión de dichos componentes en la actualización del diseño

3.2.3. Subsistema de circuito cerrado de televisión.

El subsistema de circuito cerrado de televisión descrito en el diseño existente consta de un total de 3 componentes y para la verificación se hacen las siguientes sugerencias y observaciones:

- Dado que el sistema ya se encuentra instalado, pero funcionando con otra plataforma, se hace necesaria la adecuación de este sistema de acuerdo a los estándares institucionales.
- Existen puntos del edificio donde la señal obtenida por las cámaras no es óptima, ya que quedan puntos ciegos del edificio donde en caso de ocurrir un incidente no se tendría registro en imágenes, se recomienda la revisión de la ubicación de las cámaras existentes o el anexo de nuevas cámaras.
- En el diseño se plantea cámaras en el interior de los laboratorios, pero según los estándares institucionales no son necesarias en el interior de los laboratorios. Por lo que, para la actualización de diseño se adoptan cámaras solamente en áreas comunes y exteriores

3.2.4. Subsistema de aire acondicionado.

- El sistema de aire acondicionado ya se encuentra instalado, pero funcionando con el sistema Johnson Controls ®, por lo que se hace necesario definir los elementos necesarios para poder migrar el sistema al estándar institucional.
- El sistema de aire acondicionado actualmente funciona de forma manual, es decir un operario tiene que encenderlo y apagarlo según sea la necesidad para cada laboratorio.

3.2.5. Subsistema de control de iluminación.

- El diseño del sistema de control de iluminación fue actualizado por la universidad Industrial de Santander en el año 2016 por medio de licitación pública. El nuevo diseño se basa en un sistema KNX que se adapta a los requerimientos de la universidad y permite la integración con el sistema Andover Continuum ®.

3.3. ACTUALIZACIÓN DE LOS DISEÑOS EXISTENTES.

En los siguientes capítulos del presente documento se presentan los lineamientos que se siguieron para realizar la actualización de diseño de los subsistemas que comprende el sistema de automatización del EDI, se basa en la actualización de especificaciones técnicas, selección de componentes, actualización de planos arquitectónicos y actualización de presupuesto.

4. ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS

La actualización del diseño del subsistema de control de accesos se realizó teniendo en cuenta los requerimientos de diseño del usuario final del sistema de automatización y de la normatividad respectiva en cuanto a seguridad, calidad de los dispositivos y normatividad para el cableado. Para llevar a cabo la actualización del diseño del subsistema de control de accesos se siguieron los lineamientos descritos a continuación:

- Estudio referente a la normatividad respectiva para sistemas de control de accesos, así como de los requerimientos de la Universidad en cuanto a compatibilidad, seguridad y diseño. En el numeral 2.3 del presente documento se presentan las diferentes normas que rigen los subsistemas de automatización.
- Verificación del diseño existente, la revisión de los planos arquitectónicos y cada uno de los componentes del sistema de control de accesos allí descrito. Los resultados se presentan en el capítulo 3 sección 3.2 del presente documento. Para información más detallada de cada componente consúltese el Anexo J, “Matriz de alcance de resultados”.
- Actualización de especificaciones generales de funcionamiento del subsistema de accesos con el fin de obtener mejor funcionamiento del subsistema e integración con los otros subsistemas.
- Búsqueda de referencias compatibles con el sistema Andover Continuum, para el subsistema de control de accesos tomando como criterios compatibilidad con el sistema general, costos, disponibilidad de componentes y acceso a asistencia técnica en la región, se establece como referencia principal productos fabricados por las compañías Schneider Electric ® y BOSCH ®.
- Selección de referencias para los componentes necesarios del subsistema comprobando el cumplimiento de las especificaciones técnicas mínimas requeridas para el diseño, se anexa ficha técnica para cada componente. Dicha

ficha técnica se encuentra en el Anexo C del presente documento literal “1. Subsistema de control de accesos”.

- Basados en los criterios de seguridad y los requerimientos del usuario final se establece el cambio para el sistema de apertura de puertas de Lectora-Pulsador a Lectora-Lectora.
- Actualización de los planos arquitectónicos, incorporación de componentes faltantes y cambio de nomenclatura definiendo la actividad que representa cada componente. Las modificaciones respectivas en los planos arquitectónicos que se muestran en el Anexo D “Planos subsistema control de accesos”.
- Basado en los planos de automatización para cada nivel se realiza el conteo de elementos necesarios para completar cada actividad necesario para realizar el presupuesto del proyecto.
- Generación del documento de análisis unitario de precios, se relacionan cantidades y precios, para lo cual se hace necesario gestionar cotizaciones de precios con diferentes distribuidores. En el Anexo A de este proyecto se presenta el análisis unitario correspondiente al subsistema de control de accesos.
- Generación del documento de especificaciones técnicas donde se detalla los criterios de instalación y funcionamiento de cada elemento, haciendo cumplimiento de las normas respectivas. Este documento se encuentra en el anexo B “Especificaciones técnicas”.

5. ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE DETECCIÓN Y NOTIFICACIÓN DE INCENDIOS.

