



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DISEÑO DE UN SISTEMA INMÓTICO PARA CONTROL, MONITOREO, SEGURIDAD Y AHORRO ENERGÉTICO EN EL CAMPUS DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA SEDE AMBATO

ISABEL MARINA QUINDE CUENCA

Trabajo de Titulación modalidad: Proyectos de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

**MAGISTER EN SISTEMAS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN
INDUSTRIAL**

Riobamba – Ecuador

Marzo, 2017



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, titulado: "DISEÑO DE UN SISTEMA INMÓTICO PARA CONTROL, MONITOREO, SEGURIDAD Y AHORRO ENERGÉTICO EN EL CAMPUS DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA SEDE AMBATO", de responsabilidad de la señorita Isabel Marina Quinde Cuenca, ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal:

Ing. Wilson Zúñiga Vinueza; M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Fabricio Pérez Gutiérrez; M.Sc.
DIRECTOR

Ing. Francisco Naranjo Cobo; M.Sc.
MIEMBRO

Ing. Daniel Álvarez Robalino; M.Sc.
MIEMBRO

Riobamba, marzo 2017

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, Isabel Marina Quinde Cuenca, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

ISABEL MARINA QUINDE CUENCA

Nº Cédula: 180313677-7

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Isabel Marina Quinde Cuenca, declaro que el presente **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este proyecto de investigación de maestría.

Riobamba, marzo de 2017

ISABEL MARINA QUINDE CUENCA

N° Cédula: 180313677-7

DEDICATORIA

Dedico la realización de este trabajo a mi familia, por su apoyo incondicional y por acompañarme siempre en cada momento de mi vida.

A mi tierno ángel del cielo.

A mis amigos que gracias a sus consejos ha sido posible concluir con el presente trabajo.

AGRADECIMIENTO

Hago extensible mi agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a su cuerpo docente por la preparación impartida en las aulas.

Agradezco especialmente a mi tutor y revisores por la guía y ayuda brindada a lo largo de la culminación del presente trabajo,

De manera similar agradezco la apertura de la Universidad Tecnológica Indoamérica para poder efectuar el estudio en sus instalaciones.

Isabel

CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	ii
DERECHOS INTELECTUALES.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.1. Situación problemática	3
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.3. Preguntas directrices.....	4
1.2. Justificación.....	4
1.3. Objetivo General	5
1.4. Objetivos Específicos	5
1.5. Hipótesis	5
CAPITULO II	6
2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	6
2.1. Domótica e Inmótica	7

2.1.1.	Edificio automatizado.....	7
2.1.2.	Edificio domótico	7
2.1.3.	Edificio inmótico	7
2.1.4.	Edificio digital	8
2.1.5.	Edificio inteligente	8
2.1.6.	Gestión de la energía	8
2.1.7.	Gestión de la seguridad.....	8
2.1.8.	Gestión del confort	8
2.1.9.	Eficiencia energética.....	8
2.1.10.	Elementos básicos de un sistema Inmótico	9
2.1.10.1.	Sensores.....	9
2.1.10.2.	Acondicionadores de señal	10
2.1.10.3.	Actuadores.....	10
2.1.10.4.	Interfaces	11
2.1.10.5.	Infraestructura.....	11
2.1.10.6.	Unidad de control	12
2.1.11.	Fases para la instalación inmótica	13
2.1.12.	Estándares.....	14
2.1.12.1.	X-10.....	15
2.1.12.2.	EIB.....	19
2.1.12.3.	LONWORKS	25
CAPITULO III.....		29
3.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	29

3.1.	Situación actual	30
3.1.1.	Subsuelo	32
3.1.2.	Planta Baja.....	33
3.1.3.	Primera Planta Alta.....	34
3.1.4.	Segunda Planta Alta	35
3.1.5.	Tercera Planta Alta	36
3.1.6.	Cuarta Planta Alta.....	36
3.1.7.	Estudio actual de Seguridad	36
3.1.8.	Estudio actual de Consumo Energético	40
3.1.9.	Estudio actual de Control y monitoreo de variables	42
3.1.9.1.	Estudio actual de Iluminación	43
3.1.9.2.	Estudio actual de Temperatura y Humedad.....	49
3.1.10.	Análisis de la situación actual	53
3.2.	Diseño de la propuesta.....	54
3.2.1.	Pre – estudio	54
3.2.1.1.	Selección de tecnología	54
3.2.1.2.	Necesidades a cubrir.....	55
3.2.2.	Definición	55
CAPITULO IV.....		62
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	62
4.1.	Seguridad, Control y Monitoreo.....	62
4.2.	Ahorro energético	62
4.3.	Costo del Sistema KNX.....	69

CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-2	Sensores según su tipo.....	9
Tabla 2-2	Tipos de actuadores y su función.....	11
Tabla 4-2	Recomendaciones para instalación de sensores.....	13
Tabla 5-2	Estándares para Inmótica.....	15
Tabla 6-2	Dispositivos X10 y sus funciones.....	17
Tabla 7-2	Características de EIB.....	22
Tabla 8-2	Distancia máximas permisibles en KNX.....	25
Tabla 9-2	Clases de direcciones y sus funciones en LonWorks.....	26
Tabla 10-2	Número de dispositivos en LonWorks.....	27
Tabla. 1-3	Número mensual de novedades de seguridad.....	38
Tabla. 2-3	Consumo mensual de energía eléctrica.....	40
Tabla. 3-3	Número mensual de novedades de iluminación.....	41
Tabla. 4-3	Valores de Iluminancia de los ambientes del Subsuelo.....	44
Tabla. 5-3	Valores de Iluminancia de los ambientes de la Planta Baja.....	44
Tabla. 6-3	Valores de Iluminancia de los ambientes del Primer Piso Alto.....	45
Tabla. 7-3	Valores de Iluminancia de los ambientes del Segundo Piso Alto.....	45
Tabla. 8-3	Valores de Iluminancia de los ambientes del Tercer Piso Alto.....	46
Tabla. 9-3	Valores de Iluminancia de los ambientes del Cuarto Piso Alto.....	46
Tabla. 10-3	Número de áreas para medición de iluminancia en función del Índice de área... ..	47
Tabla. 11-3	Datos de Iluminancia por cada zona del Laboratorio MAC.....	48
Tabla. 12-3	Valores de Iluminancia de los ambientes objeto de estudio.....	49

Tabla. 13-3	Valores de temperatura y humedad de los ambientes del Subsuelo.....	50
Tabla. 14-3	Valores de temperatura y humedad de los ambientes de la Planta Baja.....	50
Tabla. 15-3	Valores de temperatura y humedad de los ambientes del Primer Piso Alto.....	51
Tabla. 16-3	Valores de temperatura y humedad de los ambientes del Segundo Piso Alto.....	51
Tabla. 17-3	Valores de temperatura y humedad de los ambientes del Tercer Piso Alto.....	52
Tabla. 18-3	Valores de temperatura y humedad de los ambientes del Cuarto Piso Alto.....	52
Tabla. 19-3	Características de X-10, EIB y LONWORKS.....	54
Tabla. 20-3	Áreas de necesidad y su descripción.....	55
Tabla. 21-3	Códigos dispositivos sensores.....	56
Tabla. 22-3	Sensores Subsuelo.....	57
Tabla. 23-3	Sensores Planta Baja.....	57
Tabla. 24-3	Sensores Primera Planta Alta.....	57
Tabla. 25-3	Sensores Segunda Planta Alta.....	58
Tabla. 26-3	Sensores Tercera Planta Alta.....	58
Tabla. 27-3	Sensores Cuarta Planta Alta.....	58
Tabla. 28-3	Sensores Institución.....	59
Tabla. 29-3	Criterios de instalación KNX sobre par trenzado.....	59
Tabla. 30-3	Ubicación de tableros inmóticos.....	60
Tabla. 31-3	Plantas de las zonas KNX.....	61
Tabla, 1-4	Consumo y costo mensual de energía eléctrica.....	63
Tabla, 2-4	Valores de consumo y costo actuales y estimados con KNX.....	64
Tabla, 3-4	Horario de funcionamiento de luminarias de Laboratorio B6 (noviembre 2016)...	65

Tabla, 4-4	Tiempo estimado con Sistema Inmótico (días soleados).....	67
Tabla, 5-4	Tiempo estimado con Sistema Inmótico (días nublados).....	68
Tabla, 6-4	Costo de dispositivos para estándar KNX.....	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-2	Tipos de sensores.....	10
Figura 2-2	Relés	11
Figura 3-2	Arquitectura tipo bus y estrella.....	12
Figura 4-2	Modulación X-10	16
Figura 5-2	Codificación X-10	17
Figura 6-2	Esquema de instalación X10	18
Figura 7-2	Transmisión de datos KNX	19
Figura 8-2	Estructura de telegrama en KNX TP	20
Figura 9-2	Transmisión de datos KNX PL	20
Figura 10-2	Estructura de telegrama en KNX PL	21
Figura 11-2	Modulación en KNX RF	21
Figura 12-2	Estructura de telegrama en KNX IP	22
Figura 13-2	Estructura de una línea en KNX.....	23
Figura 14-2	Estructura de una línea ampliada de KNX	23
Figura 15-2	Área KNX	24
Figura 16-2	Configuración de acople de 15 Áreas KNX	24
Figura 17-2	Topología de sistema LonWorks.....	26
Figura 18-2	Sistema LonWorks	28
Figura. 1-3	Vista frontal de la institución, dos puertas de ingreso.....	30
Figura. 2-3	Accesos principales a la edificación.....	31
Figura. 3-3	Accesos laterales a la edificación.....	31
Figura. 4-3	(a)Vista posterior (b) acceso posterior a la edificación	32
Figura. 5-3	(a) Laboratorios de automatización (b) Laboratorio arquitectura (c) Auditorio de la institución.....	33
Figura. 6-3	(a) Biblioteca (b) Comedor.....	34

Figura. 7-3 (a) Oficina y (b) Aula	35
Figura. 8-3 Laboratorio MAC	35
Figura. 9-3 Ingreso de novedades en bitácora.....	37
Figura. 10-3 Novedades de seguridad desde febrero 2015 a febrero 2016	39
Figura. 11-3 Novedades de iluminación desde febrero 2015 a febrero 2016.....	42
Figura. 12-3 Resultados del proceso de cálculo de iluminancia del Laboratorio MAC.....	43
Figura. 13-3 Toma de datos de iluminancia en una zona del Laboratorio MAC	47
Figura, 1-4 Horario Laboratorio B6 en noviembre 2016	66

RESUMEN

El objetivo que se alcanzó con el proyecto fue el Diseño de un sistema inmótico para control, monitoreo, seguridad y ahorro energético en el campus de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Tecnológica Indoamérica, En función de la revisión documental de las bitácoras de guardianía se encontró que el campus presentó múltiples eventualidades en el campo de seguridad y consumo energético, mismos que afectan directamente a la imagen institucional y gastos operativos; el diseño se centró en una arquitectura distribuida basada en el protocolo EIB, se buscó controlar el encendido de luminarias bajo la consideración de la incidencia de fuentes naturales y la presencia de personal en las áreas, así como monitorizar las diferentes variables de seguridad. Como resultado se obtuvieron los planos del Sistema Inmótico de la institución, en los que consta la ubicación de los diferentes sensores por cada una de las áreas, las líneas inmóticas a las que pertenecen los sensores y las zonas inmóticas en las que se encuentran las diferentes líneas. El desempeño del sistema permitirá reducir el consumo de energía eléctrica e incrementar el nivel de seguridad del personal. Se recomienda la implementación del sistema inmótico debido al nivel de ahorro generado.

PALABRAS CLAVE: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <INMÓTICA>, <CONTROL>, <AHORRO ENERGÉTICO>, <MONITOREO>, <PROTOCOLO BUS DE INSTALACIÓN EUROPEO (EIB) >, <SENSORES>

ABSTRACT

The objective reached with this project was the Design of an inmotoc system for control, monitoring, security and energy saving in the campus of Engineering and Architecture of the Universidad Tecnológica Indoamerica. As a function of the documentary review of the guardianship binnacles, it was found that the campus had multiple eventualities in the field of security and energy consumption that directly affect the institutional image and operating expenses, the objective was centered on a distributed architecture base on the EIB protocol. It was sought to control the lighting of luminaires under the consideration of the natural sources incidence and the presence of personnel in the areas, as well as to monitor the different security variables. As a result, the plans of the Institution System were obtained, including the location of different sensors for each one the areas, the inmotoc lines to which the sensors belong and the inmotoc zones in which the different lines are found. The system performance will reduce the electric energy cost and increase the personnel safety level. It is recommended to implement the inmotoc system due to the level of saving generated.

KEYWORDS: <TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES>, <INMOTICS>, <CONTROL>, < ENERGY SAVING>, <MONITORING>, <EUROPEAN INSTALLATION BUS PROTOCOL (EIB)>, < SENSORS>

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo general del presente estudio es diseñar un sistema inmótico para la institución, el mismo que permita mantener bajo control variables como la temperatura y la iluminación de los diferentes ambientes, así como también la seguridad de la institución.

El presente trabajo está enfocado a conocer la eficiencia de la gestión de recursos en el campus de Ingenierías y Arquitectura de la Universidad Tecnológica Indoamérica, las conclusiones de este estudio permitirán proponer una alternativa de solución al problema encontrado; solución que se encuentre a la par del avance tecnológico para el control, monitoreo, seguridad y ahorro energético de la institución.

La gestión de recursos tiene como objetivo principal la optimización en la utilización de los recursos, reducción de costes, mejoras en la seguridad y el confort general de los ocupantes del edificio.

El campus de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Tecnológica Indoamérica brinda sus instalaciones para uso de tipo terciario, por lo que debe brindar la seguridad y el confort necesario para el desarrollo de las actividades diarias tanto del personal docente, docente, administrativo y de servicios.

El gasto de operación de la institución es elevado debido a los requerimientos de la misma, entre esos requerimientos se puede mencionar:

- Iluminación
- Seguridad

Actualmente se puede observar que la iluminación de las oficinas y de las aulas permanece activa durante el día completo y en las noches se deben apagar de forma manual luego de terminar la jornada, esta situación provoca un elevado consumo energético por iluminación desperdiciada lo que se traduce en un alto costo de operación.

Es por esto que el estudio se centrará en verificar el control de iluminación en aulas, oficinas, pasillos, baños y laboratorios; este control permitirá disminuir el costo de operación de la institución ya que el gasto por el desperdicio de la energía eléctrica es elevado, como se mencionó anteriormente el sistema de iluminación se encuentra constantemente activado durante el día, hasta culminar la jornada laboral.

De lo anterior se puede concluir que al brindar una solución de control de iluminación del edificio se disminuirá sustancialmente el gasto de operación en consumo de energía eléctrica de las instalaciones.

De manera similar al tratarse de carreras técnicas se utiliza diferentes ambientes para la ejecución de prácticas de laboratorio, estos ambientes deben permanecer controlados antes, durante y después de las prácticas a ejecutarse.

La institución posee laboratorios que facilitan el proceso de aprendizaje de los docentes y que deben ser monitorizados todo el tiempo para prevenir posibles emisiones de gases, cambios bruscos de temperatura, conatos de incendio además de vigilar y controlar el acceso de docentes y estudiantes a cada laboratorio, esto permitirá realizar un adecuado registro automático de asistencia mediante base de datos y mejorar la seguridad de los laboratorios.

Se debe mencionar también que en dichos laboratorios se deben mantener condiciones ambientales constantes para evitar el daño o degradación de los componentes físicos, químicos, eléctricos o electrónicos que se encuentran dentro de ellos para salvaguardar la seguridad de los bienes y del personal.

También se estudiará el monitoreo de variables en las aulas, en las oficinas y en la biblioteca del campus; todas las lecturas de los sensores serán continuamente monitorizadas para mantener el balance correcto en cada uno de los ambientes de trabajo y así brindar el suficiente confort para el desarrollo de las actividades diarias de todo el personal.

El avance tecnológico y la interacción de la electrónica, automatización y control han provocado la existencia de los llamados edificios inteligentes, los cuales no son más que edificios en los que se ha aplicado la domótica y que se ha incorporado inteligencia artificial para simplificar la ejecución de las diferentes funciones.

Con el estudio se pretende brindar una solución efectiva a la problemática del desperdicio energético, de seguridad y confort de la institución, solución que se orientará hacia el diseño de un edificio domotizado, es decir se diseñará la inmótica para la institución.

Con el diseño inmótico se busca controlar automáticamente el encendido de las luces el cual dependerá de la cantidad de iluminación natural y de la presencia de personal en los ambientes. La iluminación natural se controlará mediante sensores que permitan a través de actuadores la apertura y cierre de las cortinas de los ambientes.

Para los laboratorios y biblioteca se utilizarán sensores de temperatura y de humedad que permitan monitorizar los valores de las variables y controlar adecuadamente su variación dentro de los rangos permisibles para que los componentes existentes no sufran degradación y para que el personal mantenga un confort adecuado.

En cuanto a la seguridad se prevé monitorizar la institución mediante un circuito cerrado de vigilancia, que no posea puntos ciegos en los que no se pueda dar seguimiento a eventualidades, también se diseñará el sistema con sensores en las diferentes entradas del campus.

Con todo esto la institución será sostenible con el medio ambiente y brindará una idea de progreso tecnológico y cuidado ambiental, principios con los cuales se encuentra alineado el trabajo institucional de la universidad.

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1.Situación problemática

La gestión de recursos es una actividad de suma importancia en el diario desarrollo de las diferentes áreas que constituyen a una organización, ya que de su adecuado funcionamiento depende el normal desenvolvimiento de cada una de dichas áreas. La correcta gestión de recursos permite realizar inversiones no solamente para el desenvolvimiento regular de las actividades, sino que también permite desarrollar y crear nuevas y mejores áreas dentro de la organización.