La actualización del subsistema de detección y notificación de incendios se realizó teniendo en cuenta los requerimientos de diseño del usuario final del sistema de automatización y de la normatividad respectiva en cuanto a seguridad, calidad de los dispositivos y normatividad para el cableado, principalmente la norma NFPA-72. El subsistema consta de sensores para detección de humo y gases, estaciones manuales y alarmas distribuidas en los diferentes niveles del edificio. Para llevar a cabo la actualización del subsistema de detección y notificación de incendios se siguieron los lineamientos descritos a continuación:

- Estudio referente a la normatividad respectiva para sistemas de notificación y detección de incendios basados principalmente en la norma NFPA-72, así como de los requerimientos de la Universidad en cuanto a compatibilidad, seguridad y diseño. En el numeral 2.3 del presente documento se presentan las diferentes normas que rigen los subsistemas de automatización.
- Verificación del diseño existente, revisión de los planos arquitectónicos y cada uno de los componentes del sistema de control de detección y notificación de incendios allí descrito. Los resultados se presentan en el capítulo 3 sección 3.2 del presente documento. Para información más detallada acerca de cada componente consúltese el Anexo J, “Matriz de alcance de resultados”.
- Actualización de especificaciones generales de funcionamiento del subsistema de detección y notificación de incendios con el fin de obtener mejor funcionamiento del subsistema e integración con los otros subsistemas.
- Búsqueda de referencias compatibles con el sistema Andover Continuum, para el subsistema de detección y notificación de incendios tomando como criterios compatibilidad con el sistema general, costos, disponibilidad de componentes y acceso a asistencia técnica en la región, se establece como referencia principal productos fabricados por las compañías SIMPLEX ® y BOSCH ®.

- Selección de referencias para los componentes necesarios del subsistema comprobando el cumplimiento de las especificaciones técnicas mínimas requeridas para el diseño, se anexa ficha técnica para cada componente. Dicha ficha técnica se encuentra en el Anexo C del presente documento literal “2. Subsistema de detección y notificación de incendios”.
 - Para garantizar un sistema más estable se establece que todos los elementos (sensores, sirenas estrobo, estaciones manuales) deben ser de tipo direccionable.
 - Dado que en algunos laboratorios se utilizan gases inflamables que pueden ser causantes de incendios se hace necesaria la incorporación de sensores especializados para la detección de fugas de hidrogeno, metano y monóxido de carbono.
 - Actualización de los planos arquitectónicos, incorporación de componentes faltantes y cambio de nomenclatura definiendo la actividad que representa cada componente. Las modificaciones respectivas en los planos arquitectónicos que se muestran en el Anexo E “Planos subsistema detección y notificación de incendios”.
 - Basado en los planos de automatización para cada nivel se realiza el conteo de elementos necesarios para completar cada actividad necesario para realizar el presupuesto del proyecto.
 - Generación del documento de análisis unitario de precios, se relacionan cantidades y precios, para lo cual se hace necesario gestionar cotizaciones de precios con diferentes distribuidores. En el Anexo A de este proyecto se presenta el análisis unitario correspondiente al subsistema de detección y notificación de incendios.
- Generación del documento de especificaciones técnicas donde se detalla los criterios de instalación y funcionamiento de cada elemento, haciendo cumplimiento de las normas respectivas. Este documento se encuentra en el anexo B “Especificaciones técnicas”.

6. ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN

En visita al edificio de investigaciones realizada el día 27 de marzo de 2017 se revisan los equipos que se encuentran instalados para el sistema de circuito cerrado de televisión, siendo estas 24 cámaras Domo fijo analógicas de la marca BOSCH ® distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 2: Disposición de equipos instalados sistema de circuito cerrado de televisión

NIVEL	NÚMERO DE CÁMARAS	MARCA	REFERENCIA
Sótano	3	BOSCH	NTC-255
Nivel 1	6	BOSCH	NTC-255
Nivel 2	5	BOSCH	NTC-255
Nivel 3	5	BOSCH	NTC-255
Nivel 4	5	BOSCH	NTC-255

La ubicación exacta de las cámaras en cada nivel puede consultarse en el Anexo F, en la sección de planos arquitectónicos para el subsistema de circuito cerrado de televisión. Durante la visita se comprobó que la ubicación de las cámaras fuera la correcta y cubriera todas las áreas del edificio.

Durante la visita se constató que el subsistema de circuito cerrado de televisión es un subsistema independiente a los demás subsistemas de automatización que actualmente se encuentran instalados y en funcionamiento en el edificio.

Adicionalmente se observó que el edificio no cuenta con centro de monitoreo para el seguimiento de las imágenes obtenidas por las cámaras, esta acción es realizada en el centro de monitoreo de cámaras de la sede, donde se encuentran tres DVR

de las marcas DAHUA, AVILIGON y BOSCH, encargados de digitalizar y grabar las imágenes que llegan desde las cámaras de seguridad.

La actualización del diseño del subsistema de circuito cerrado de televisión se desarrolló siguiendo los lineamientos descritos a continuación:

- Verificación del diseño existente, revisión de los planos arquitectónicos y cada uno de los componentes del sistema de CCTV allí descrito. Los resultados se presentan en el capítulo 3 sección 3.2 del presente documento. Para información más detallada acerca de cada componente consúltese el Anexo J, “Matriz de alcance de resultados”.
- Actualización de los planos arquitectónicos con el fin de anexar las nuevas cámaras y modificar el cableado de las existentes para llevarlo al centro de control y monitoreo ubicado en el sótano del edificio.
- Incorporación de dos cámaras tipo PTZ para cada nivel con el fin de eliminar puntos ciegos dentro del sistema.
- Para realizar la integración del subsistema de circuito cerrado de televisión con los demás subsistemas de automatización del edificio se hace necesario anexar una unidad de grabación digital marca PELCO referencia DS Xpress ubicada en el cuarto de control del edificio.
- Selección de referencias para los componentes necesarios del subsistema comprobando el cumplimiento de las especificaciones técnicas mínimas requeridas para el diseño, se toma como referencia para las cámaras PTZ marca BOSCH, se anexa ficha técnica para cada componente. Dicha ficha técnica se encuentra en el Anexo C del presente documento literal “5. Subsistema de CCTV”.
- Actualización de los planos arquitectónicos, incorporación de componentes faltantes y cambio de nomenclatura definiendo la actividad que representa cada componente. Las modificaciones respectivas en los planos arquitectónicos que se muestran en el Anexo H “Planos subsistema CCTV”.

- Basado en los planos de automatización para cada nivel se realiza el conteo de elementos necesarios para completar cada actividad necesario para realizar el presupuesto del proyecto.
- Generación del documento de análisis unitario de precios, se relacionan cantidades y precios, para lo cual se hace necesario gestionar cotizaciones de precios con diferentes distribuidores. En el anexo A de este proyecto se presenta el análisis unitario correspondiente al subsistema de CCTV.
- Generación del documento de especificaciones técnicas donde se detalla los criterios de instalación y funcionamiento de cada elemento, haciendo cumplimiento de las normas respectivas. Este documento se encuentra en el anexo B "Especificaciones técnicas".

7. ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE CONTROL DE ACTIVOS.

El subsistema de control de activos para el edificio de investigaciones se implementa en el edificio dado que en los diferentes laboratorios se pueden encontrar componentes costosos que pueden ser hurtados con facilidad. El subsistema de control de activos se basa en una antena RFID ubicada en el lobby del edificio y etiquetas RFID que se adhieren a los diferentes elementos.

Durante la visita técnica al edificio de investigaciones el día 17 de noviembre de 2016 se realizó el inventario de componentes por laboratorio con el fin de definir aquellos elementos importantes a los cuales se les aplicará los componentes del subsistema de control de activos. Dicho inventario se encuentra en el Anexo G del presente proyecto.

La actualización del subsistema de control de activos se desarrolla bajo los siguientes lineamientos:

- Verificación del diseño existente, la revisión de los planos arquitectónicos y cada uno de los componentes del sistema de control de activos allí descrito. Los resultados se presentan en el capítulo 3 sección 3.2 del presente documento. Para información más detallada de cada componente consúltese el Anexo J, "Matriz de alcance de resultados".
- Actualización de especificaciones generales de funcionamiento del subsistema de accesos con el fin de obtener mejor funcionamiento del subsistema e integración con los otros subsistemas.
- Búsqueda de referencias compatibles con el sistema Andover Continuum, para el subsistema de control de activos tomando como criterios compatibilidad con el sistema general, costos, disponibilidad de componentes y acceso a asistencia técnica en la región, se establece como referencia principal productos fabricados por las compañías KEONN y SMARTRAC.

- Selección de referencias para los componentes necesarios del subsistema comprobando el cumplimiento de las especificaciones técnicas mínimas requeridas para el diseño, se anexa ficha técnica para cada componente. Dicha ficha técnica se encuentra en el Anexo C del presente documento literal “3. Subsistema de control de activos”.
- Actualización de los planos arquitectónicos, incorporación de componentes faltantes y cambio de nomenclatura definiendo la actividad que representa cada componente. Las modificaciones respectivas en los planos arquitectónicos que se muestran en el Anexo F “Planos subsistema control de activos”.
- Basado en los planos de automatización para cada nivel se realiza el conteo de elementos necesarios para completar cada actividad necesario para realizar el presupuesto del proyecto.
- Generación del documento de análisis unitario de precios, se relacionan cantidades y precios, para lo cual se hace necesario gestionar cotizaciones de precios con diferentes distribuidores. En el Anexo A de este proyecto se presenta el análisis unitario correspondiente al subsistema de control de activos.
- Generación del documento de especificaciones técnicas donde se detalla los criterios de instalación y funcionamiento de cada elemento, haciendo cumplimiento de las normas respectivas. Este documento se encuentra en el anexo B “Especificaciones técnicas”.

8. ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE SEGURIDAD E INTRUSIÓN.

El subsistema de seguridad e intrusión para el EDI se basa en sensores de movimiento, sensores de ruptura de vidrios y un arco detector de metales en la entrada del edificio. La actualización del subsistema de seguridad e intrusión se realizó bajo los siguientes lineamientos:

- Estudio referente a la normatividad respectiva para sistemas de seguridad e intrusión, así como de los requerimientos de la Universidad en cuanto a compatibilidad, seguridad y diseño. En el numeral 2.3 del presente documento se presentan las diferentes normas que rigen los subsistemas de automatización.
- Verificación del diseño existente, la revisión de los planos arquitectónicos y cada uno de los componentes del sistema de seguridad e intrusión allí descrito. Los resultados se presentan en el capítulo 3 sección 3.2 del presente documento. Para información más detallada de cada componente consúltese el Anexo J, “Matriz de alcance de resultados”.
- Actualización de especificaciones generales de funcionamiento del subsistema de seguridad e intrusión con el fin de obtener mejor funcionamiento del subsistema e integración con los otros subsistemas.
- Búsqueda de referencias compatibles con el sistema Andover Continuum, para el subsistema de seguridad tomando como criterios compatibilidad con el sistema general, costos, disponibilidad de componentes y acceso a asistencia técnica en la región, se establece como referencia principal productos fabricados por la compañía HONEYWELL®.
- Selección de referencias para los componentes necesarios del subsistema comprobando el cumplimiento de las especificaciones técnicas mínimas requeridas para el diseño, se anexa ficha técnica para cada componente. Dicha

ficha técnica se encuentra en el Anexo C del presente documento literal “4. Subsistema de seguridad e intrusión”.