Una inadecuada gestión de recursos puede provocar la interrupción parcial e incluso total de las actividades, en el caso de la institución se habla de la suspensión de jornadas académicas, lo que afectaría de manera general al personal.

El gasto innecesario de energía en sistemas no controlados de iluminación incrementa los gastos operativos de la institución en el pago de las planillas eléctricas, este gasto también se incrementa debido a que se desaprovecha la iluminación natural existente en los ambientes.

En el área de laboratorios y biblioteca se deben mantener condiciones de temperatura y de humedad controladas para que los componentes de dichos ambientes se mantengan funcionales, también se requiere la presencia y monitoreo de detectores de humo. Todas estas variables deben ser constantemente monitoreadas en cada uno de los ambientes de la estructura.

De manera similar en el aspecto del sistema de seguridad; si se considera que la seguridad de los bienes, la seguridad personal y las eventualidades o averías de las instalaciones no presentan un adecuado funcionamiento o control se prevé que los costos por reparaciones y recuperación de bienes son elevados.

1.1.2. Formulación del problema

¿La ausencia de un sistema inmótico para control, monitoreo, seguridad y ahorro energético en el campus de ingeniería y arquitectura provoca que la gestión de los recursos sea ineficiente?

1.1.3. Preguntas directrices

- ¿Qué cantidad de energía se consume en la institución?
- ¿Cuál es el porcentaje de energía que se desperdicia en la institución?
- ¿Existe seguridad electrónica en las puertas de acceso al campus y estacionamiento?
- ¿Existe control de ingreso a las aulas y laboratorios de la institución?
- ¿Se monitorizan variables fundamentales de los laboratorios?
- ¿Se controla el nivel de humedad de los laboratorios y biblioteca?

1.2. Justificación

La importancia del estudio radica en la necesidad de reducir el nivel de desperdicio de recursos de la institución mediante el desarrollo de soluciones tecnológicas que controlen automáticamente la utilización de dichos recursos.

El impacto será positivo para la institución ya que brindará una visión de poseer un edificio domotizado que sea amigable con el medio ambiente por la reducción del consumo de energía y por el aprovechamiento óptimo de los recursos naturales.

Esta visión se encuentra alineada con el progreso de la tecnología y la estrecha relación de las diferentes ramas de las ciencias que permiten el desarrollo de la inmótica.

Cabe mencionar que el estudio es factible técnicamente de realizar puesto que se tiene el acceso a la información necesaria para analizar la correlación de las variables, así mismo existe la disponibilidad por parte de todo el personal para la ejecución del trabajo.

El beneficio inmediato del estudio permitirá conocer las variables de interés y su incidencia entre sí, para posteriormente realizar el análisis de la posible solución la cual estará direccionada a disminuir el costo energético, el incremento del uso de fuentes naturales de iluminación y que permita además incrementar el nivel de seguridad de las instalaciones.

Con el presente estudio se verán beneficiados todo el personal docente, docente y de servicios debido a que al controlar las variables de estudio se generaría un ambiente confortable para el desempeño de las diferentes actividades, se mejorará el nivel de seguridad en todos los ambientes y sobre todo se asegurará el bienestar y la integridad de todo el cuerpo estudiantil y docente de la institución.

1.3. Objetivo General

Diseñar un sistema inmótico para control, monitoreo, seguridad y ahorro energético en el campus de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Tecnológica Indoamérica sede Ambato

1.4. Objetivos Específicos

- Determinar el estado de consumo energético del campus de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Tecnológica Indoamérica sede Ambato.
- Determinar el estado del sistema de seguridad del campus de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Tecnológica Indoamérica sede Ambato
- Seleccionar las variables a controlar en el diseño inmótico
- Seleccionar los dispositivos a utilizar según las variables encontradas.
- Proponer el diseño inmótico para la institución

1.5. Hipótesis

El sistema inmótico para control, monitoreo, seguridad y ahorro energético disminuirá el consumo energético de la institución.

CAPITULO II

2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Del repositorio digital de la Escuela Superior Politécnica del Litoral se tiene el trabajo de investigación titulado: Diseño Inmótico para ahorro energético, seguridad y control de las instalaciones para el nuevo edificio de la FIEC; de los autores: COBOS, María, LOAYZA, Andrea y GARAY, Francisco; previo a la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones.

Luego de la ejecución del trabajo de investigación los autores concluyen que el estándar americano LonWorks es el más indicado para la ejecución del diseño debido a que les brinda un mayor grado de interoperabilidad, indica que es un estándar que posee mayor robustez frente a los demás estándares y el costo de implementación sería menor; prevé una inversión de aproximadamente \$100000 con un retorno de inversión de 10 años

Presentan como beneficios del proyecto el mando a distancia de las instalaciones, el ahorro energético y la seguridad tanto de los bienes materiales de la infraestructura como de los bienes personales (usuarios de la edificación). (COBOS, 2006)

Del repositorio digital de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca se tiene el trabajo de investigación titulado: Estudio y diseño inmótico para el parque acuático Planeta Azul, usando la tecnología LONWORKS para el control de iluminación, acceso, seguridad técnica y circuito cerrado de televisión; de los autores: PEREZ, Marcelo y URDIALES, Walter; previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico.

Luego de efectuado el trabajo de investigación, los autores concluyen que la implementación de una red inmótica es costosa debido a la baja demanda puesto que se trata de una tecnología que no se encuentra difundida en el país; al exponer información sobre esta tecnología se promueve la generación de nuevas fuentes de empleo, así como también se beneficiarían las empresas distribuidoras de energía ya que se reduciría el desperdicio energético.

Utiliza la tecnología LonWorks para el diseño inmótico debido a que esta tecnología es robusta, escalable e interoperable; el diseño permitirá ahorrar energía, incrementar la seguridad y mejorar las condiciones laborales sin afectar el diseño arquitectónico original de la infraestructura.

Se estima un ahorro energético de aproximadamente el 30% (electricidad, agua y gas) con lo que prevé un ahorro anual de alrededor de \$9600. (PEREZ, 2013)

Del repositorio digital de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca se tiene el trabajo de investigación titulado: Estudio y diseño inmótico para el edificio de biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, implementando la tecnología KONNEX (KNX) para el control de iluminación, control de accesos y control de seguridad técnica; del autor: LOJA, Milton; previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico.

Para la recopilación de datos del estudio, el autor ha utilizado la técnica de la encuesta a 138 personas tanto profesionales (Ingenieros Eléctricos, Electrónicos, Arquitectos) y estudiantes de los últimos niveles de la institución.

Luego de efectuado su trabajo, el autor concluye que se debe promover esta tecnología en el país para generar un mayor progreso, el desconocimiento del tema y la falta de software de simulación limitan el actual desarrollo de esta tecnología e incrementan sus costos iniciales de implementación.

Los beneficios de implementar este tipo de tecnología permiten mejorar la calidad de vida en el hogar y la calidad del desempeño laboral en edificios terciarios, incrementar la seguridad personal y material e incrementar el ahorro energético; todo esto beneficios se complementan con un mayor incremento de plazas laborales tanto de instaladores, desarrolladores de software, técnicos, programadores, ingenieros, arquitectos. (LOJA, 2013)

2.1. Domótica e Inmótica

2.1.1. Edificio automatizado

Un edificio automatizado es un edificio o vivienda que posea alguna clase de automatismo. (ROMERO, 2010)

2.1.2. Edificio domótico

Es una vivienda que brinda a sus habitantes un nivel elevado de confort, seguridad, ahorro de energía y manejo de redes de comunicación mediante la integración de los automatismos en cada una de estas áreas. (ROMERO, 2010)

2.1.3. Edificio inmótico

Trata sobre la gestión técnica de edificios terciarios y cuyo objetivo se encuentra alineado no sólo a la calidad de vida, sino también a la calidad de trabajo empleando las técnicas utilizadas en domótica y particularizando a los sistemas de automatización que se desea incorporar. (ROMERO, 2010)

2.1.4. Edificio digital

Son edificios en los que convergen múltiples servicios como comunicaciones, entretenimiento, etc.; esta convergencia forma una nueva red del hogar. (ROMERO, 2010)

2.1.5. Edificio inteligente

Son edificios domotizados y que además se le añade inteligencia artificial que permita desempeñar diferentes tareas (mantenimiento, seguridad, etc...) (ROMERO, 2010)

2.1.6. Gestión de la energía

El ahorro energético es un concepto alcanzable mediante la aplicación de diferentes métodos no necesariamente con la sustitución de los elementos por otros de menor consumo sino mediante la administración del consumo energético ya sea utilizando temporizadores, termostatos, etc. (MORALES, 2011)

2.1.7. Gestión de la seguridad

Los sistemas domóticos brindan mayor amplitud de la administración de seguridad debido a que integra en un solo sistema a la seguridad de bienes, de las personas y averías e incidentes. Todo esto gestionando alarmas técnicas, alertas médicas, creando simulaciones de presencia, control de intrusión, etc... (MORALES, 2011)

2.1.8. Gestión del confort

La administración del confort brinda múltiples comodidades, tales como la calefacción, iluminación, refrigeración y el control de elementos tales como puertas, persianas, ventanas, riego automático, etc. (ROMERO, 2010)

2.1.9. Eficiencia energética

Busca disminuir el consumo energético, pero manteniendo constante el nivel de energía, es decir garantiza la distribución energética sin desmedro del cuidado ambiental, manteniendo la calidad de vida y fomentando el uso racional de la energía. (GUERRERO, 2013)

2.1.10. Elementos básicos de un sistema Inmótico

2.1.10.1. Sensores

También denominados transductores, son dispositivos capaces de detectar magnitudes de cualquier especie y transformarlas a una magnitud eléctrica para su análisis. (PALLÁS, 2014)

Los sensores pueden ser de tipo activo (aquellos que necesitan alimentación eléctrica para su funcionamiento) o de tipo pasivo (aquellos que no requieren alimentación eléctrica) (ROMERO, 2010)

También se puede clasificar a los sensores según su tipo en seis grandes grupos como se muestra en la Tabla 1-2.

Tabla 1-2 Sensores según su tipo

Tipo de sensor	Sensor
Gestión climática	Termocuplas, termostatos, sondas de temperatura, higrómetro, manómetros, etc...
Gestión contra incendio	Sensor de humo, sensor termovelocimétrico, sensores de dilatación, etc...
Gestión contra intrusión/robo	Sensores PIR, Sensores de apertura de puertas, sensores de apertura de ventanas, sensores de ruptura de cristales, etc...
Control de presencia	Lector de tarjetas, biométricos, teclado de claves, etc.
Control de iluminación	Luxómetros
Otros sistemas	Pluviómetro, anemómetro, Sensor de GLP, etc...

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016
Fuente: (ROMERO, 2010)

En la Figura 1-2 se muestra un conjunto de diferentes tipos de sensores utilizados en muchas aplicaciones inmóticas



Figura 1-2 Tipos de sensores
Fuente: (Oscar, 2013)

2.1.10.2. Acondicionadores de señal

Los acondicionadores de señal son circuitos eléctricos que mejoran las señales recibidas desde el transductor. Se debe acondicionar o adaptar la señal de los sensores al controlador a los sistemas que reciben dichas señales; existen acondicionadores de tensión (0V - 5V, 0V - 10 V, 1V - 5V o 2V - 10 V) y acondicionadores de corriente (0mA - 20mA o 4mA - 20 mA).

El acondicionamiento puede ser cualquier tipo de proceso que permita que la señal recibida tenga las características ideales para ser traducida por el sistema que la recibe, dichos proceso pueden ser de amplificación, filtrado, atenuación, etc... (PALLÁS, 2014)

2.1.10.3. Actuadores

Son dispositivos que actúan sobre el medio exterior transformando una orden o señal eléctrica en otra de tipo mecánica, térmica, lumínica, sonora, etc...

La Tabla 2-2 muestra los tipos de actuadores y la función que desempeña.

Tabla 2-2 Tipos de actuadores y su función

Actuador	Función
Relé	Conmuta circuitos de potencia alta mediante señales de baja potencia
Contactores	Es un relé de potencia
Dimmers	Regula la potencia de alimentación de una carga mediante el uso de diacs o triacs
Electroválvulas	La apertura de estas válvulas se controla mediante una señal eléctrica externa
Motor eléctrico	Convierte la señal eléctrica de entrada en movimiento o energía mecánica
Resistencias	Debido a la corriente que las atraviesa pueden elevar el nivel de temperatura del área que los rodea

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016
Fuente: (ROMERO, 2010)

En la Figura 2-2 se muestra dos tipos de relés.

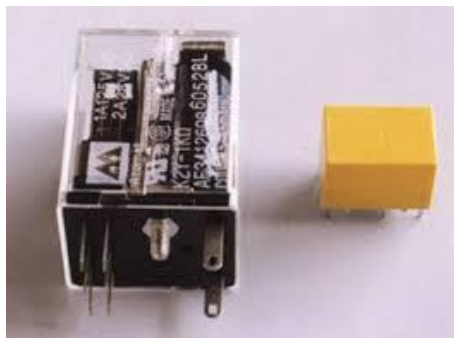


Figura 2-2 Relés

Fuente: (INESEM business school, 2016)

2.1.10.4. Interfaces

Muchas veces la señal que emite el controlador para ser ejecutada por el actuador no presenta las características necesarias para su compatibilidad, es por esto que se utilizan interfaces que actúan en potencia amplificando ya sea el voltaje o la corriente que emite el control de baja potencia. Como ejemplos de interfaces se puede mencionar: transistores, triacs, tiristores, optoacopladores, entre otros. (PALLÁS, 2014)

2.1.10.5. Infraestructura

La comunicación que se lleva a cabo entre los sensores, el sistema de control y los actuadores se debe efectuar mediante una infraestructura de transmisión de información, es decir se requiere conocer la topología del cableado que transmitirá los datos y la energía a cada dispositivo. (MORALES, 2011)

La Tabla 3-2 muestra las diferentes topologías con su descripción.

Tabla 3-2 Topologías de conexión

Topología	Características
Bus o Distribuida	Todos los elementos se encuentran conectados a un solo cable de comunicación
Centralizada o Estrella	Tolos los elementos se conectan mediante una línea individual a la misma unidad de control
Mixta	Es una combinación de las dos anteriores, se puede tener topología Bus- Estrella (varias estrellas conectadas por un solo bus) o una topología Estrella - Estrella

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016
Fuente: (ROMERO, 2010)

La Figura 3-2 muestra gráficamente las topologías que se mencionaron anteriormente.

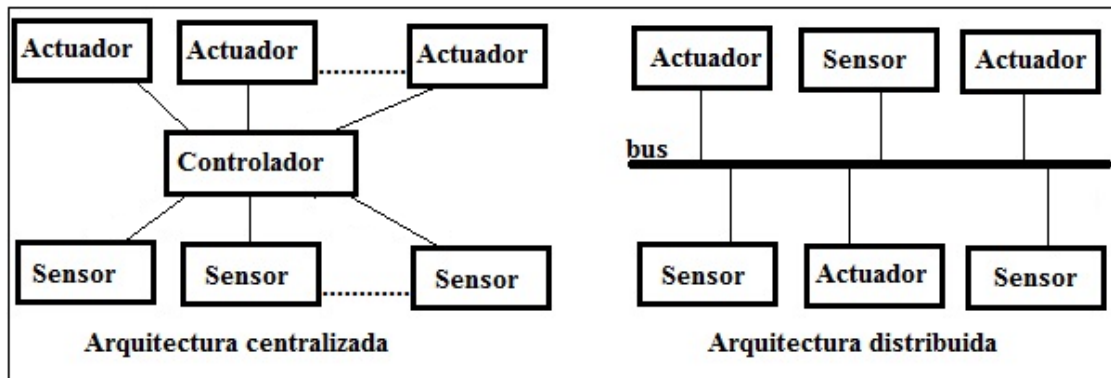


Figura 3-2 Arquitectura tipo bus y estrella
Fuente: (FEMPA , 2016)

2.1.10.6. Unidad de control

Es la Central de la Inmótica debido a que gestiona o administra toda la instalación, es decir recibe las señales de los transductores, analiza la información y envía señales a los actuadores.

Estas centrales inmóticas se conocen también como controladores o unidades de control y varían según la topología con la que se implemente el diseño inmótico; es así que en un sistema centralizado la unidad de control está albergada en un solo dispositivo el cual ejecuta el programa establecido para la instalación inmótica, la desventaja de este tipo de controlador es que en caso de falla del controlador todo el sistema se inutiliza.

En controlador de un sistema distribuido se encuentra en cada uno de los componentes lo cual permite que el sistema sea más flexible y robusto, ya que la falla de alguno de los componentes no inutiliza a los demás, la desventaja radica en la dificultad de programación de cada uno de los elementos bajo un protocolo que permita comunicar diferentes dispositivos.

Al tener el control en cada elemento estos actuarán independientemente y se requerirá la conexión a una unidad central sólo en el caso de efectuar almacenamiento de eventos, monitoreo de variables, monitoreo y control remoto de las instalaciones, es decir permitir al usuario monitorizar y controlar constantemente desde una ubicación remota ya sea fija o móvil las variables presentes. (ROMERO, 2010)

Luego de tener en claro los elementos de las instalaciones inmóticas se procede a dar las recomendaciones básicas respecto a la colocación de los sensores dentro la instalación inmótica, como puede observarse en la Tabla 4-2.