- Actualización de los planos arquitectónicos, incorporación de componentes faltantes y cambio de nomenclatura definiendo la actividad que representa cada componente. Las modificaciones respectivas en los planos arquitectónicos que se muestran en el Anexo G “Planos subsistema seguridad e intrusión”.
- Basado en los planos de automatización para cada nivel se realiza el conteo de elementos necesarios para completar cada actividad necesario para realizar el presupuesto del proyecto.
- Generación del documento de análisis unitario de precios, se relacionan cantidades y precios, para lo cual se hace necesario gestionar cotizaciones de precios con diferentes distribuidores. En el Anexo A de este proyecto se presenta el análisis unitario correspondiente al subsistema de seguridad e intrusión.
- Generación del documento de especificaciones técnicas donde se detalla los criterios de instalación y funcionamiento de cada elemento, haciendo cumplimiento de las normas respectivas. Este documento se encuentra en el anexo B “Especificaciones técnicas”.

9. ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DE COMUNICACIONES DEL SUBSISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.

El sistema de aire acondicionado del edificio de investigaciones se encuentra instalado basado en la plataforma Johnson Controls ® y funcionando de forma manual e independiente a los demás sistemas de automatización del edificio.

- La programación del sistema deberá permitir que, para los laboratorios en los cuales el sistema de aire acondicionado funciona por solicitud, esta activación se realice utilizando el subsistema de control de accesos, de tal forma que, al detectarse la apertura de la puerta de dicho laboratorio se inicie el sistema de aire acondicionado de dicho laboratorio.
- Luego de la revisión del diseño del subsistema de control de aire acondicionado y de los componentes instalados en el edificio, se obtuvo que el subsistema de aire acondicionado actualmente instalado cuenta con el protocolo de comunicación BACnet/IP que utiliza una capa física de comunicación Ethernet y dispone de direccionamiento IP, siendo compatible con los protocolos de comunicación de la plataforma Andover Continuum. Por medio de este protocolo y mediante la programación del sistema es posible realizar la integración del subsistema de aire acondicionado con el sistema integrador haciendo la incorporación de una controladora de red de la marca Schneider Electric al sistema.
- La actualización para el subsistema de control de aire acondicionado involucra la selección de referencia para la controladora que cumpla con las especificaciones técnicas mínimas requeridas, entre ellas que cuente con protocolo de comunicación BACnet. Adicionalmente se incorpora dicho componente al presupuesto del proyecto junto con su respectivo análisis unitario.

10. ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL CENTRO DE CONTROL Y MONITOREO.

El diseño actual del sistema de automatización del edificio de investigaciones plantea un sistema de integración diseñado para estar ubicado en el lobby del edificio, se basa en componentes que a la fecha se encuentran descatalogados o no cumplen con todos los requerimientos del sistema.

Para la actualización del diseño se plantea cambiar la ubicación del centro de control del lobby al sótano del edificio donde se contará con una sala equipada para dicho fin, esta decisión se basa en criterios de seguridad de los componentes que involucran el centro de control y monitoreo, criterio de estética ya que en el diseño existente todo el cableado de los diferentes subsistemas converge en el lobby del edificio y por último el espacio dispuesto en el lobby para el centro de control puede ser usado para las oficinas administrativas del edificio.

En el centro de control se llevará a cabo la unificación de los subsistemas de control de accesos, subsistema de detección y notificación de incendios, subsistema de iluminación, subsistema de aire acondicionado, subsistema de seguridad e intrusión y subsistema de control de activos.

El subsistema de control de accesos estará dividido en dos partes, el registro de usuarios que se realizará en el Lobby donde se deberá tener acceso al software del sistema junto con las respectivas bases de datos. Por otra parte, el control del subsistema de control de Accesos se realizará desde el centro de control y monitoreo que permitirá:

- La programación del sistema permitirá activar los sistemas de iluminación y aire acondicionado cuando se registre en la lectora la entrada a un laboratorio, y

deberá desactivarlos cuando todas las personas que ingresaron hallan registrado su salida.

- La programación del sistema deberá limitar el acceso del personal únicamente al nivel y laboratorio correspondiente.
- En caso de activarse la alarma de detección y notificación de incendios, deberán liberarse todas las puertas con control automático y deberá bloquearse el acceso al ascensor con puertas abiertas y montacargas en los diferentes niveles del edificio.

En el centro de control y monitoreo estará ubicado el panel de control del subsistema de detección y notificación de incendios desde el cual se tendrá el control del sistema cumpliendo con las siguientes condiciones.

- El centro de control deberá permitir supervisar el estado del cableado de los circuitos eléctricos de entrada y salida del sistema, así como el estado de operación de cada uno de los dispositivos asociados al sistema, generando alarmas cuando se presente una falla y permitiéndole al operador reconocer donde se presenta.
- Se deberá mostrar en pantalla el tipo y la localización de la alarma permitiéndole al operador acceder de forma remota a la zona donde se activó el sensor para obtener información más detallada.
- El centro de control contará con un sistema de comunicación directo y eficiente con la estación de bomberos más cercana, pero será decisión del operador realizar la notificación.

- Dentro de la programación del sistema, con el nivel de acceso apropiado, el operador tendrá la posibilidad de conocer las condiciones de alarma, activar y silenciar los dispositivos audiovisuales de alarma, liberar las puertas, bloquear los ascensores y reestablecer el sistema.

Para el subsistema de control de activos el centro de control deberá contar con:

- Contará con un registro en una base de datos de tipo SQL con protocolo de comunicación ODBC de todos los elementos junto con la respectiva etiqueta asignada y el laboratorio al que pertenece.
- La programación del sistema permitirá al operario del sistema conocer el elemento que está siendo sacado de las instalaciones, así como también el laboratorio al que pertenece.

En el centro de control y monitoreo estarán ubicados las unidades de grabación digital y los monitores de visualización para el subsistema de circuito cerrado de televisión, permitiendo al operario del sistema monitorear todo el edificio.

- La programación del sistema deberá permitir que al generarse una alerta de cualquiera de los subsistemas se active la cámara del respectivo lugar y de no haber una cámara directa en la ubicación las cámaras PTZ giren hacia la ubicación de la alerta.

Para el subsistema de aire acondicionado la programación del sistema permitirá que se cumplan automáticamente los requisitos de uso establecidos para cada laboratorio.

El centro de control y monitoreo deberá contar con respaldo energético que garantice el correcto funcionamiento de los diferentes subsistemas.

La actualización del centro de control y monitoreo se desarrolla bajo los siguientes lineamientos:

- Verificación del diseño existente, la revisión de los planos arquitectónicos y cada uno de los componentes del sistema de control de accesos allí descrito. Los resultados se presentan en el capítulo 3 sección 3.2 del presente documento. Para información más detallada de cada componente consúltese el Anexo J, “Matriz de alcance de resultados”.
- Actualización de especificaciones generales de funcionamiento del centro de control de monitoreo permitiendo la integración de todos los subsistemas de automatización.
- Búsqueda de referencias compatibles con el sistema Andover Continuum, para el centro de control y monitoreo principalmente la selección de la referencia del software que cumpla con los estándares y requerimientos dispuestos por la universidad.
- Generación del documento de análisis unitario de precios, se relacionan cantidades y precios, para lo cual se hace necesario gestionar cotizaciones de precios con diferentes distribuidores. En el Anexo A de este proyecto se presenta el análisis unitario correspondiente al centro de control y monitoreo.
- Generación del documento de especificaciones técnicas donde se detalla los criterios de instalación y funcionamiento de cada elemento, haciendo cumplimiento de las normas respectivas. Este documento se encuentra en el anexo B “Especificaciones técnicas”.

11. MATRIZ DE DESGLOSE DE RESULTADOS

Tabla 3: Matriz de desglose de resultados.

MATRIZ DESGLOSE DE RESULTADOS	
OBJETIVOS	ENTREGABLES
<p>ADQUISICIÓN, SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN RELEVANTE.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Inventario de gases presentes en cada laboratorio, fundamental para actualización de notificación de incendios. ANEXO L - Inventario de elementos de cada laboratorio. ANEXO K - Matriz de alcance de resultados con componentes actualizados y relacionados con el diseño anterior ANEXO J - Documento de especificaciones técnicas y planos arquitectónicos disponibles en el anexo M. - Proyectos referentes de la universidad que manejan los estándares y requerimientos de la universidad.
<p>ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Presupuesto y análisis unitario de los elementos y mano de obra presentes en el subsistema ANEXO A, actividad 1. - Especificaciones técnicas de cada componente como requisito de cumplimiento para actualización ANEXO B - Fichas técnicas (hojas de datos) de los elementos incorporados en la actualización ANEXO C. - Planos actualizados del subsistema, cada ítem indica el número de actividad enlazado con el presupuesto y especificaciones técnicas ANEXO D - Matriz alcance de resultados, evidencia la actualización de componentes respecto al diseño anterior ANEXO J.
<p>ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE DETECCIÓN Y NOTIFICACIÓN DE INCENDIOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Presupuesto y análisis unitario de los elementos y mano de obra presentes en el subsistema ANEXO A, actividad 2. - Especificaciones técnicas de cada componente como requisito de cumplimiento para actualización ANEXO B - Fichas técnicas (hojas de datos) de los elementos incorporados en la actualización ANEXO C. - Planos actualizados del subsistema, cada ítem indica el número de actividad enlazado con el presupuesto y especificaciones técnicas ANEXO E - Matriz alcance de resultados, evidencia la actualización de componentes respecto al diseño anterior ANEXO J.

<p>ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Presupuesto y análisis unitario de los elementos y mano de obra presentes en el subsistema ANEXO A, actividad 5. - Especificaciones técnicas de cada componente como requisito de cumplimiento para actualización ANEXO B - Fichas técnicas (hojas de datos) de los elementos incorporados en la actualización ANEXO C. - Planos actualizados del subsistema, cada ítem indica el número de actividad enlazado con el presupuesto y especificaciones técnicas ANEXO H - Matriz alcance de resultados, evidencia la actualización de componentes respecto al diseño anterior ANEXO J.
<p>ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE CONTROL DE ACTIVOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Presupuesto y análisis unitario de los elementos y mano de obra presentes en el subsistema ANEXO A, actividad 3. - Especificaciones técnicas de cada componente como requisito de cumplimiento para actualización ANEXO B - Fichas técnicas (hojas de datos) de los elementos incorporados en la actualización ANEXO C. - Planos actualizados del subsistema, cada ítem indica el número de actividad enlazado con el presupuesto y especificaciones técnicas ANEXO F - Matriz alcance de resultados, evidencia la actualización de componentes respecto al diseño anterior ANEXO J.
<p>ACTUALIZACIÓN DEL DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE SEGURIDAD E INTRUSIÓN.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Presupuesto y análisis unitario de los elementos y mano de obra presentes en el subsistema ANEXO A, actividad 4. - Especificaciones técnicas de cada componente como requisito de cumplimiento para actualización ANEXO B - Fichas técnicas (hojas de datos) de los elementos incorporados en la actualización ANEXO C. - Planos actualizados del subsistema, cada ítem indica el número de actividad enlazado con el presupuesto y especificaciones técnicas ANEXO G - Matriz alcance de resultados, evidencia la actualización de componentes respecto al diseño anterior ANEXO J.
<p>REGISTRO DE VISITAS A LAS INSTALACIONES DEL EDI</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Actas de registro de actividades como evidencia de los involucrados presentes en cada recorrido ANEXO I

12. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN.