Tabla 3-2 Recomendaciones para instalación de sensores

Tipo sensor	Recomendaciones
Gas	Colocar máximo a una altura 1,5m del gas doméstico, lejos de ventanas, extractores, humedad, calor, corrientes, grasa, polvo, etc...
Termostato	Centrado en la pared frente de la fuente de calor a 1,5m del suelo, en un sitio accesible, lejos de corrientes, sin incidencia directa del sol y lejos de electrodomésticos.
Temperatura	Igual que los termostatos.
Incendios	Si son de tipo iónico u óptico no se deben instalar en cocinas. Se deben instalar en el techo, centrados y a una distancia mínima de 50cm de la pared
Humedad	En contacto directo con el suelo
Receptor de radio frecuencia	Se debe asegurar el alcance de la señal en todas las áreas
Intrusión	Esquinas de las estancias y en la parte superior, alejados de fuentes de calor, la parte imantada se colocará en los marcos en la parte contraria de las bisagras

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: (ROMERO, 2010)

2.1.11. Fases para la instalación inmótica

Los pasos requeridos para efectuar un estudio inmótico son:

- Pre – estudio
- Definición
- Instalación
- Entrega

En el Pre- estudio se analizarán las necesidades del edificio, las soluciones a ofrecer, la tecnología a utilizar y sus proveedores.

En la Definición se planificarán todas las actividades a desarrollar en el diseño inmótico en directa relación con las necesidades establecidas y los costos acordados.

En la Instalación se seguirán los pasos establecidos en la definición, es decir se seguirán los procedimientos establecidos para la automatización del edificio verificando continuamente el funcionamiento y la calidad de los trabajos efectuados.

En la etapa de Entrega se debe capacitar al usuario sobre la adecuada utilización de la tecnología implementada, además se debe entregar un manual de usuario y los planos de las instalaciones efectuadas. (HUIDROBO, 2014)

2.1.12. Estándares

El desarrollo de la automatización de edificios se basa en sistemas que permitan desarrollarlo, es así que hay múltiples sistemas que se encuentran en el mercado, algunos de ellos tienden a desaparecer, otros se unen y hay algunos que se convierten en estándares.

Existen protocolos abiertos los cuales persiguen unificar los criterios y dispositivos creados por varias compañías, es decir puede ser implementado con todo dispositivo que haya sido creado para cumplir con el protocolo consensuado entre todas las empresas inmersas.

Los estándares o protocolos cerrados son aquellos que son desarrollados por una empresa en particular y por tanto el uso de esos protocolos se limita al uso de los dispositivos creados por dicha empresa. (ROMERO, 2010)

La Tabla 5-2 muestra algunos de los estándares existentes en el campo de automatización de edificios con sus características fundamentales.

Tabla 4-2 Estándares para Inmótica

Tipo	Nombre	Características
Sistema Estándar	X-10	Corrientes portadoras, Descentralizado. Apoyado por Home System, etc...
	EIB	Bus de datos, descentralizado. Apoyado por ABB, Siemens, etc...
	LonWorks	Sistema abierto, descentralizado
	Otros	EHS, Batibus, Konnex, HES, Cebus, HBS, BACnet, etc...
Sistemas propietarios	SIMON-VIS	Centralizado
	Amigo, Biodom, Cardio, Concelac, Dialogo, Domaiké, PLC, SSI, Starbox, etc	Sistemas comerciales propietarios
Estándares relacionados	Bluetooth, HomeRF, Sharewave, OSGi, UPNP, UMTS, etc...	Proviene de redes informáticas, la telefonía móvil.
	Basados en sistemas industriales	Soluciones ampliamente implementadas a nivel industrial en base a autómatas programables (Siemens, Omron, etc...)

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016
Fuente: (ROMERO, 2010)

2.1.12.1. X-10

Es un protocolo abierto, fue desarrollado en Escocia en los años 1976 y 1978, tiene como objetivo fundamental transmitir información por líneas de baja tensión reduciendo el costo en desmedro de la velocidad. La reducción de los costos radica en que se utilizan las mismas líneas eléctricas de la vivienda evitando así efectuar nuevas instalaciones.

Se basa en un formato de corriente de portadora PLC (Power Line Carrier), es decir transmite la información codificada dentro de la onda de corriente alterna suministrada por las empresas eléctricas, lo que provoca el manejo de velocidades de transmisión muy bajas ya que la frecuencia de red en Europa es de 50 Hz (Ecuador 60 Hz) y considerando que la velocidad de transmisión de datos se da en bits/s (bps), la información se transmitirá a una tasa de un bit cada 20ms, es decir 50 bps (Ecuador 60 bps). (ROMERO, 2010)

Utiliza la red de suministro de energía eléctrica como portadora y como señal moduladora emplea una señal de muy bajo voltaje con frecuencia de 120Khz, en la Figura 4-2 se puede observar las señales para el proceso de modulación X-10

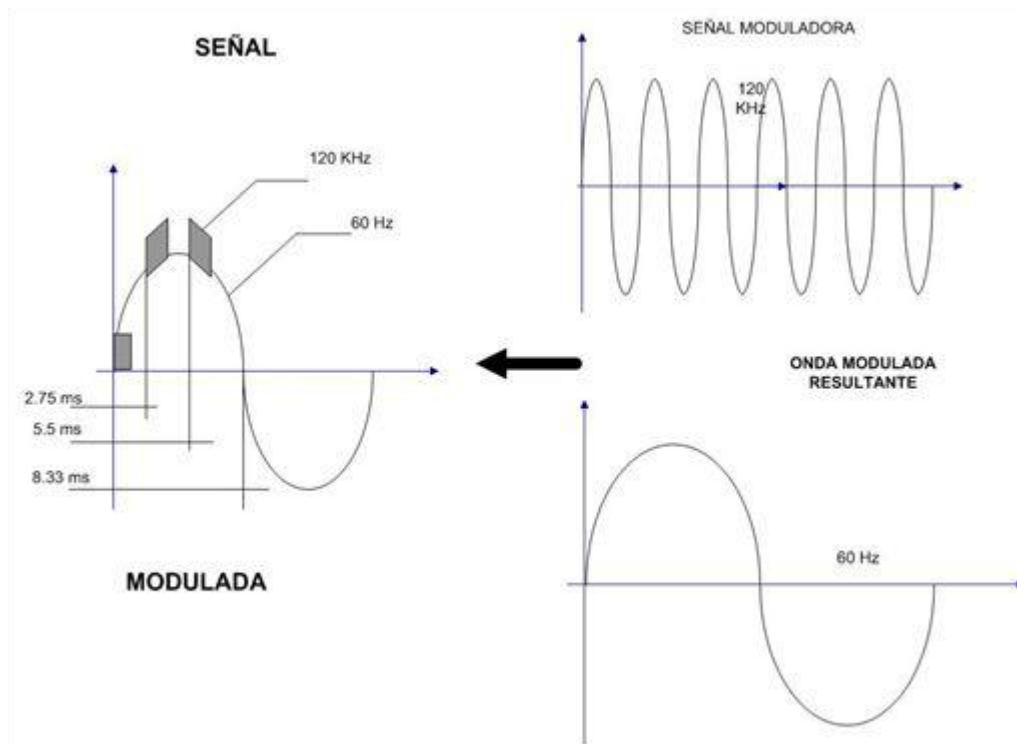


Figura 4-2 Modulación X-10
Fuente: (MIRANDA & VILLACRÉS, 2009)

El estándar X-10 utiliza 11 ciclos de la red eléctrica para introducir (1_L) durante 1 ms la señal moduladora de 120kHz o para no introducir (0_L) dicha señal. Los cuatro primeros bits que se generan corresponden al código de inicio para la sincronización de emisor- receptor, la señal moduladora se filtra y es recibida por el receptor.

La trama de información de los 11 ciclos se divide en los siguientes campos:

- Dos ciclos de código de inicio
- Cuatro ciclos de código de casa
- Cinco ciclos denominados código de unidad, que pueden ser un código numérico de 1 a 16 o un código de función (apagado, encendido, etc...)

La información de los dos primeros ciclos o código de inicio se extrae de cada uno de los semiciclos de la señal, mientras que en los códigos de casa y de unidad la información se extrae únicamente del primer semiciclo de cada ciclo. El segundo semiciclo de cada ciclo se utiliza para seguridad de transmisión de la información, en este caso se envía la información del primer semiciclo complementada. La codificación antes mencionada puede apreciarse en la Figura 5-2.



Figura 5-2 Codificación X-10
 Fuente: (Domótica viva, S.L, 2002)

La fiabilidad del sistema X-10 se ve incrementada debido a que la trama anteriormente indicada se transmite dos veces separadas entre sí por dos ciclos de corriente, excepto en el caso de funciones de regulación de intensidad donde se transmiten sin ciclos de separación.

Los sistemas domóticos X10 son flexibles debido a que se pueden sustituir los típicos elementos de control por dispositivos X10 y de un mismo emisor se pueden activar múltiples receptores; también se pueden efectuar cambios de dirección de los dispositivos de forma manual sobre el mismo dispositivo, ya que cada dispositivo posee elementos giratorios que permiten realizar esos cambios a los usuarios finales.

Los dispositivos que se manejan en X10 junto con sus funciones básicas se enlistan en la Tabla 6-2.

Tabla 5-2 Dispositivos X10 y sus funciones

Dispositivo	Funciones
Programadores	Comunicación de la red X10 con el PC
Actuadores	Convierten señales en acciones
Emisores	Generan las señales X10
Filtros	Aíslan la red X10 del resto de la instalación eléctrica
Otros	Cámaras, sistemas de seguridad

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016
 Fuente: (ROMERO, 2010)

La Figura 6-2 muestra la estructura del sistema X10, con sus dispositivos y las funciones que desempeña.

ESTRUCTURA DEL SISTEMA X-10

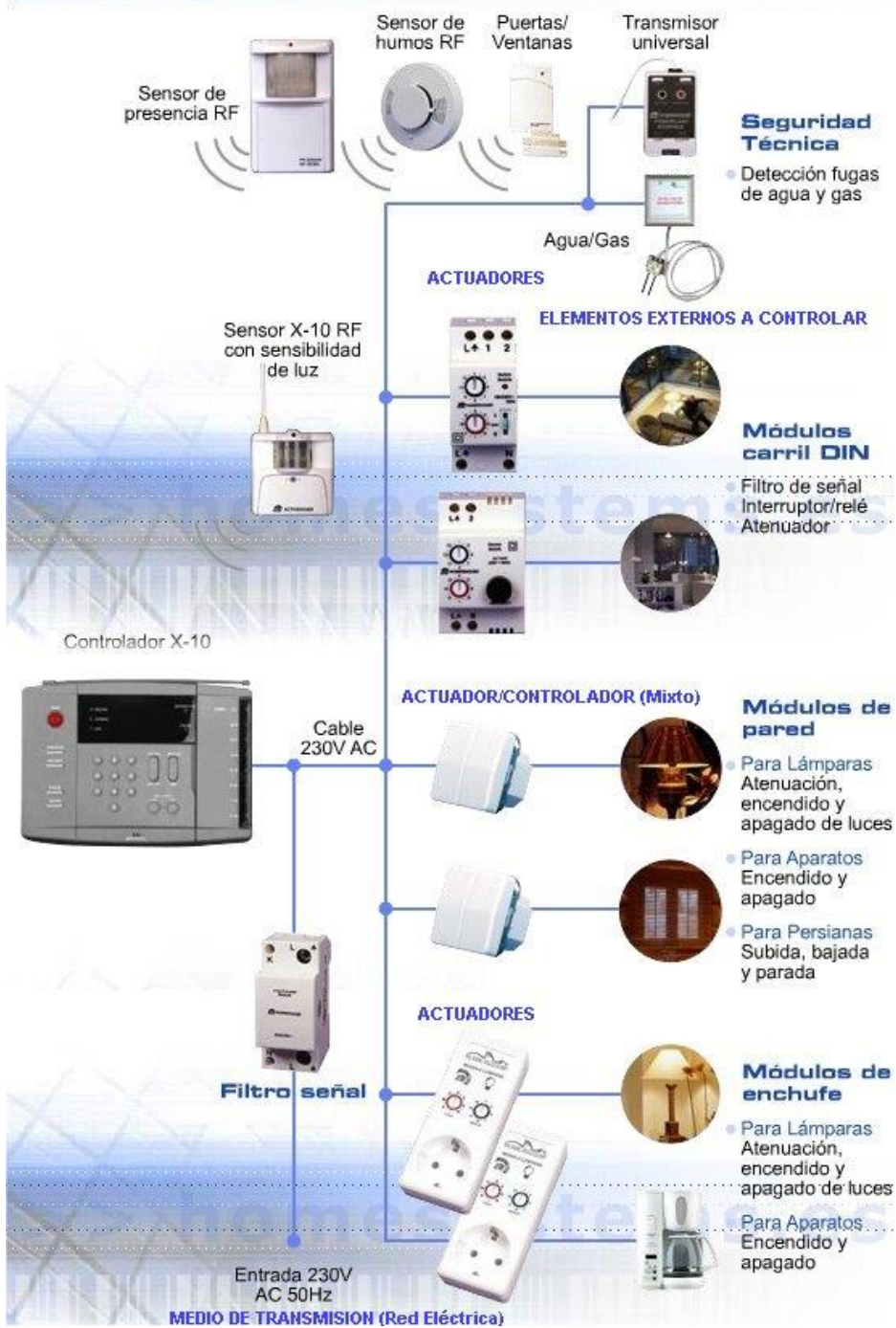


Figura 6-2 Esquema de instalación X10

Fuente: (Domótica viva, S.L, 2002)

El sistema X10 permite la posibilidad de controlar las instalaciones domóticas de forma remota, ya sea a través de un teléfono móvil (mediante módulos modem) o desde un PC mediante diferentes softwares como Active Home, HomeSeer, entre otros.

Este paquete de software permite realizar la asignación de las direcciones a los dispositivos de la red, conectar el PC a la red mediante un interfaz, programar eventos, etc...

2.1.12.2. EIB

Este estándar fue propuesto por la EIBA (European Installation Bus Association), esta asociación fue quien impulsó el bus en sus inicios, pero actualmente se denomina KNX Association luego que al estándar EIB se le integraran los estándares BCI y EHS.

Este estándar es apropiado para oficinas, hoteles, escuelas, grandes superficies ya que se justifica económicamente cuando se tiene un número elevado de dispositivos. (ROMERO, 2010)

Los sensores y actuadores de este estándar se comunican entre sí mediante cuatro diferentes medios de transmisión:

- Par trenzado KNX TP: velocidad de transmisión de 9,6kbaudios, alimentación de 30Vdc a los dispositivos, con técnica CSMA-CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) para acceso al medio.

El bus proporciona el voltaje de alimentación a los dispositivos y la información, el bus recibe de las fuentes de alimentación 30Vdc y los dispositivos trabajan en un rango de 21Vdc a 30Vdc, lo cual genera un rango de tolerancia de 9Vdc que permite absorber caídas de tensión en el cable o resistencia de conexión.

Los dispositivos consumen de la línea de bus una potencia constante de alrededor de 150mW – 200mW por cada componente.

La transmisión de un uno lógico (1_L) corresponde con el nivel de voltaje de bus inactivo, para transmitir un cero lógico el nivel de voltaje disminuye y en 104 ms se nivela nuevamente al valor original de la tensión, tal como puede observarse en la Figura 7-2.

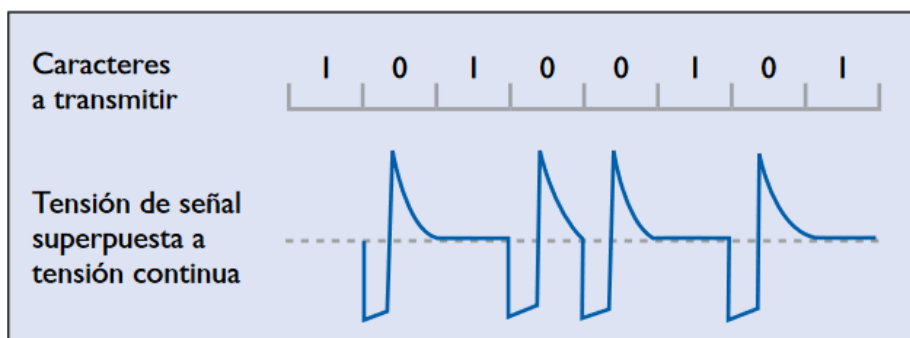


Figura 7-2 Transmisión de datos KNX

Fuente: (KNX Association, 2012)

La transmisión de la información se realiza mediante telegramas que se encuentran constituidos por 4 campos, siendo estos campos el campo de control: en el que se define la prioridad del mensaje y si es o no repetido; el campo de dirección: en el que se encuentra la dirección física del emisor y la dirección física o de grupo del destino; el campo de datos: el cual contiene los datos útiles en máximo 16 Bytes; y por último el

campo de comprobación: el que permite verificar la paridad del mensaje para efectuar un control de errores. Esta estructura se describe en la Figura 8-2.

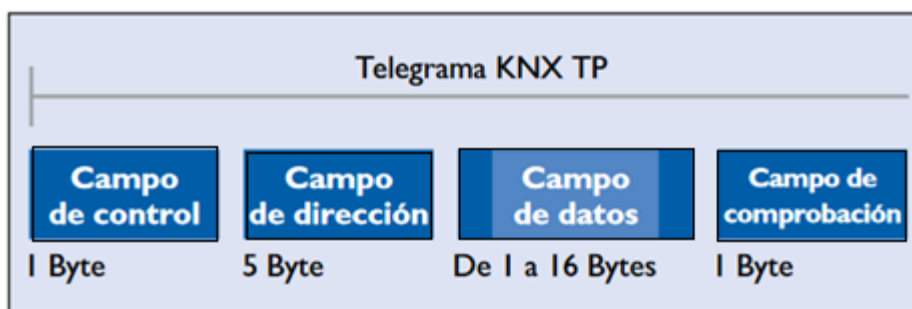


Figura 8-2 Estructura de telegrama en KNX TP

Fuente: (KNX Association, 2012)

- Corrientes portadoras: sobre 230Vac y 50Hz con 1,2/2,4Kbaudios. Emplea modulación SFSK (Spread Frequency Shift Keying), distancias de 600 m sin repetidor. Para la transmisión se utiliza las tres fases más el neutro, superponiendo la información sobre la tensión de la red. No requiere de fuentes de alimentación externa puesto que toma la energía de la red. En el método SFSK un cero lógico corresponde a una frecuencia de emisor de 105,6 kHz mientras que un uno lógico se corresponde a una frecuencia de 115,2 kHz, como puede observarse en la Figura 9-2.