Tabla 4: Presupuesto de inversión.

FORMULARIO DE CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS					25 de febrero de 2018
Actualización del sistema de automatización BAS del edificio de investigaciones Sede Guatiguara de la UIS, acorde con el estándar institucional.					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANT	SUBTOTAL
1,00	SUBSISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS				
1.01	Controladora 4 Lectoras. Expandible	un	22.313.015,00	16	357.008.240,00
1.02	Electroimanes 600 Lbs	un	519.146,00	64	33.225.344,00
1.03	Lectoras de Proximidad	un	525.074,00	128	67.209.472,00
1.04	Tarjetas de Proximidad	un	16.174,00	500	8.087.000,00
1.05	Contactos Magnéticos de sobreponer	un	39.216,00	64	2.509.824,00
1.06	Hardware y Software para control de visitantes	un	8.994.795,00	1	8.994.795,00
1-ST	Subtotal				477.034.675,00
2,00	SUBSISTEMA DE DETECCIÓN Y NOTIFICACIÓN DE INCENDIOS				
2.01	Panel de control de Incendios	un	20.644.783,00	1	20.644.783,00
2.02	Sensor Térmico	un	78.548,00	5	392.740,00
2.03	Sensor Fotoeléctrico	un	88.635,00	76	6.736.260,00
2.04	Sensor Dual	un	108.809,00	134	14.580.406,00
2.05	Bases para detectores	un	71.785,00	215	15.433.775,00
2.06	Sirena-Estrobo Direccionable	un	216.672,00	75	16.250.400,00
2.07	Estación Manual Direccionable	un	122.585,00	64	7.845.440,00
2.08	Módulos direccionables para interconexión	un	138.068,00	7	966.476,00
2.09	Panel remoto LCD de anunciación	un	1.034.957,00	1	1.034.957,00
2.10	Sensor de detección de fugas de Hidrogeno	un	175.002,00	3	525.006,00
2.11	Sensor de detección de fugas de Metano	un	167.212,00	2	334.424,00
2.12	Sensor de detección de fugas de Monóxido de Carbono	un	189.612,00	2	379.224,00
2-ST	Subtotal				85.123.891,00
3,00	SUBSISTEMA DE CONTROL DE ACTIVOS				
3.01	Pedestal de control de Activos (Master)	un	4.411.196,00	1	4.411.196,00
3.02	Pedestal de control de Activos (Esclavo)	un	4.461.196,00	1	4.461.196,00
3.03	Etiquetas Control de Activos	un	449,00	2.000	898.000,00
3-ST	Subtotal				9.770.392,00

4,00	SUBSISTEMA DE SEGURIDAD				
4.01	Sensor de movimiento de 360°	un	88.428,00	12	1.061.136,00
4.02	Arco detector de Metales	un	16.061.762,00	1	16.061.762,00
4.03	Sensor de ruptura de vidrio	un	78.341,00	14	1.096.774,00
4-ST	Subtotal				18.219.672,00
5,00	SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN				
5.01	Cámara Analógica Tipo domo PTZ para interiores	un	1.594.916,00	8	12.759.328,00
5.02	Unidad Digital de Grabación PELCO	un	15.211.757,00	2	30.423.514,00
5.03	Equipo Complementario para integración del sistema	un	31.441.900,00	1	31.441.900,00
5-ST	Subtotal				74.624.742,00
6,00	SUBSISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO				
6.01	Controladora Aire Acondicionado	un	16.267.751,00	1	16.267.751,00
6-ST	Subtotal				16.267.751,00
7,00	CENTRO DE CONTROL Y MONITOREO				
7.01	Licencia Software integrador	un	12.252.469,00	1	12.252.469,00
7.02	Equipo de computo	un	2.809.837,00	1	2.809.837,00
7.03	Impresora del sistema	un	1.154.620,00	1	1.154.620,00
7.04	Rack para CCTV	un	2.797.531,00	1	2.797.531,00
7-ST	Subtotal				19.014.457,00
8,00	BANDEJAS Y TUBERÍAS				
8.01	Bandejas porta cables tipo malla 300 mm	ml	121.471,00	364	44.215.444,00
8.02	Canalizaciones Tubería EMT 3/4"	ml	17.188,00	2.148	36.919.824,00
8.03	Canalizaciones Tubería EMT 1 "	ml	23.019,00	343	7.895.517,00
8.04	Canalización en tubería IMC 1"	ml	32.030,00	268	8.584.040,00
8.05	Canalización en tubería IMC 3/4"	ml	29.446,00	854	25.146.884,00
8-ST	Subtotal				122.761.709,00
9,00	SUMINISTRO Y TENDIDO DE CABLEADO				
9.1	Cableado Subsistema de Accesos				
9.1.01	Cable UTP para TCP/IP, Categoría 5e para Lectoras de proximidad	ml	1.876,00	1.520	2.851.520,00
9.1.02	Cable general 18 AWG, sensores, botones e imanes	ml	2.311,00	1.850	4.275.350,00
9.2	Cableado Subsistema de detección y notificación de incendios				
9.2.01	Cable Plenum FPLR/CMP, 2x18 AWG, sensores	ml	3.039,00	1.250	3.798.750,00
9.2.02	Cable Plenum FPLR/CMP, 2x16 AWG, anunciacion	ml	2.357,00	1.250	2.946.250,00
9.3	Cableado subsistema de activos				
9.3.01	Cable 18 AWG, dúplex	ml	2.311,00	345	797.295,00
9.4	Cableado Subsistema de seguridad				
9.4.01	Cable general sensores y señales 18 AWG, duplex	ml	2.311,00	580	1.340.380,00
9-ST	Subtotal				16.009.545,00

	TOTAL COSTO DIRECTO				838.826.834,00
	A.I.U (21%)				176.153.635,00
	VALOR TOTAL				1.014.980.469,00
	IVA (19% SOBRE UTILIDAD)				3.187.542,00
	SUBTOTAL				1.018.168.011

13. CONCLUSIONES

Durante del desarrollo de este proyecto de grado se plantearon diferentes objetivos con los cuales se pretendía dar solución a la actualización del sistema de automatización del edificio de investigaciones (EDI) y todo lo que esto involucra, a medida del desarrollo del proyecto se recopiló información y se plantearon nuevas soluciones a los inconvenientes que surgieron logrando avanzar en cada una de las actividades planteadas, de acuerdo a esto se llegó a las diferentes soluciones que se exponen en el documento y las conclusiones que se plantean a continuación.

- Haciendo el respectivo estudio y reconocimiento de cada nivel del edificio (cada nivel comprende laboratorios ascensores, cuartos técnicos, zonas comunes, etc.), se lograron identificar y cuantificar los elementos instalados de cada subsistema que comprendía el diseño anterior planteado por la empresa SICCON, se evidenció que solo se ejecutó un 10% del diseño planteado lo cual no permite tener una interacción completa del diseño actualmente.
- Se concretó el diseño final del sistema BAS el cual da lugar a la corrección del diseño previo y la integración de los sistemas existentes, también se incorporaron nuevas funcionalidades y componentes en el sistema lo cual permite que se integren mejor todos los subsistemas diseñados.
- Se actualizó el subsistema de detección y notificación de incendios incorporando nuevos elementos en el diseño de acuerdo a los estudios previos de manejo de gases inflamables como lo son: hidrogeno, metano, monóxido de carbono, mezcla metano-argón, presentes en los laboratorios 101, 104, 105 y 305, los cuales necesitan sensores específicos para la detección de posibles fugas; con los nuevos sensores incorporados se logra tener un mejor monitoreo y prevención de fugas que puedan causar incendios.
- Se actualizó el subsistema de control de accesos el cual tenía falencias en algunos de sus componentes lógicos tanto en ubicación como en conexiones y

cantidades como se mencionó en el documento, de esta manera se logró la integración de este subsistema actualizándolo con la plataforma de Andover continuum.

- El diseño del subsistema de iluminación fue actualizado previamente mediante licitación, de acuerdo con esta información se realizó la respectiva revisión con el fin de rectificar el sistema, donde se encontró un nuevo diseño mejorado con autonomía de operación y la capacidad y compatibilidad para ser acoplado con la plataforma institucional en la cual se basó el diseño general del sistema.
- Se actualizó el subsistema de circuito cerrado de televisión (CCTV), haciendo modificaciones en cuanto a la ubicación y cantidad de cámaras en determinadas áreas, además se incorporaron nuevos componentes con los cuales se logró la integración de este subsistema con la plataforma institucional, puesto que este subsistema se encontraba con funcionamiento y monitoreo totalmente independiente y sin ningún tipo de seguimiento.
- Se realizó el diseño del cuarto de monitoreo y control general del sistema BAS para el EDI, con lo cual se logró la unificación de sistemas para un monitoreo tanto general como particular de cada subsistema dando autonomía de funcionamiento y permitiendo la interacción entre los diferentes subsistemas.

14. RECOMENDACIONES

Para continuar con el mejoramiento y posible expansión del sistema BAS se hacen algunas recomendaciones pertinentes para tener en cuenta a la hora de su ejecución.

- Se recomienda mantener un suministro constante de energía al cuarto de monitoreo y control suministrada por una UPS que funcione justo para tal fin, manteniendo así el sistema activo en caso de eventualidades propiciadas por la falta de energía en el edificio.
- Se recomienda el uso del carnet estudiantil como tarjeta de acceso a las instalaciones del EDI lo cual permite al estudiante una mayor comodidad a la hora de ingreso y la movilidad dentro del EDI.
- Para proyectos futuros se recomienda realizar el presupuesto en dólares, ya que un presupuesto en pesos colombianos dada la tasa del cambio del dólar será válido por máximo un mes.