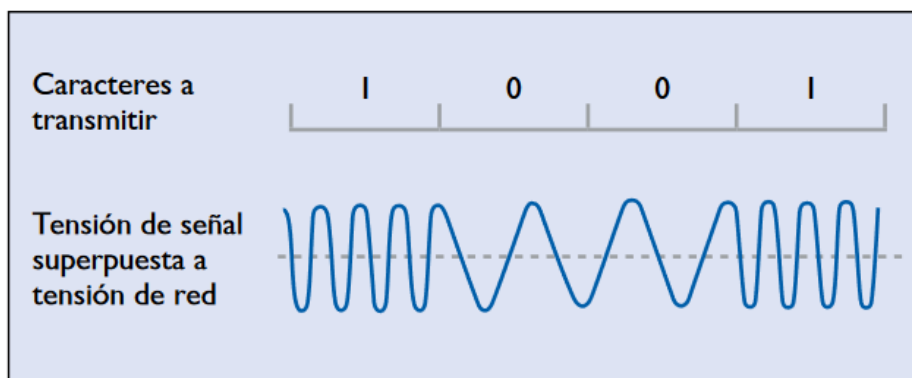


Figura 9-2 Transmisión de datos KNX PL

Fuente: (KNX Association, 2012)

Los telegramas en KNX PL poseen cuatro campos, el campo de ensayo: sirve para sincronizar emisor y receptor; dos campos de preámbulo: que controlan el acceso al medio, evitar colisiones e indicar el inicio de las transmisiones; el campo de datos: contiene la información válida y tiene una longitud máxima de 23 Bytes; el último campo es 1 Identificador del sistema: permite separar las señales de diferentes instalaciones; el telegrama antes descrito se puede observar en la Figura 10-2.

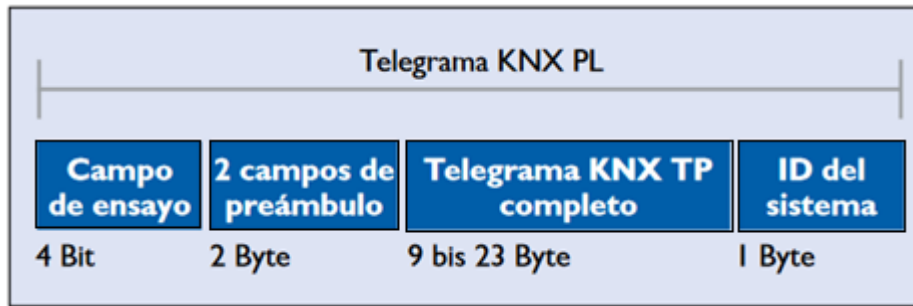


Figura 10-2 Estructura de telegrama en KNX PL
Fuente: (KNX Association, 2012)

- Radiofrecuencia KNX RF: en condiciones ideales puede tener comunicación utilizando como medio el aire, a una distancia de hasta 300m. Los dispositivos son independientes de la red, por lo que se alimentan con baterías. En el caso de los actuadores los cuales son dispositivos bidireccionales la alimentación se efectúa directamente desde la red. KNX RF utiliza el método de modulación de frecuencia en la que la calidad de la transmisión depende directamente de la selección adecuada de la frecuencia media. KNX RF posee dos versiones según la elección de la frecuencia media; KNX RF Ready cuya frecuencia media es de 868,3 MHz, es mono canal por lo que se vuelve vulnerable a interferencias de cualquier sistema externo que trabaje en frecuencias cercanas a la frecuencia de KNX RF Ready; KNX RF Multi soluciona el problema de vulnerabilidad mediante el uso de dispositivos que conmutan entre dos canales rápidos o dos canales lentos, los canales rápidos operan a 16384kbps y están diseñados para aplicaciones del usuario (encender - apagar luces, etc...); mientras que los lentos tienen una velocidad que se reduce a la mitad de la velocidad que un canal rápido y están pensados para dispositivos que deben permanecer en modo receptor, en la Figura 11-2 se muestra la modulación para los sistemas KNX RF.

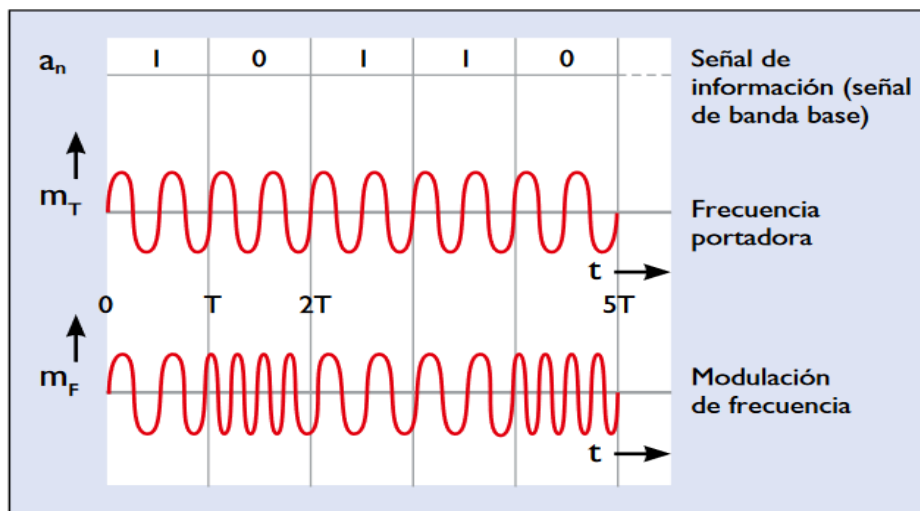


Figura 11-2 Modulación en KNX RF
Fuente: (KNX Association, 2012)

- IP: sobre estándar Ethernet, es el backbone entre segmentos, líneas y áreas del sistema KNX. Al utilizar el estándar Ethernet se puede relacionar KNX con el modelo de referencian OSI, como puede verse en la Figura 12-2.

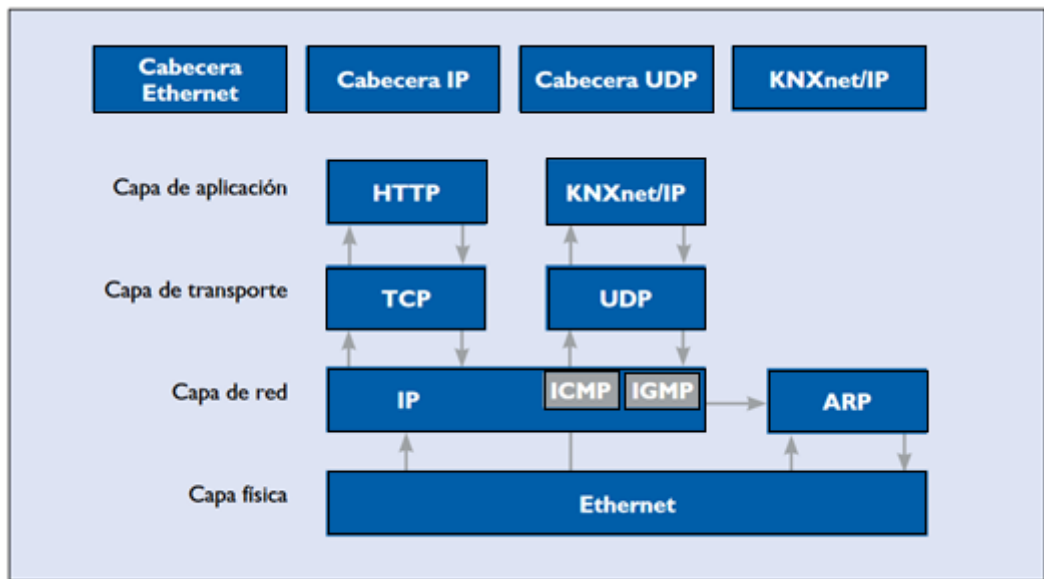


Figura 12-2 Estructura de telegrama en KNX IP
Fuente: (KNX Association, 2012)

La Tabla 7-2 muestra las características fundamentales del estándar EIB.

Tabla 6-2 Características de EIB

EIB	Características
Adaptable y modular	Si se genera una ampliación en la edificación no se requiere modificar el cableado
Reduce el mantenimiento	Sistemas inter comunicados
Ahorra tiempo	Reducido número de conductores, ETS (EIB Tool Software) permite efectuar el proyecto y facilita la instalación.
Ampliable	Fácil conexión de los componentes al bus. Bus compatible con sistemas superiores.
Estandarizado	Se pueden instalar productos de diferentes fabricantes.

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016
Fuente: (ROMERO, 2010)

EIB propone para la creación de diseños inmóticos el uso de un sistema independiente de par trenzado o bus independiente, el cual sirve como medio de transmisión de la información de control, asegurando de esta manera la seguridad y fiabilidad del sistema respecto a los sistemas centralizados.

El bus de datos se instala de manera paralela a la línea de poder de la instalación eléctrica, por lo que la instalación se reduce a dos hilos: uno de datos y otro de poder.

La instalación más pequeña dentro de un sistema EIB se denomina línea y posee máximo cuatro segmentos de línea, cada uno de los cuales puede contener hasta 64 dispositivos, si se requiere más de 64 dispositivos en un segmento de línea, se pueden utilizar Repetidores los mismos que permiten añadir hasta 3 segmentos en la línea de 64 dispositivos cada segmento, en la Figura 13-2 se muestra la topología de una línea.

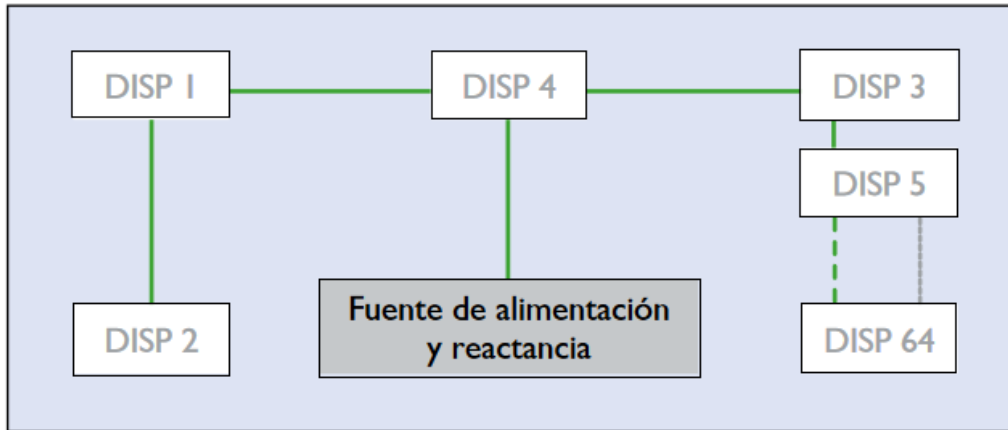


Figura 13-2 Estructura de una línea en KNX
Fuente: (KNX Association, 2012)

Cada una de las líneas del sistema posee una fuente de alimentación independiente con lo que se logra el funcionamiento del sistema aun cuando alguna línea falle, estas fuentes poseen reguladores de tensión y corriente que las vuelve robustas ante cortocircuitos.

En la Figura 14-2 se puede observar la inserción de los repetidores para incrementar el número de dispositivos a nivel de línea.

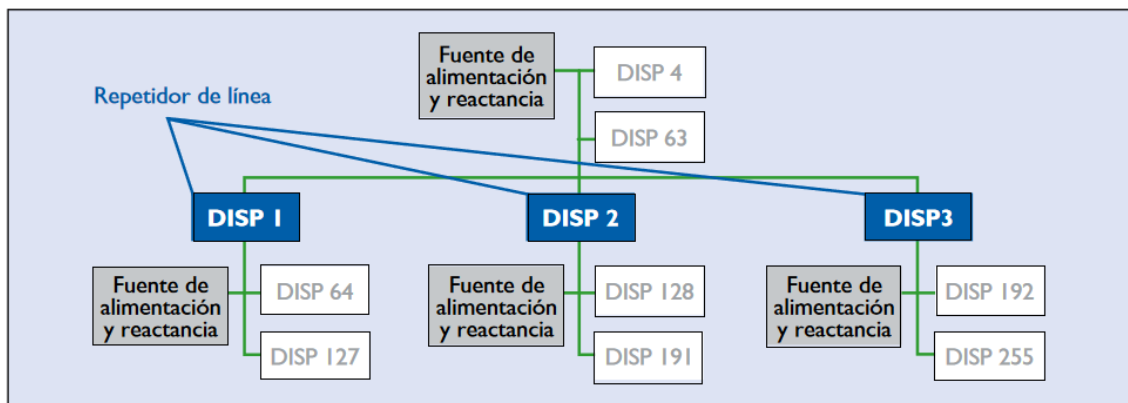


Figura 14-2 Estructura de una línea ampliada de KNX
Fuente: (KNX Association, 2012)

Se pueden unir 15 líneas mediante acopladores de línea formando un área, de manera similar se pueden unir 15 áreas mediante el uso de acopladores de área. Las líneas de área pueden tener como máximo a 64 dispositivos pero que no sean amplificadores de línea. Esta topología

incrementa la seguridad operativa, el tráfico en una línea o área no interfiere en el tráfico de otras líneas o áreas.

La Figura 15-2 muestra la configuración de un área, luego de haber realizado el acople de 15 líneas.

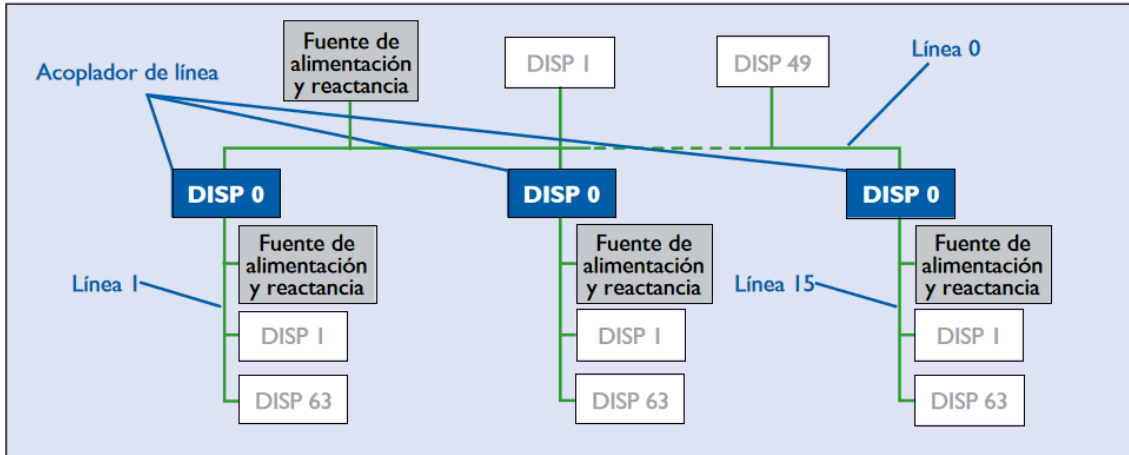


Figura 15-2 Área KNX
Fuente: (KNX Association, 2012)

En la figura 16-2 se muestra el acople de 15 áreas mediante el uso de los acopladores de área.

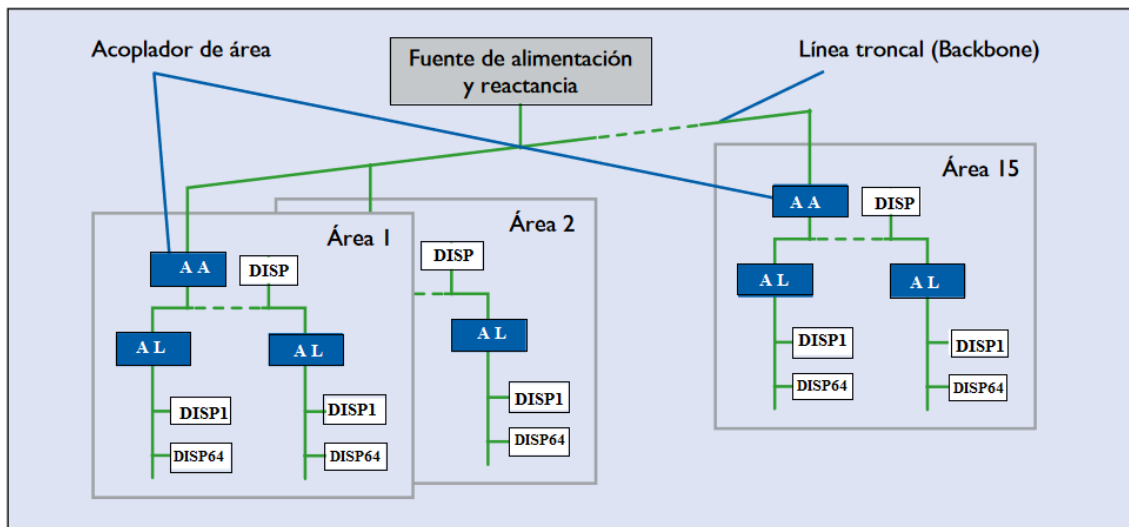


Figura 16-2 Configuración de acople de 15 Áreas KNX
Fuente: (KNX Association, 2012)

Tanto los acopladores de línea y zona permiten el paso de los telegramas que se encuentran dirigidos a los dispositivos que se encuentran conectados en ellos mientras que los repetidores permiten el paso de la información a todos los dispositivos, esta propiedad de los acopladores provoca que el tráfico de datos al bus no sobrecargue la capacidad del mismo.

La agrupación del sistema en líneas, áreas y grupo de áreas permite conectar hasta 10000 dispositivos al mismo tiempo.

El cableado de KNX puede cubrir topologías en bus, estrella o árbol, bajo el condicionante de que no se formen bucles entre líneas diferentes y cuidando de no sobrepasar las distancias máximas permisibles, en la Tabla 8-2 se detallan las diferentes distancias permisibles para el protocolo KNX.

Tabla 7-2 Distancia máximas permisibles en KNX

Tipo	Distancia
Longitud de cables tendidos en una línea	1000 m
Distancia entre dos componentes en una línea	700 m
Distancia máxima entre dos fuentes de alimentación y cada componente	350 m
Longitud máxima de línea entre dos fuentes de alimentación	200 m

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016
Fuente: (ROMERO, 2010)

2.1.12.3. LONWORKS

La Corporación Echelon presentó en el año 1992 una plataforma de control denominada LONWORKS, la cual se basó en conceptos simples:

- Independientemente de la aplicación, los sistemas de control son todos los mismos
- Los sistemas distribuidos presentan ventajas de flexibilidad, escalabilidad y potencia respecto a los sistemas centralizados
- Ahorro económico

Se basa en un conjunto de nodos independientes interconectados, dichos nodos se fundamentan en un micro-controlador que posee tres procesadores de los cuales se utilizan dos para comunicación y uno para aplicación, este micro-controlador se denomina Neuron Chip y es fabricado por Toshiba y Cypress.

El Neuron Chip posee memoria EEPROM (datos de configuración y programa de aplicación), RAM y ROM (contiene el sistema operativo, protocolo LonTalk y librería de funciones entrada/salida), posee 11 pines de entrada/salida bidireccionales, utiliza el Neuron ID el cual es un identificador único de 48 bits que se almacena en la memoria EEPROM y permite direccionar a cualquier nodo dentro de la red.

Su denominación se debe a la semejanza existente con las neuronas cerebrales, en las que millones de neuronas intercambian información entre sí utilizando diferentes rutas; este chip posee un modelo de comunicación independiente de la capa física sobre la que se desarrolla (par trenzado, fibra óptica, ondas portadoras, radio frecuencia y xDSL), el chip implementa el protocolo

LonTalk ANSI/EIA 709-1 (el cual ejecuta las siete capas del modelo de referencia OSI) y su programación se efectúa mediante software de estándar ANSI C denominado Neuron C.

La comunicación dentro de la red se realiza mediante el intercambio de paquetes de datos, utiliza la técnica CSMA como método de acceso al medio, también se puede mencionar que es un protocolo abierto y que los diferentes fabricantes que producen dispositivos basados en este estándar se unen bajo la Asociación LonMark, (ROMERO, 2010)

La Figura 17-2 muestra la topología de una red LonWorks.

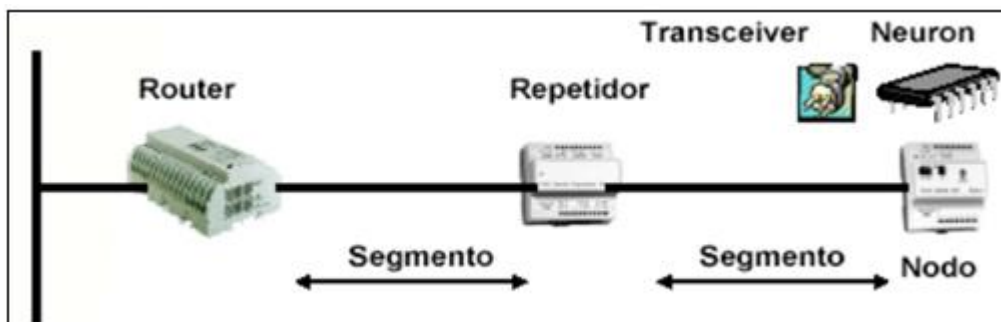


Figura 17-2 Topología de sistema LonWorks

Fuente: (RUBIO, 2009)

Cada nodo o dispositivo se encuentra físicamente conectado en un canal, la conexión lógica de diferentes nodos de varios canales se denomina dominio, mientras que la subred es la conexión lógica de máximo 127 nodos pertenecientes a un dominio.

En un solo dominio se pueden tener hasta 255 subredes. Los nodos de una subred deben pertenecer a un mismo canal o en caso contrario los canales deberán conectarse entre sí mediante bridges. Para realizar la transmisión de los paquetes de datos, el sistema LonWorks admite diferentes tipos de direcciones. La Tabla 9-2 muestra los diferentes tipos de direcciones y las funciones que desempeña.

Tabla 8-2 Clases de direcciones y sus funciones en LonWorks

Tipo de dirección	Funciones
Dirección física	Neuron ID de 48 bits, asignada en el momento de la fabricación
Dirección del dispositivo	Identificación de dominio: Conjunto de dispositivos a interactuar. Agrupa hasta 32385
	Identificación de subred: Identifica un conjunto de 127 dispositivos de un dominio
	Identificación de nodo: Identifica un dispositivo dentro de la subred
Dirección de grupo	Permite reducir el número de paquetes necesarios para el acceso a varios dispositivos
Dirección de broadcast	Identifica a todos los dispositivos de una subred o de un dominio

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: (ROMERO, 2010)

Se puede definir un grupo en LonWorks como el conjunto lógico de dispositivos que pertenecen a un dominio, agrupándose sin considerar su propia localización dentro del dominio.

El número de elementos de la agrupación puede ser total si se realiza una comunicación sin reconocimiento, si se trata de una comunicación con reconocimiento el número de elementos se reduce a 64. La Tabla 10-2 muestra el número máximo de dispositivos a manejar en redes LonWorks.

Tabla 9-2 Número de dispositivos en LonWorks

Unidad de análisis	Número de dispositivos
Dispositivos en Subred	127
Subredes en un dominio	255
Dispositivos en un dominio	32385
Dominios en una red	2^{48}
Máximo número de dispositivos en el sistema	$32385 * 2^{48}$
Miembros de grupo	63 o ilimitado
Grupos en un dominio	255
Canales en una red	Ilimitado
Bytes en una variable de red	31
Bytes en un mensaje	228
Bytes en un fichero	2^{32}

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016
Fuente: (ROMERO, 2010)

Tal como se había indicado anteriormente, el protocolo LonTalk es independiente de la capa física sobre la cual se desarrolla, también se puede definir a un canal como el medio de comunicación sobre el cual se conectan los dispositivos mediante los trancceptores, dichos trancceptores son únicos para cada medio de transmisión.

Los elementos presentes en una red LonWorks incluyen Herramientas de desarrollo, Dispositivos entrada/salida, software, interfaces de red, routers, etc... Todos estos elementos y más, se muestran interconectados en la red LonWorks de la Figura 18-2

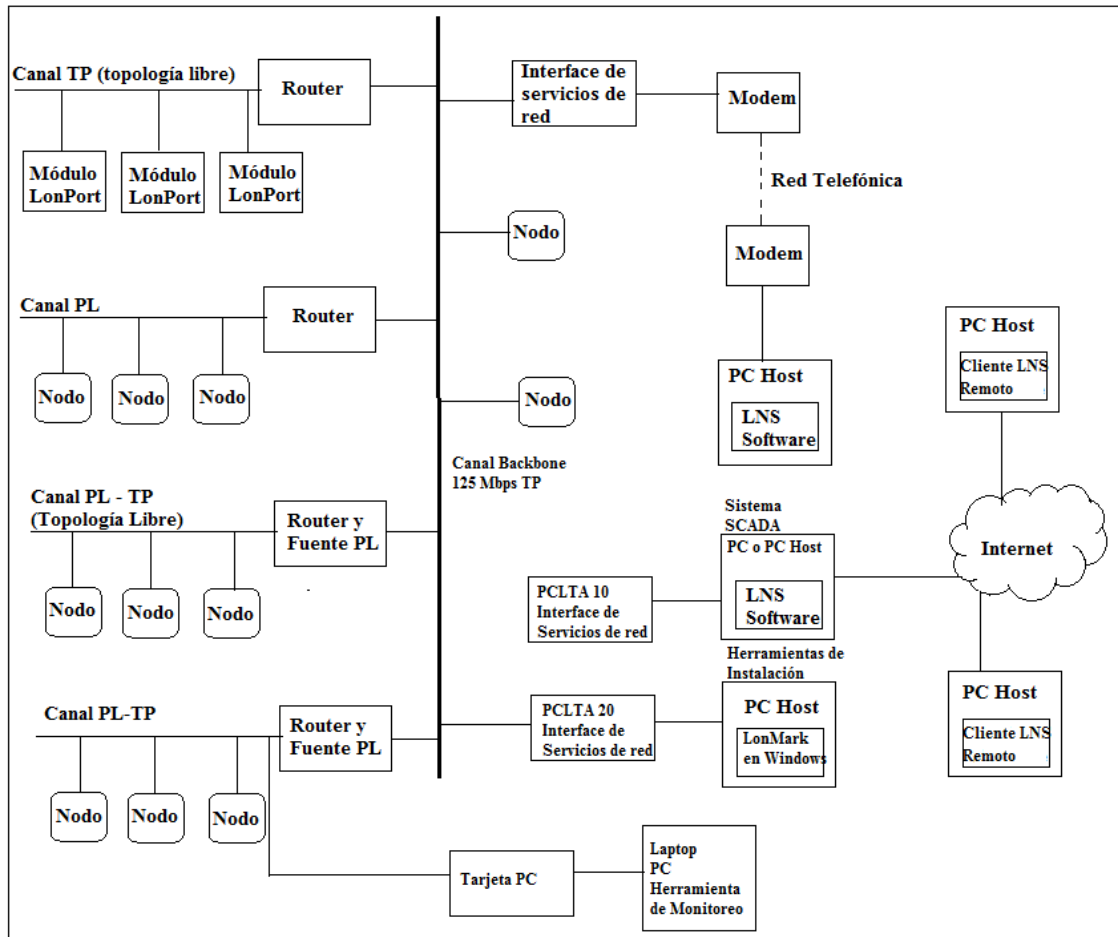


Figura 18-2 Sistema LonWorks
Fuente: (Universidad Autónoma del estado de México, 2001)

CAPITULO III

3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Se desarrollará el estudio de la situación actual y el diseño de la propuesta.

Para cumplir con el estudio de la Situación actual se seguirá el siguiente proceso y metodologías:

- Reconocimiento de los ambientes de la institución
Efectuando recorridos por las instalaciones de la institución es decir se utilizó el método de Observación sistemática.

- Estudio del sistema actual de seguridad
Para esto se utilizan los datos de las bitácoras de guardianía del periodo de estudio (febrero 2015 a febrero 2016) es decir se utiliza el método deductivo mediante la revisión documental.

- Estudio del sistema actual de consumo energético
La información se obtiene a partir de la revisión del historial de consumo eléctrico y bitácoras de guardianía relacionadas con eventos de iluminación en el periodo de estudio (febrero 2015 a febrero 2016); es decir se utiliza el método deductivo mediante la revisión documental.

- Estudio actual de control y monitoreo de variables
Las variables a monitorizar son la temperatura y la humedad relativa de cada uno de los ambientes:
 - Análisis de iluminación: mediante uso de software Lumenlux y referenciado a la norma europea UNE 12464.1 de iluminación de interiores para edificios educativos, utilizando el método de recopilación de información.

 - Análisis de temperatura y humedad relativa: mediante multímetro ambiental EM5 y en referencia del Artículo 7 Anexo III del Real Decreto 486/1997; utilizando el método de recopilación de información.

3.1. Situación actual

El campus de Ingeniería y Arquitectura inició su funcionamiento en el mes de marzo del año 2013, brindando sus instalaciones para la formación de profesionales en ingeniería Industrial, ingeniería en Sistemas, Arquitectura y Diseño Digital y Multimedia.

El edificio posee dos secciones enlazadas entre sí mediante rampas y tiene varias puertas de acceso al campus al igual que a la edificación.

En la Figura 1-3 se presenta la vista o sección frontal de la institución, se puede observar que existen dos puertas de ingreso al campus.



Figura. 1-3 Vista frontal de la institución, dos puertas de ingreso
Fuente: QUINDE, Isabel 2016

En la figura 2-3 se presenta el acceso principal o frontal al edificio al igual que la puerta de acceso posterior de la sección frontal.



Figura. 2-3 Accesos principales a la edificación
Fuente: (Universidad Indoamérica, 2013)

En la figura 3-3 se presenta los diferentes ingresos laterales al edificio, donde 3-3 (a) corresponde a la puerta lateral principal, 3-3 (b) corresponde a la puerta lateral Auditorio, 3-3 (c) corresponde a la puerta lateral comedor y 3-3 (d) corresponde a la puerta lateral subterráneo. Todas estas puertas de ingreso a la edificación son de vidrio templado.



Figura. 3-3 Accesos laterales a la edificación
Fuente: QUINDE, Isabel 2016

En la Figura 4-3 (a) se presenta la vista de la sección posterior del edificio y en la figura 4-3 (b) el acceso posterior al edificio.

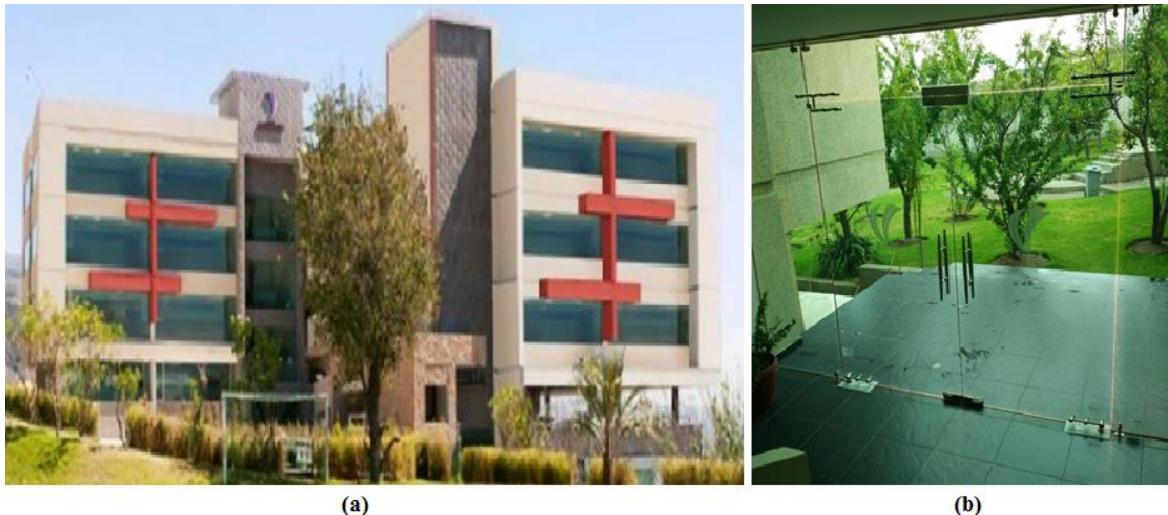


Figura. 4-3 (a) Vista posterior (b) acceso posterior a la edificación

Fuente: (Universidad Indoamérica, 2013) QUINDE, Isabel 2016

La edificación está conformada por seis niveles que se detallan a continuación.

3.1.1. *Subsuelo*

En el subsuelo se encuentran los laboratorios de las diferentes carreras, estos laboratorios se enlistan a continuación:

- Laboratorio de Sistemas (Laboratorio de Fotografía)
- Laboratorio de Ciencias básicas, Seguridad y Ambiente
- Laboratorio de control Industrial
- Laboratorio de Hidráulica y Neumática
- Laboratorio de Mantenimiento y Diseño
- Laboratorio de Automatización
- Laboratorio de CAD- CAM
- Laboratorio de Procesos
- Laboratorio de procesos de Manufactura
- Laboratorio de Resistencia de Materiales

También se encuentra el Auditorio de la institución con una capacidad de 350 personas, el gimnasio, la copiadora y los baños, los baños de esta sección son los únicos que no poseen puertas de acceso a ellos.

En la Figura 5-3(a) se puede observar el Laboratorio de Automatización, la Figura 5-3(b) muestra el Laboratorio de Resistencia de Materiales o Laboratorio de Arquitectura y la Figura 5-3(c) muestra el Auditorio de la Institución.



Figura. 5-3 (a) Laboratorios de automatización (b) Laboratorio arquitectura (c) Auditorio de la institución

Fuente: (Universidad Indoamérica, 2013)

En el ANEXO I se puede observar cada una de las imágenes de los diferentes laboratorios y el gimnasio de la institución.

3.1.2. Planta Baja

En la planta baja de la institución se encuentra:

- Secretaría de las diferentes carreras
- Información
- Biblioteca
- Colecturía
- Oficina de Mantenimiento de Sistemas
- Comedor de la institución.

En la Figura 6-3(a) se puede observar la Biblioteca y en la Figura 6-3(b) se muestra el Comedor de la institución.



(a)



(b)

Figura. 6-3 (a) Biblioteca (b) Comedor

Fuente: Imagen tomada de www.uti.edu.ec

3.1.3. Primera Planta Alta

En la Primera Planta Alta comprende las dos secciones del edificio y se encuentran los siguientes ambientes:

- Aulas
- Oficinas
- Talleres (Aulas de la sección posterior)

En la Figura 7-3(a) se observa un ambiente de oficinas mientras que en la Figura 7-3(b) se muestra un ambiente de aula.



Figura. 7-3 (a) Oficina y (b) Aula
 Fuente: Imagen tomada de www.uti.edu.ec

A partir de la Primera Planta Alta en adelante, todas las plantas cuentan con baños los cuales poseen puertas principales de acceso realizadas en vidrio.