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SCHNEIDER ELECTRICS. Automatización de edificios. mayo 2012. [Revisado 4 de abril de 2016]. Disponible en internet: <http://www.schneider-electric.com.co/documents/eventos/memoriasjornadasconecta/Productividad/Automatizacion-edificios-para-mejorar-productividad.pdf>
- [2] BAS: Sistemas de automatización de edificios. [en línea]. Disponible en internet: <http://www.logen.com.mx/noticias/bas-sistemas-de-automatizacion-de-edificios>
- [3] VOSMEDIA. Sistema de gestión de edificios (BMS). Actualizado 2016. [Revisado 20 de abril de 2016]. Disponible en internet: <http://www.vosmedia.com/automatizacion/automatizacion-de-edificios/sistema-de-gestion-de-edificios/>
- [4] SEDICAL. Los sistemas de automatización de edificios mejoran la eficiencia energética. 2013. Disponible en internet: <http://www.sedical.com/sistemas-de-automatizacion-de-edificios>
- [5] MONCADA, Jaime. Sistemas de detección de incendios. NFPA [en línea]. [Revisado 20 de marzo de 2017]. Disponible en internet: <http://www.nfpajla.org/columnas/punto-de-vista/405-sistemas-de-deteccion-de-incendios>
- [6] Fire Alarm Conventional System. [en línea]. Disponible en internet: <http://mechanismtrade.com/fire-alarm-system/>
- [7] Control de accesos para empresas e instituciones. [en línea]. Disponible en internet: <http://compu-byte.com.ar/Empresas/>

- [8] HERNÁNDEZ, Diego, PIÑA, Marcelo y VÁZQUEZ, Marco. Automatización para la administración de energía, control de acceso, vigilancia, incendio, intrusión y clima del complejo de oficinas. México, D.F. Instituto Politécnico Nacional. 2008. 146P.
- [9] SCHREDER. Control inteligente para una iluminación eficiente. Actualizado 2017. Disponible en internet: <http://www.schreder.com/globalassets/sitecollectiondocuments/additionalcontent/schreder-owlet-sistemas-de-control.pdf>
- [10] Manuales de cámaras de vigilancia CCTV. [en línea]. Disponible en internet: <https://www.todoelectronica.com/es/30-camaras-de-vigilancia-cctv>
- [11] ECURED. Circuito cerrado de televisión (CCTV). [Revisado junio de 2016]. Disponible en internet: https://www.ecured.cu/Circuito_cerrado_de_televisi%C3%B3n
- [12] DEFINICIÓN.DE. Definición de circuito cerrado. Actualizado 2017. Disponible en internet: <https://definicion.de/circuito-cerrado/>
- [13] MICROTRONICS, Control de Activos. [Revisado 2016]. Disponible en internet: <http://www.microtronics.cr/control-deactivos>
- [14] RAMÍREZ, Julián. Normas de cableado estructurado [blog en línea]. Disponible en internet: <http://redes-utp-007.blogspot.com.co/2012/04/eia-electronics-industry-association.html>

- [15] ANSI (American National Standards Institute). [Revisado junio de 2017]. Disponible en internet: https://www.ansi.org/about_ansi/overview/overview?menuid=1
- [16] ITU (International Telecommunication Union). [Revisado junio de 2017]. Disponible en internet: <https://www.itu.int/es/Pages/default.aspx>
- [17] IEC (International Electrotechnical Commission). [Revisado junio de 2017]. Disponible en internet: <http://www.iec.ch/standardsdev/?ref=menu>
- [18] NFPA (National Fire Protection Association). [Revisado junio de 2017]. Disponible en internet: <http://www.nfpajla.org/nfpa-en-lationoamerica/nfpa-en-espanol>
- [19] NFPA-72. Código nacional de alarmas y señalización. Edición 1996. 291p.
- [20] IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). [Revisado junio de 2017]. Disponible en internet: <http://www.ieee.org.co/>
- [21] METRING INSTRUMENTACIÓN C.A. Protección según IEC. [Revisado junio de 2017]. Disponible en internet: <http://metring.com/notes/HI-10-65-MT2009.pdf>
- [22] CABLEADO ESTRUCTURADO. Norma TIA/EIA 568-B. Disponible en internet: <http://saber.ucv.ve/bitstream/12345678/507/3/APENDICEdianca%20tesis.pdf>
- [23] CABLEADO ESTRUCTURADO. Norma TIA/EIA 568-A. Disponible en internet: <https://cableadoestructurado.weebly.com/norma-eiatia-568a.html>

BIBLIOGRAFÍA

- ARÉVALO, Daniel, MANTILLA, Edwin y SÁCHICA, Ana. Monitoreo, soporte operativo y documental del sistema de automatización del nuevo edificio de la E3T. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. 2013. 159P.

- CABALLERO, Elsy, HERNÁNDEZ, Luis y SALDANA, Leonardo. Evaluación, rediseño y automatización del sistema de iluminación del edificio Instituto de lenguas del campus central de la Universidad Industrial de Santander con énfasis en el RETILAP. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. 2013. 282P.

- GUTIÉRREZ, German y PAVA, Elkin. Propuesta de diseño de un sistema cascada para la automatización y monitoreo de los sistemas de aire acondicionado para los auditorios Fundadores y Luis A. Calvo de la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. 2013. 290P.

- KIRSCHNING, Ingrid. Edificios inteligentes [online]. Puebla. Universidad de las Américas. 1992. Web:< <http://ict.udlap.mx/people/ingrid/ingrid/PaperEI.html>>

- PEDRAZA, Paula y OSORIO, Katherine. Diseño de la arquitectura de comunicaciones y de la integración de los equipos monitorizables existentes en la sede principal de la UIS al sistema de automatización BMS adoptado por la Institución. Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. 2014. 108P.

- SCHNEIDER ELECTRICS. Automatización de edificios. mayo 2012. [Revisado 4 de abril de 2016]. Disponible en internet: <http://www.schneider-electric.com.co/documents/eventos/memoriasjornadasconecta/Seguridad/Seguridad-automatizacion-de-edificios.pdf>