3.1.4. Segunda Planta Alta

La segunda planta alta comprende las dos secciones del edificio y presenta los siguientes ambientes:

- Aulas
- Oficinas
- Laboratorios de cómputo

En la Figura 8-3 se puede observar el Laboratorio de cómputo B6 o Laboratorio MAC

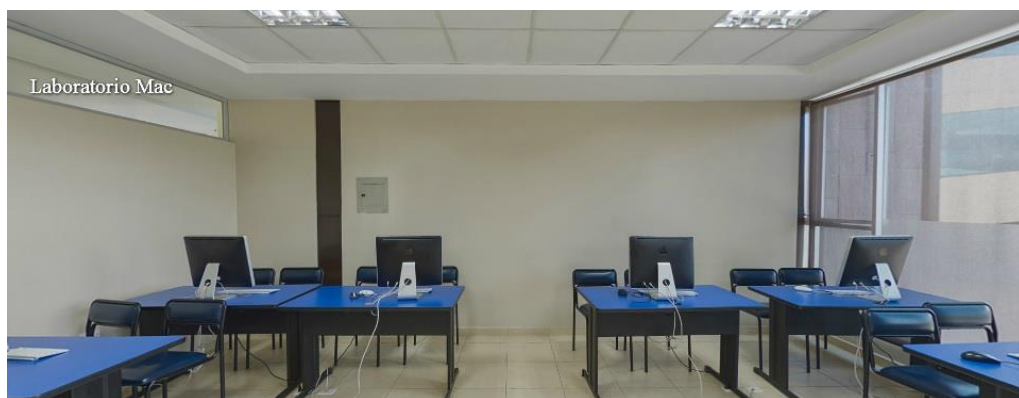


Figura. 8-3 Laboratorio MAC
 Fuente: Imagen tomada de www.uti.edu.ec

3.1.5.Tercera Planta Alta

La Tercera planta alta comprende las dos secciones del edificio y presenta los siguientes ambientes:

- Aulas
- Archivo

3.1.6.Cuarta Planta Alta

La Cuarta planta alta comprende solo la sección frontal del edificio y presenta los siguientes ambientes:

- Aulas
- Laboratorios de cómputo

Para ubicar con mejor detalle cada uno de los ambientes en las diferentes plantas de la institución se puede obtener información de los Planos Arquitectónicos los cuales se encuentran en el ANEXO II

3.1.7.Estudio actual de Seguridad

En las figuras 2-3, 3-3 (a), 3-3 (b), 3-3 (c), 3-3 (d), y 4-3 (b) se puede observar que el ingreso al campus se realiza por diferentes puertas de vidrio templado, las llaves de las diferentes puertas se encuentran a cargo de los guardias de turno y del personal de limpieza.

Se tiene la presencia de dos guardias para brindar seguridad a toda la institución y de una persona de limpieza por cada planta, las puertas de ingreso permanecen sin seguro o incluso abiertas en el día y al tener dos personas en guardianía resulta imposible controlar el acceso de las personas al edificio, es por esta razón que no se tiene ningún tipo de control de ingreso.

El personal de guardianía efectúa varias rondas de vigilancia en la institución y en caso de encontrar alguna novedad importante, esta es registrada en la bitácora diaria (Figura 9-3), existen varias novedades que se pasan por alto o incluso hay situaciones que no son conocidas por el personal de guardianía y no se encuentran registradas en la bitácora.

En la figura 9-3 se puede observar el ingreso de novedades o consignas en la bitácora de guardianía



Figura. 9-3 Ingreso de novedades en bitácora
Fuente: QUINDE, Isabel 2016

Se efectuó la revisión de las bitácoras correspondientes al mes de febrero del año 2015 hasta el mes de febrero de 2016 para conocer los problemas referentes a seguridad de la institución, en los libros se pudo observar que cada día el personal de guardianía registra su hora de ingreso, el equipo y las condiciones en que reciben los equipos y las novedades que se presentan y las consignas que queden pendientes.

En este punto se analizaron las novedades que afectan directamente a la seguridad, las demás novedades se considerarán más adelante sin son referentes a consumo energético.

Las novedades de seguridad se han clasificado en categorías:

- Acceso de personas ajenas a la institución o en estado etílico
- Daños inmuebles
- Puertas abiertas
- Extravío de objetos
- Extravío de llaves de la institución
- Extravío de pertenencias en garaje
- Alarmas

A continuación, en la Tabla 1-3, se observa el número de novedades referentes a seguridad en cada uno de los meses indicados y el extracto de los respaldos de la información tabulada se pueden observar en el ANEXO III.

Tabla. 1-3 Número mensual de novedades de seguridad

	Febrero 2015	Marzo 2015	Abril 2015	Mayo 2016	Junio 2015	Julio 2015	Agosto 2015	Septiembre 2015	Octubre 2015	Noviembre 2015	Diciembre 2015	Enero 2016	Febrero 2016	Total, por tipo de evento
Acceso de personas	2			2	1		1			1		1	1	9
Daños inmuebles		1		2		2			1		1		2	9
Puertas abiertas			1	4	1			2	2		4	3	3	20
Extravío de objetos				1		1	1			1		3	1	8
Extravío llaves				1		3				1				5
Extravíos en Garaje			1									2		3
Alarmas										1	2			3
Total, eventos por mes	2	1	2	10	2	6	2	2	3	4	7	9	7	57

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: Bitácoras correspondientes a febrero 2015 hasta febrero 2016

Con los datos de la Tabla 1-3 se efectuó el gráfico de barras correspondiente a las Novedades de seguridad desde febrero 2015 a febrero 2016, para obtener de una manera más visible el número de eventos según la clasificación efectuada anteriormente, como puede apreciarse en la Figura 10-3.

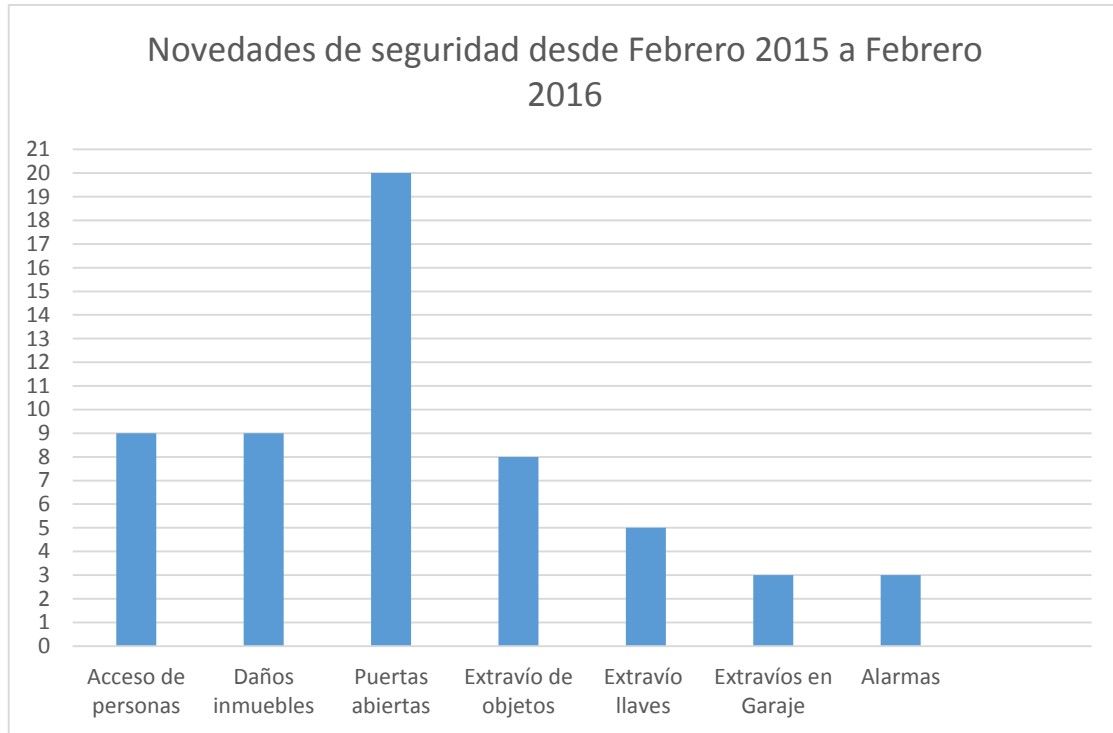


Figura. 10-3 Novedades de seguridad desde febrero 2015 a febrero 2016

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: Bitácoras correspondientes a febrero 2015 hasta febrero 2016

Como puede observarse en la Figura 10-3, el evento de mayor incidencia en el área de seguridad de la institución, es el hecho de que las puertas de oficinas se dejan si seguros, al poseer diversos equipos informáticos e incluso las pertenencias de los docentes, se corre un alto riesgo de pérdidas de algún objeto de las diferentes áreas.

Las otras eventualidades de mayor incidencia son el Acceso de personas ajenas a la institución o en estado étlico y los Daños al inmueble; debido a que no se tiene un control de acceso a la institución se han presentado situaciones en las que ingresan personas que no tienen ninguna relación con la institución ya sea laboral, de estudios o de representación de estudiantes.

También se han encontrado casos en los que estudiantes se han presentado en estado étlico y han generado altercados por lo que el personal de guardianía se ha visto en la situación de solicitar a esas personas que se retiren de la institución; de manera similar se ha presentado el Daño de instalaciones como por ejemplo ruptura de vidrios, daños en las chapas de las puertas, en jardines, en canchas entre otros.

El extravío de objetos también es una situación de seguridad que se ha presentado en la institución, varios de estos extravíos se han producido por el olvido de las pertenencias por parte de los propietarios, en varios de estos casos se han devuelto las pertenencias a los propietarios.

Una situación que llama mucho la atención al revisar las bitácoras de guardianía es la pérdida de llaves de las diferentes puertas de la institución, como se observa en la Figura 10-3 esta eventualidad se ha presentado 5 ocasiones en el periodo de tiempo de estudio, se conoce que se encontró un duplicado de una de las llaves extraviadas.

3.1.8. Estudio actual de Consumo Energético

A continuación, se realiza el estudio de consumo de energía eléctrica de la institución para lo cual se presenta en la Tabla 2-3 el consumo mensual de energía eléctrica en el período de estudio.

Tabla. 2-3 Consumo mensual de energía eléctrica

Mes	Consumo Energía Eléctrica kWh
Febrero-15	6242
Marzo-15	5630
Abril-15	6976
Mayo-15	7956
Junio-15	7833
Julio-15	8323
Agosto-15	6854
Septiembre-15	5630
Octubre-15	8690
Noviembre-15	9180
Diciembre-15	7344
Enero-16	7833
Febrero-16	6976

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: Datos tomados de planillas eléctricas de la institución

Tal como se puede observar en la Tabla 2-3 los meses en los que se registra un menor consumo corresponden a los meses de marzo y septiembre los cuales corresponden a los meses en los que los estudiantes se encuentran en vacaciones; mientras que los consumos más elevados se dan en los meses de inicio del período académico.

De manera similar se analizó en las bitácoras de guardianía la existencia de eventos relacionados con el consumo de energía, se encontró que en varias ocasiones se dejan las luces encendidas en áreas de la institución luego de la jornada laboral. En la Tabla 3-3 se muestra el detalle de dichos eventos en el período febrero 2015 a febrero 2016.

Tabla. 3-3 Número mensual de novedades de iluminación

	Febrero 2015	Marzo 2015	Abril 2015	Mayo 2016	Junio 2015	Julio 2015	Agosto 2015	Septiembre 2015	Octubre 2015	Noviembre 2015	Diciembre 2015	Enero 2016	Febrero 2016	Total, por tipo de evento
Luces Encendidas	2		2	3	5	6	4	7	5	5	8	8	4	59
Falta de Energía o daños		1				1					1			3
Total, novedades de iluminación por mes	2	1	2	3	5	7	4	7	5	5	9	8	4	62

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: Bitácoras correspondientes a febrero 2015 hasta febrero 2016

Con los datos de la Tabla 3-3 se procede a realizar el gráfico de barras de las eventualidades de iluminación que se han presentado en el tiempo considerado para el estudio, el gráfico se puede observar en la Figura 11-3.

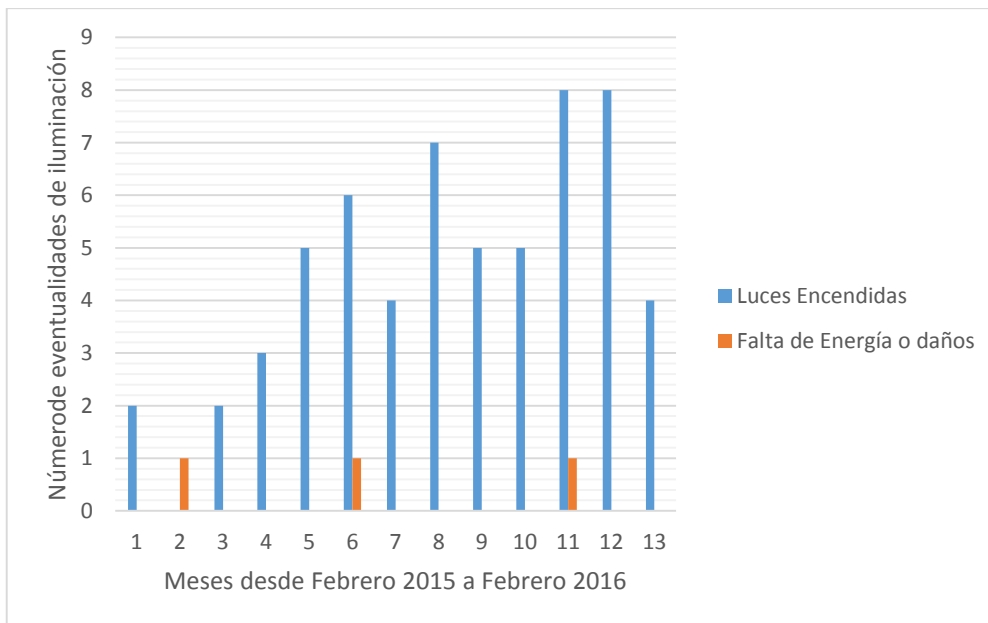


Figura. 11-3 Novedades de iluminación desde febrero 2015 a febrero 2016

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: Datos tomados de bitácora

Se debe recalcar que los datos que se muestran tabulados (Tabla 3-3) y graficados (Figura 11-3) corresponden a eventos que se han presentado a elevadas horas de la noche e incluso en la madrugada como es el caso de varias novedades presentadas en el mes de diciembre, no se consideraron las eventualidades presentadas dentro de las horas laborables.

Como se puede observar en la Figura 11-3 la cantidad de ocasiones en las que las luminarias de las oficinas han permanecido encendidas hasta altas horas de la noche sin que haya personal en los ambientes, es elevado; estos eventos inciden en el gasto mensual por el pago de planillas eléctricas.

3.1.9. Estudio actual de Control y monitoreo de variables

Actualmente la institución no efectúa ningún tipo de monitoreo sobre variables consideradas esenciales para el desempeño adecuado de las labores tanto docente, estudiantil y servicios. Por lo que es necesario realizar el estudio de iluminación para saber si las fuentes de iluminación de cada área son adecuadas; este estudio se efectuará en cada una de las áreas de la institución. Al mismo tiempo se efectuará la toma de datos de temperatura y humedad en todas las áreas de la institución.

Como puede observarse en las Figuras 2-3, 3-3, 4-3, 5-3, 6-3, 7-3 y 8-3, las áreas se encuentran funcionales por lo que se hará el estudio sobre dichos ambientes para conocer si se tiene una adecuada disposición de las diferentes instalaciones.

En el desarrollo del estudio luminotécnico se utilizarán los planos arquitectónicos de cada planta y de cada uno de los ambientes para ser analizados por el software LumenLux el cual se basa en

la Norma COVENIN 2249 para Iluminación; y se utiliza como dispositivo de referencia al luxómetro HD450.

Se tomará como referencia la Norma Europea UNE 12464.1 debido a que en la Normativa Ecuatoriana se trabajaría con el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo Decreto 2393 en el que presenta los valores de Iluminación Mínima, pero presenta dichos valores de manera general mientras que la Norma Europea UNE 12464.1 presenta mayor especificidad en los datos y además es la norma que se tomó como base para la elaboración de las Normas locales y Regionales respecto a Iluminación.

Para la toma de datos de temperatura y humedad utilizará como instrumento de medida el multímetro ambiental EM5.

En lo referente a Temperatura y humedad no se tiene normativa local por lo que se adoptará los criterios del Artículo 7 Anexo III del real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud que indican las condiciones de temperatura y humedad de los ambientes y la Norma NOM-025-STPS-2008 para la medición en campo de la iluminancia.

3.1.9.1. Estudio actual de Iluminación

A continuación, en la Figura 12-3 se muestra el resultado del estudio efectuado en el laboratorio MAC (Laboratorio B6) y se presentan la tabulación de los resultados obtenidos de cada uno de los ambientes de la institución.



Figura. 12-3 Resultados del proceso de cálculo de iluminancia del Laboratorio MAC
Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016
Fuente: (LumeNac, 2009)

El estudio a detalle efectuado en el Laboratorio MAC se puede conocer en el ANEXO IV

Para los demás ambientes de la institución se procede de la misma manera y se obtienen los datos de iluminancia de cada uno de ellos, los datos que se obtienen de los ambientes del subsuelo se muestran en la Tabla 4-3.

Tabla. 4-3 Valores de Iluminancia de los ambientes del Subsuelo

Ambiente	Iluminancia mínima (lux)	Iluminancia media (lux)	Iluminancia máxima (lux)
Lab. de Ciencias Básicas	168	820	1333
Lab. de Control Industrial	108	606	1097
Lab. de Hidráulica y Neumática	99	565	1058
Lab. de Mantenimiento y Diseño	110	598	1051
Lab. de Procesos	134	584	1116
Lab. CAD-CAM-SIM	174	666	1136
Lab. de Automatización	169	677	1344
Lab, Procesos de Manufactura	181	678	1171
Rampa	48	135	193

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016
Fuente: (LumeNac, 2009)

Tabla. 5-3 Valores de Iluminancia de los ambientes de la Planta Baja

Ambiente	Iluminancia mínima(lux)	Iluminancia media	Iluminancia máxima
Secretaría	150	602	680
Información	109	513	668
Oficina de mantenimiento	170	624	715
Colecturía	154	620	696
Biblioteca	160	540	650
Hemeroteca	170	563	680
Cafetería	175	550	625
Hall de ingreso	105	220	315
Rampa	45	145	203

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016
Fuente: (LumeNac, 2009)

Tabla. 6-3 Valores de Iluminancia de los ambientes del Primer Piso Alto

Ambiente	Iluminancia mínima	Iluminancia media	Iluminancia máxima
Decanato	133	575	827
Vicerrectorado académico	47	520	958
Posgrados	166	591	838
Sala de juntas	133	517	750
Aula A1	116	512	779
Aula A2	254	670	989
Aula A3	132	516	773
Aula A4	187	510	771
Aula A5	69	547	671
Pasillo	102	225	309
Taller 1	54	556	686
Taller 2	57	579	931
Taller 3	105	506	1102
Taller 4	123	543	1071
Rampa	35	115	126
Gradas	47	160	187

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: (LumeNac, 2009)

Tabla. 7-3 Valores de Iluminancia de los ambientes del Segundo Piso Alto

Ambiente	Iluminancia mínima(lux)	Iluminancia media(lux)	Iluminancia máxima
Aula B1	116	512	779
Aula B2	288	526	735
Aula B3	131	515	774
Aula B4	186	509	771
Aula B5	69	560	671
LaboratorioB6(MAC)	142	431	705
Laboratorio B7	164	584	948
Laboratorio B8	112	513	692
Laboratorio B9	88	578	784
Pasillo	16	106	285
Sub decanatos	130	507	746
Sala de docentes	146	550	804
Rampa	26	109	126
Gradas	30	160	178

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: (LumeNac, 2009)

Tabla. 8-3 Valores de Iluminancia de los ambientes del Tercer Piso Alto

Ambiente	Iluminancia mínima (lux)	Iluminancia media (lux)	Iluminancia máxima (lux)
Aula C1	191	553	803
Aula C2	183	598	866
Aula C3	190	550	796
Aula C4	194	631	938
Aula C5	95	567	665
Aula C6	187	536	783
Aula C7	132	563	833
Aula C8	117	529	723
Aula C9	114	526	702
Pasillo	18	105	152
Aula D11	57	523	657
Aula D12	131	566	727
Maquetería	106	581	842
Archivo	71	541	622
Rampa	60	102	170
Gradas	40	105	130

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: (LumeNac, 2009)

Tabla. 9-3 Valores de Iluminancia de los ambientes del Cuarto Piso Alto

Ambiente	Iluminancia mínima (lux)	Iluminancia media (lux)	Iluminancia máxima (lux)
Aula D1	195	552	795
Aula D2	194	547	787
Aula D3	192	548	788
Aula D4	149	572	762
Aula D5	70	542	708
Laboratorio D6	241	718	1132
Laboratorio D7	243	723	1139
Laboratorio D8	152	554	896
Laboratorio D9	152	551	894
Pasillo	21	101	147
Rampa	24	112	156
Gradas	33	101	124

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: (LumeNac, 2009)

A continuación, se efectuaron las mediciones en campo de la iluminancia para comprobar la validez de los datos obtenidos en el software, para ello se utilizarán los criterios de la Norma NOM-025-STPS-2008 (ANEXO V).

Las áreas de trabajo deben ser todas del mismo tamaño y el número de áreas se calcula en función del índice de área (IC) tal como se muestra en la Tabla 10-3.

Tabla. 10-3 Número de áreas para medición de iluminancia en función del Índice de área

Índice de área	Número mínimo de zonas a evaluar	Número de zonas a considerar por la limitación
$IC < 1$	4	6
$1 \leq IC < 2$	9	12
$2 \leq IC < 3$	16	20
$3 \leq IC$	25	30

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: Norma NM 025

Se efectuó el análisis completo para el Laboratorio B6 (MAC), las medidas del aula son 7,11m de largo, 6,13m de ancho y la ubicación de las luminarias es 2,73m a nivel del piso; se considera el plano de trabajo a 0,80m a nivel del piso.

$$x = 6,13m$$

$$y = 7,11m$$

$$h = 2,73m - 0,80m = 1,93m$$

Reemplazando dichos valores en la Ecuación del IC (ver ANEXO V) se obtiene un IC de 1,2; según el procedimiento establecido en la norma indica que se debe redondear dicho valor al entero superior por lo que el IC para el presente estudio será de 2; si se compara el valor obtenido con los valores de la Tabla 10-3 se puede observar que se obtiene un IC dentro del rango $2 \leq IC < 3$ lo que indica que se deberá dividir el área total del local en 16 zonas o áreas de trabajo.

Al dividir las longitudes del local en 16 partes iguales, se obtiene que las áreas o zonas para medir la iluminación tienen dimensiones de 0,38m * 0,44m, en el punto medio del rectángulo de las dimensiones indicadas se colocará el equipo de medida a la altura del plano de trabajo como puede observarse en la Figura 13-3



Figura. 13-3 Toma de datos de iluminancia en una zona del Laboratorio MAC

Fuente: QUINDE, Isabel 2016

Se debe considerar la incidencia de la luz natural en las diferentes mediciones de cada zona por lo que se seguirá el procedimiento que indica la Norma NOM025, la cual indica que se realicen tres mediciones en cada zona, en la primera hora de labores, en la mitad del período de utilización de las instalaciones y en la última hora de trabajo. Luego de efectuar el procedimiento indicado se obtuvieron los valores de iluminancia que se detallan en la Tabla 11-3

Tabla. 11-3 Datos de Iluminancia por cada zona del Laboratorio MAC

Zona	Iluminancia lux 8H00	Iluminancia lux 13H00	Iluminancia lux 18H00
Zona 1	168	780	520
Zona 2	142	650	380
Zona 3	150	641	450
Zona 4	132	749	479
Zona 5	126	726	468
Zona 6	145	620	389
Zona 7	162	743	396
Zona 8	120	652	426
Zona 9	137	686	462
Zona 10	140	645	374
Zona 11	158	694	385
Zona 12	135	697	412
Zona 13	110	704	456
Zona 14	124	653	408
Zona 15	156	683	426
Zona 16	100	706	378
Iluminancia Promedio	137,81	689,31	425,56

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: Datos tomados en campo

Comparando los datos de la Tabla 7-3 (Laboratorio MAC) con los resultados de la Tabla 11-3, se puede observar que los valores de iluminancia medidos varían en unidades y máximo decenas de luxes respecto a los valores calculados mediante software.

Debido a la gran cantidad de zonificación que se debe realizar para obtener los datos medidos de la iluminancia de cada uno de los ambientes de la institución y luego de haber efectuado la verificación en uno de los laboratorios (MAC), se considera que los datos obtenidos mediante software son muy similares a los reales por lo que se les toma como datos válidos.

Luego de verificar que los datos calculados con el software son muy similares con los datos obtenidos en campo, se procede a comparar dichos valores con los criterios que establece la Norma UNE12464.1 (ANEXO VI) para Iluminación de interiores, en la sección de Edificios

Educativos, los requerimientos de la norma utilizados para el presente estudio se muestran en la Tabla 12-3.

Tabla. 12-3 Valores de Iluminancia de los ambientes objeto de estudio

EDIFICIOS EDUCATIVOS		
N° REF	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	Em (lux)
2.1	AULAS, AULAS DE TUTORIA	300
2.9	AULAS DE PRÁCTICAS Y LABORATORIOS	500
2.13	AULAS DE PRÁCTICAS DE INFORMÁTICA	300
2.16	HALLS DE ENTRADA	200
2.17	AREAS DE CIRCULACIÓN, PASILLOS	100
2.18	ESCALERAS	150
2.20	SALAS DE PROFESORES	300
2.22	BIBLIOTECA: SALAS DE LECTURA	500
2.24	SALAS DE DEPORTE, GIMNASIO	300
2.26	COCINA	500

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: (UNE 12464.1, 2008)

3.1.9.2. Estudio actual de Temperatura y Humedad

Las mediciones de temperatura y humedad se efectuaron mediante el uso de un Multímetro ambiental EM5, se realizaron mediciones puntuales en tres horarios que concuerdan con la primera hora de labores, media jornada y última hora de labores estudiantiles.

Se presenta a continuación los valores puntuales de temperatura y humedad de los diferentes ambientes en cada hora de análisis.

Tabla. 13-3 Valores de temperatura y humedad de los ambientes del Subsuelo

Ambiente	08H30		13H30		18H30	
	Temperatura	Humedad	Temperatura	Humedad	Temperatura	Humedad
Lab. de Ciencias Básicas	17,6°C	45.7%	19°C	47%	17°C	45%
Lab. de Control Industrial	17,8°C	45.7%	18,8°C	47%	17°C	45%
Lab. de Hidráulica y Neumática	17,5°C	46%	19,2°C	47,3%	16,6°C	46%
Lab. de Mantenimiento y Diseño	17,6°C	45.7%	19,1°C	47%	17°C	45%
Lab. de Procesos	17,6°C	45.7%	19,7°C	47%	17°C	45%
Lab. CAD-CAM	19°C	45.7%	22°C	47%	18,3°C	45%
Lab. de Automatización	17°C	45.7%	19,9°C	47%	16,8°C	45%
Lab, Procesos de Manufactura	16°C	45.7%	21°C	47%	16,2°C	45%

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016
Fuente: Datos tomados en campo

Tabla. 14-3 Valores de temperatura y humedad de los ambientes de la Planta Baja

Ambiente	08H30		13H30		18H30	
	Temperatura	Humedad	Temperatura	Humedad	Temperatura	Humedad
Secretaría	18°C	46%	21°C	46,5%	17,6°C	45,6%
Información	17,5°C	46%	20°C	46,5%	16,8°C	45,6%
Oficina de mantenimiento	19°C	46%	21,6°C	46,5%	18,3°C	45,6%
Colecturía	18°C	46%	20,9°C	46,5%	17,6°C	45,6%
Biblioteca	18°C	46%	21°C	46,5%	17,6°C	45,6%
Hemeroteca	19°C	46%	20,7°C	46,5%	17,6°C	45,6%
Cafetería	20°C	47%	26°C	48%	19°C	46%

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016
Fuente: Datos tomados en campo

Tabla. 15-3 Valores de temperatura y humedad de los ambientes del Primer Piso Alto

Ambiente	08H30		13H30		18H30	
	Temperatura	Humedad	Temperatura	Humedad	Temperatura	Humedad
Decanato	18°C	45%	21°C	46,5%	17,6°C	45,6%
Vicerrectorado académico	18°C	45%	21°C	46,3%	17,6°C	45,6%
Posgrados	18°C	45,3%	21°C	46,8%	17,6°C	45,6%
Sala de juntas	18°C	45,3%	21°C	46%	17,6°C	45,6%
Aula A1	17,2°C	45,4%	23°C	47%	17°C	45%
Aula A2	17,2°C	45,4%	23°C	47%	17°C	45%
Aula A3	17,2°C	45,4%	23°C	47%	17,2°C	45%
Aula A4	17,2°C	45,4%	23°C	47%	17,2°C	45%
Aula A5	17,2°C	45,4%	23°C	47%	17,3°C	45%
Taller 1	17°C	45,4%	24°C	47%	17,2°C	45%
Taller 2	17°C	45,4%	23,2°C	47%	17,2°C	45%
Taller 3	17,1°C	45,4%	23°C	47%	17,3°C	45%
Taller 4	17°C	45,4%	24,5°C	47%	17,1°C	45%

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: Datos tomados en campo

Tabla. 16-3 Valores de temperatura y humedad de los ambientes del Segundo Piso Alto

Ambiente	08H30		13H30		18H30	
	Temperatura	Humedad	Temperatura	Humedad	Temperatura	Humedad
Aula B1	17,5°C	45,5%	21°C	47%	17°C	45%
Aula B2	17,5°C	45,6%	21,3°C	47%	17°C	45%
Aula B3	17,7°C	45,6%	23°C	47%	17,2°C	45%
Aula B4	17,5°C	45,6%	23,6°C	47%	17,2°C	45%
Aula B5	17,2°C	45,6%	22°C	47%	17,3°C	45%
Laboratorio B6(MAC)	19,6°C	45%	27,7°C	47%	17,2°C	45%
Laboratorio B7	19,6°C	45%	26,2°C	47%	17,2°C	45%
Laboratorio B8	19,6°C	45,3%	27,4°C	47%	17,3°C	45%
Laboratorio B9	19,6°C	45,3%	26,3°C	47%	17,1°C	45%
Sub decanatos	18,9°C	45,7%	22°C	47,8%	18,3°C	44,6%
Sala de docentes	18,9°C	45,7%	23,1°C	47,8%	18,2°C	44,6%

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: Datos tomados en campo

Tabla. 17-3 Valores de temperatura y humedad de los ambientes del Tercer Piso Alto

Ambiente	08H30		13H30		18H30	
	Temperatura	Humedad	Temperatura	Humedad	Temperatura	Humedad
Aula C1	17,8°C	45,6%	22°C	47%	17,5°C	45%
Aula C2	17,8°C	45,6%	23°C	47%	17,4°C	45%
Aula C3	17,8°C	45,5%	23°C	47%	17,2°C	45%
Aula C4	17,9°C	45,6%	23°C	47%	17,3°C	45%
Aula C5	17,7°C	45,6%	22,6°C	47%	17,3°C	45%
Aula C6	17,8°C	45,5%	22,4°C	47%	17,3°C	45%
Aula C7	17,8°C	45,7%	22,7°C	47%	17,1°C	45%
Aula C8	17,7°C	45,6%	22,3°C	47%	17,1°C	45%
Aula C9	17,8°C	45,6%	22,7°C	47%	17,1°C	45%
Aula D11	17,9°C	45,7%	22,4°C	47%	17,5°C	44%
Aula D12	17,9°C	45,7%	22,3°C	47%	17,5°C	44%
Taller de Maquetería	18,4°C	45,7%	22,1°C	47%	17,4°C	44%
Archivo	18°C	45%	20,1°C	45,6%	17,2°C	44,9%

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: Datos tomados en campo

Tabla. 18-3 Valores de temperatura y humedad de los ambientes del Cuarto Piso Alto

Ambiente	08H30		13H30		18H30	
	Temperatura	Humedad	Temperatura	Humedad	Temperatura	Humedad
Aula D1	18,1°C	45,2%	21,2°C	47%	17,7°C	45%
Aula D2	18,1°C	45,2%	21,3°C	47%	17,7°C	45%
Aula D3	18,2°C	45,2%	23,2°C	47%	17,6°C	45%
Aula D4	18,1°C	45,2%	23,1°C	47%	17,7°C	45%
Aula D5	18,1°C	45,2%	23,2°C	47%	17,8°C	45%
Laboratorio D6	19,8°C	45,3%	27°C	47%	17,8°C	45%
Laboratorio D7	19,7°C	45,2%	27,3°C	47%	17,8°C	45%
Laboratorio D8	19,8°C	45,2%	26°C	47%	17,8°C	45%
Laboratorio D9	19,6°C	45,2%	26,6°C	47%	17,8°C	45%

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: Datos tomados en campo

3.1.10. Análisis de la situación actual

Respecto a las características de seguridad, según se evidencia con los datos de la Figura 10-3, resulta necesario efectuar el control sobre todas las eventualidades que se han mencionado en las bitácoras especialmente en aquellas novedades de Puertas abiertas que presenta mayor incidencia seguida del Acceso de personas ajenas a la institución o en estado etílico y los Daños inmuebles, sin desmerecer la presencia de eventualidades de pérdida de objetos

El costo económico en el tiempo de estudio por reparación de estas eventualidades es bajo (alrededor de \$2000) pero el costo en imagen institucional es elevado puesto que se pierden potenciales aspirantes al ingreso a la institución.

Luego de revisar los datos de la Tabla 2-3 y de la Figura 11-3 se llega a la conclusión de que el consumo energético de la institución es elevado y que este consumo se debe en parte a la utilización de la iluminación desde horas de la madrugada hasta altas horas de noche, en promedio las luminarias se encienden desde las 04:00 am hasta las 20:00 pm (según datos de bitácoras), lo que indica que se tiene un total de 16 horas, cabe mencionar que en la Institución se labora los 7 días de la semana.

Al comparar los valores obtenidos en la Tabla 4-3, 5-3, 6-3, 7-3, 8-3 y 9-3 con los valores referenciados en la Tabla 12-3, se puede evidenciar que las instalaciones de iluminación satisfacen los criterios de iluminancia establecidos en la Norma UNE 12464.1; por lo que no es necesario realizar cambios en las instalaciones actuales.

Tomando como referencia el Artículo 7 Anexo III del real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud, que indica que la temperatura óptima de trabajo sedentario se sitúa entre 17°C y 27°C y que la humedad relativa varía entre 30% a 70%, se procede a analizar los datos de las Tablas 13-3, 14-3, 15-3, 16-3, 17-3 y 18-3; encontrando que en todos los ambientes se mantiene una temperatura y humedad relativa adecuada para el desarrollo de las actividades, salvo el caso de los laboratorios de computo en los que se llegaron a presentar temperaturas de hasta 27,7°C en horas clase.

Se propone la instalación de ventiladores pequeños en los laboratorios de Informática ya que son en estos ambientes en los que se producen las temperaturas elevadas.

Toda la información que se presentó anteriormente sirve como antecedente para considerar la necesidad de controlar todas variables que salen de los niveles referenciados, es así que se considera necesario la automatización de la institución para mejorar la seguridad humana y material y para disminuir el consumo energético.

El Sistema Inmótico deberá permitir controlar y monitorizar las condiciones de seguridad del edificio y así precautelar los bienes materiales y humanos del mismo; así también deberá controlar el encendido y apagado de las luminarias para poder controlar el consumo de energía.

3.2. Diseño de la propuesta

Como se revisó en el Capítulo II, las fases para el diseño de una instalación inmótica se centra en cuatro fases, en el presente estudio se llevarán a cabo únicamente dos de ellas que son el pre-estudio y la definición.

3.2.1. Pre – estudio

3.2.1.1. Selección de tecnología

En cuanto a la tecnología a utilizar se procede a realizar un análisis de las tecnologías estándar que se encuentran en el mercado y que se revisaron sus bases teóricas en el Capítulo II, siendo estas X-10, EIB y LONWORKS. La Tabla 19-3 muestra las características principales de los estándares en mención.

Tabla. 19-3 Características de X-10, EIB y LONWORKS

Características Estándar	X-10	KNX	LONWORKS
Sistema Distribuido	Si	Si	Si
Medio físico	LP	Independiente (típicoTP)	TP
Velocidad de Transmisión	60 bps	9600 bps	78kbps a 1,25Mbps
Interferencia (ruido)	Sensible	Inmune	Inmune
Dispositivos	256	10000	32385*2 ⁴⁸
Área de implementación	Pequeñas viviendas	Edificios	Nivel industrial
Costos	Bajo	Elevado	Elevado

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Con las características expuestas se concluye que para las necesidades de la institución se puede trabajar con el estándar KNX debido a las prestaciones que posee, se podría escoger LONWORKS debido a que es un estándar americano y la consecución de los elementos es más sencilla, pero se requiere implementar toda la red y en comparación de las necesidades a satisfacer resultaría un desperdicio tecnológico. Con KNX bastará tender el cable de bus en las instalaciones ya existentes y satisface en gran medida las necesidades expuestas.

3.2.1.2. Necesidades a cubrir

Basándose en los datos obtenidos del Estudio de la Situación actual se divide a las necesidades, en tres áreas de interés:

- Seguridad
- Ahorro energético
- Control y monitoreo

Cada una de las áreas mencionadas poseen diferentes necesidades que fueron analizadas en colaboración con el personal encargado de cada una de ellas, el detalle de las áreas y sus necesidades se muestra en la Tabla 20-3.

Tabla. 20-3 Áreas de necesidad y su descripción

Área de necesidad	Descripción
Seguridad	Se requiere control de acceso e intrusión en las puertas de acceso a la institución, puertas de aulas, laboratorios y oficinas, en caso de ser puertas de vidrio también es necesario un control de ruptura de dichas puertas. También se necesita controlar la apertura de ventanas en los ambientes de subsuelo, planta baja y primera planta alta, en las demás plantas altas debido a la altura en la que se ubican no se considera necesario el control de apertura. Pero en todos los ventanales y ventanas de la institución se requiere controlar el riesgo de ruptura de cristales. En la cocina, laboratorios y oficinas se debe controlar la posibilidad de que se presenten conatos de incendio. Monitoreo y control remoto de cada una de las variables que se controlan con el sistema.
Ahorro energético	Debido a que todos los ambientes poseen una adecuada iluminación, la necesidad se centra en el control de encendido y apagado de luminarias según el nivel de iluminancia requerido. No se considera la necesidad de apertura o cierre de persianas puesto que estas se encuentran únicamente en los laboratorios informáticos y en las oficinas, pero debido al reflejo generado en los equipos de cómputo se permitirá que el control sea manual.
Control y Monitoreo	Se requiere monitorear la temperatura de los laboratorios informáticos, monitorear posibles fugas de GLP en la cocina.

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016
Fuente: Datos tomados en campo

3.2.2. Definición

En este punto se analiza la cantidad de componentes requeridos para satisfacer las necesidades expuestas en el pre-estudio, el tipo de elementos para el presente diseño inmótico junto con su descripción y sus características técnicas básicas se encuentran en el ANEXO VII.

Se necesita diferentes tipos de dispositivos, los cuales se los codificará según la función que desempeñan para simplificar el manejo en el texto. La codificación se realizará con caracteres alfabéticos, el primer caracter indica la función general del dispositivo, por ejemplo:

S = Sensor

Los siguientes caracteres indican la función específica del dispositivo, por ejemplo:

APV = Apertura de puertas/ventanas

La Tabla 21-3 muestra la codificación efectuada a los dispositivos sensores con su respectivo significado.

Tabla. 21-3 Códigos dispositivos sensores

Código	Función
SAPV	Sensor Apertura de Puertas o ventanas
SRC	Sensor Ruptura de Cristales
ST	Sensor de Temperatura
SH	Sensor Humo
SGLP	Sensor Gas Licuado de Petróleo
SLT	Sensor Lectura de Tarjetas
LCC	Lector códigos clave
CB	Cámaras tubo
CD	Cámaras domo
SPL	Sensor de luz y presencia

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Para la creación de los planos con sensores es necesario partir de los planos eléctricos de la institución. Para lo cual se efectuó el seguimiento en campo de las instalaciones y se obtuvo los planos eléctricos que se muestran en el ANEXO VIII

Basándose en las características técnicas de los sensores y utilizando los planos arquitectónicos y eléctricos se procede a ubicar los sensores en las posiciones requeridas, en función de las características de cada ambiente; con todo esto se obtiene el número total de sensores por cada una de las plantas de la institución. Los planos inmóticos con los sensores de cada planta pueden observarse en el ANEXO IX

La Tabla 22-3 muestra los tipos de sensores y la cantidad de cada uno de ellos requeridos en el Subsuelo.

Tabla. 22-3 Sensores Subsuelo

Planta	Código	Número de dispositivos
SUBSUELO	SAPV	7
	SRC	4
	ST	1
	SH	4
	SLT	9
	CB	4
	CD	10
	SPL	30

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

En la Tabla 23-3 se enlista el tipo de sensores y el número de ellos por tipo que se requieren en la Planta Baja de la institución.

Tabla. 23-3 Sensores Planta Baja

Planta	Código	Número de dispositivos
PLANTA BAJA	SAPV	23
	SRC	21
	SH	12
	SGLP	1
	LCC	1
	CB	2
	CD	3
	SPL	20

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

En la Tabla 24-3 se puede observar los requerimientos de la Primera Planta alta en cuanto a sensores y a la cantidad de ellos requerida

Tabla. 24-3 Sensores Primera Planta Alta

Planta	Código	Número de dispositivos
PRIMERA PLANTA ALTA	SAPV	47
	SRC	32
	SH	4
	SLT	9
	CB	2
	CD	4
	SPL	23

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

La Tabla 25-3 muestra el listado de sensores y el número requerido para la instalación en la Segunda Planta Alta

Tabla. 25-3 Sensores Segunda Planta Alta

Planta	Código	Número de dispositivos
SEGUNDA PLANTA ALTA	SAPV	14
	SRC	59
	ST	4
	SH	8
	SLT	9
	CB	4
	CD	4
	SPL	23

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

En la Tabla 26-3 se puede observar el requerimiento de sensores a ubicar en la Tercera Planta Alta de la institución

Tabla. 26-3 Sensores Tercera Planta Alta

Planta	Código	Número de dispositivos
TERCERA PLANTA ALTA	SAPV	3
	SRC	66
	SH	1
	SLT	12
	CB	4
	SPL	24

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

La Tabla 27-3 contiene la necesidad de sensores correspondientes a la Cuarta Planta Alta de la institución

Tabla. 27-3 Sensores Cuarta Planta Alta

Planta	Código	Número de dispositivos
CUARTA PLANTA ALTA	SAPV	3
	SRC	49
	ST	4
	SH	4
	SLT	9
	CB	2
	CD	4
	SPL	16

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Con los datos que se muestran en las Tablas 22-3, 23-3, 24-3, 25-3, 26-3 y 27,3 se procede a obtener el total de sensores requeridos por toda la institución de acuerdo al tipo de sensor, tal como se muestra en la Tabla 28-3.

Tabla. 28-3 Sensores Institución

Planta	Código	Número de dispositivos
UTI	SAPV	97
	SRC	231
	ST	9
	SH	33
	SGLP	1
	SLT	48
	LCC	1
	CB	18
	CD	25
	SPL	136

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Las Tablas 22-3, 23-3, 24-3, 25-3, 26-3, 27-3, 28-3 utilizan la codificación mostrada en la Tabla 21-3.

Para el presente estudio se considera la instalación sobre par trenzado, bajo esta característica en el momento de realizar la instalación de los dispositivos se debe tener en cuenta los criterios generales de instalación, dichos criterios se muestran en la Tabla 29-3.

Tabla. 29-3 Criterios de instalación KNX sobre par trenzado

Fuentes de alimentación	Mínimo 1 por cada línea (según requerimiento de energía de los dispositivos)
Longitud total de la instalación	1000m (incluidas ramificaciones)
Número máximo de dispositivos	64 (según requerimiento de energía de los dispositivos)
Separación entre Fuente y dispositivos	Máximo 350m
Separación entre dispositivos	Máximo 700m
Separación mínima entre fuentes	200 m

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: (ROMERO, 2010)

Los sensores toman energía de la fuente de alimentación mediante el bus KNX, los actuadores se conectan directamente en los tableros eléctricos y su conexión al bus KNX es para recibir mandos de control para activación o desactivación de los elementos a los cuales se encuentran conectados.

Es por esta razón que se propone instalar tableros inmóticos en áreas específicas de la institución para ubicar en ellos las fuentes de alimentación y los acopladores de línea, mientras que los actuadores se instalarán en los tableros eléctricos correspondientes. En la Tabla 30-3 se muestra los ambientes en los que se instalarán los tableros inmóticos en cada planta.

Tabla. 30-3 Ubicación de tableros inmóticos

Nivel	Ubicación
SUBSUELO	Auditorio
	Gimnasio
	Laboratorio de sistemas
PLANTA BAJA	Hemeroteca
	Colecturía
	Cocina
PRIMERA PLANTA ALTA	Posgrados
	Aula A4
	Taller 4
SEGUNDA PLANTA ALTA	Sub decanato
	Aula B4
	Laboratorio B6
TERCERA PLANTA ALTA	Archivo
	Aula C4
	Aula C6
CUARTA PLANTA ALTA	Aula D4
	Aula D6

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Cada tablero inmótico corresponde a la existencia de una Línea dentro del diseño del sistema inmótico, todo esto basándose en el criterio de instalación de KNX que se mostró en la Tabla 29-3.

Las líneas creadas en cada nivel no pueden contener más de 64 dispositivos, es por ello que al existir una gran cantidad de sensores de ruptura de cristales y de contactos magnéticos, estos se conectarán a entradas binarias que activan una única señal de alarma con la ubicación del evento, por lo tanto, no se requiere la instalación de dispositivos individuales para el monitoreo de estas variables.

Se generarán dos áreas o zonas debido a que el número de líneas del diseño es 17 y en una zona se pueden ubicar máximo 16 líneas, la agrupación de las líneas para formar la zona se realizará en función de reducir la distancia existente entre las diferentes líneas, es así que se escogió los tableros inmóticos de Colecturía y del Aula C6 para ubicar en ellos los Acopladores de Área/Línea

para formar las dos zonas, en la Tabla 31-3 se muestran los niveles cuyas líneas se acoplarán en cada zona.

Tabla. 31-3 Plantas de las zonas KNX

Zona	Niveles
ZONA 1 (Colecturía)	Subsuelo
	Planta Baja
	Primera Planta Alta
ZONA 2 (Aula C6)	Segunda Planta Alta
	Tercera Planta Alta
	Cuarta Planta Alta

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Las dos zonas creadas se unirán mediante una troncal de enlace la cual se direccionará hacia la pasarela (gateway) del cuarto de control y monitoreo que se ubicará en la oficina de Mantenimiento de la Planta Baja, es aquí donde se efectuará el control y la supervisión de todos los eventos que se presenten en el sistema.

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Seguridad, Control y Monitoreo

Basándose en los datos de las Figura 10-3 los cuales fueron tomados de las bitácoras de guardianía se evidencia que se han presentado durante el tiempo de estudio eventualidades que en cuestión costos económicos no son de gran relevancia, por ejemplo, pérdidas de cargadores de computador, extravío de mochilas, incluso pérdida de computadores o discos duros.

Si bien es cierto los daños económicos por las pérdidas ascenderían a alrededor de \$2000, se debe recalcar que el verdadero impacto se da en el nivel de seguridad y confianza de las personas dentro de la institución y de las personas externas que consideran la posibilidad de ingresar a efectuar sus estudios en la institución.

El sistema inmótico reduciría por completo los gastos económicos por recuperación de bienes perdidos debido a la implementación de controles de acceso a los diferentes ambientes.

4.2. Ahorro energético

Al analizar los datos de la Tabla 2-3 se puede verificar que la institución presenta elevados valores de consumo de energía eléctrica debido en gran parte a que las luminarias se encuentran activadas durante prolongados periodos de tiempo como se muestra en la Tabla 3-3.

Revisando las bitácoras de guardianía (ver ANEXO III), se evidencia que las luces deben encenderse a partir de las 04:00 am (por disposición de las autoridades); en la mayoría de los casos las luces se apagan a las 20:00 de forma manual, es decir el personal de guardianía debe apagar las luces de cada ambiente mientras desarrollan su ronda nocturna.

Estos datos permiten concluir en el caso crítico, que las luces de la institución pasan encendidas alrededor de 16 horas diarias por cada día de la semana, con lo que al mes se obtiene un total de 448 horas de consumo en iluminación.

Al implementar el Diseño del Sistema Inmótico propuesto, bajo las mismas condiciones críticas las luces se encenderán a las 04:00 am debido a la disposición que existía en el periodo de estudio y el Sistema empezará a controlar la necesidad de iluminación a partir de la hora de ingreso de los estudiantes (7:30am), con las mediciones efectuadas de iluminación dentro de la primera hora de actividades (Tablas 4-3, 5-3, 6-3, 7-3, 8-3 y 9-3) es notorio que las luces permanecerán encendidas hasta la primera hora clase pero será únicamente en los ambientes en los que haya personal presente. Posteriormente las luces se encenderán en horas de la tarde o noche (17:00 a 19:00) bajo la premisa de que si no hay personal en los ambientes no se requiere iluminación, considerando la situación de que se requiere que todas las luces se enciendan en los intervalos mencionados se prevé un total de horas de consumo de energía de 6,5 horas diarias.

Al cabo de un mes se tendrá un tiempo de luces encendidas de 182 horas, lo cual significa una reducción de 266 horas de consumo; este ahorro en tiempo de consumo se refleja directamente sobre el ahorro económico, lo que equivale a un 59.38% de ahorro en condiciones críticas.

La Tabla 1-4 muestra el consumo de energía eléctrica mensual de la institución en el período de estudio junto con los costos.

Tabla, 1-4 Consumo y costo mensual de energía eléctrica

Mes	Consumo Energía Eléctrica kWh	Costo Energía Eléctrica \$
Febrero-15	6242	477,32
Marzo-15	5630	429,24
Abril-15	6976	535,25
Mayo-15	7956	613,18
Junio-15	7833	603,22
Julio-15	8323	639,93
Agosto-15	6854	525,41
Septiembre-15	5630	429,24
Octubre-15	8690	666,68
Noviembre-15	9180	700,42
Diciembre-15	7344	563,44
Enero-16	7833	712,44
Febrero-16	6976	634,23

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Fuente: Datos tomados de planillas eléctricas de la institución

En función de los datos de la Tabla 1-4 se puede obtener un estimado del ahorro energético y en costo económico gracias al Sistema Inmótico.

La Tabla 2-4 muestra los valores de consumo de energía eléctrica, así como su costo en el período de estudio, en comparación con el consumo energético y su costo si se tendría implementado el sistema KNX en el mismo periodo.

Tabla, 2-4 Valores de consumo, costos actuales y estimados con KNX

Consumo Actual Energía Eléctrica kWh	Consumo estimado con Sistema Inmótico de Energía Eléctrica kWh	Costo Actual Energía Eléctrica \$	Costo estimado con Sistema Inmótico de Energía Eléctrica \$
6242	2386,43	477,32	190,91
5630	2833,65	429,24	226,69
6976	2535,50	535,25	202,84
7956	2286,91	613,18	182,95
7833	2833,65	603,22	226,69
8323	3231,73	639,93	258,54
6854	3181,76	525,41	254,54
5630	3380,80	429,24	270,46
8690	2784,09	666,68	222,73
9180	2286,91	700,42	182,95
7344	3529,88	563,44	282,39
7833	3728,92	712,44	298,31
6976	2983,13	634,23	238,65

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

El gasto total en el período de estudio fue de 95467kWh y el costo por ello fue de \$7530, mientras que el consumo estimado con KNX es de 38778.7kWh con un costo de \$3102.30, estos datos evidencian un ahorro sustancial de 56688.3kWh y de \$4427.7

Si a este valor se le adiciona los costos por seguridad se tendrá un ahorro estimado de \$6427.7 por cada 13 meses.

Se efectuó el análisis específico de consumo energético por iluminación para el Laboratorio B6 (MAC) en el mes de noviembre de 2016, se seleccionó este ambiente debido a que concentra la mayor variedad de dispositivos y es el punto en el que se instalará el panel inmótico de los ambientes de laboratorios informáticos.

Para este caso específico se tomaron datos en campo de los horarios en los que se encendían y apagaban las luces del ambiente, esta información se recolectó desde el 01 de noviembre de 2016 hasta el 30 de noviembre de 2016, en la Tabla 3-4 se observa los datos obtenidos en campo.

Tabla, 3-4 Horario de funcionamiento de luminarias de Laboratorio B6 (noviembre 2016)

	Enciende	Apaga	Enciende	Apaga	Enciende	Apaga	Tiempo total
Nov-01	8:20	15:35	16:30	18:40			9:25
Nov-02	8:30	17:00					8:30
Nov-03	8:30	19:00					10:30
Nov-04	7:30	16:10					8:40
Nov-05	7:00	17:00					10:00
Nov-06	7:10	14:00					6:50
Nov-07	7:25	10:30	10:55	17:00			9:10
Nov-08	9:00	13:50	16:30	19:00			7:20
Nov-09							0:00
Nov-10	8:00	10:30	14:30	18:50			6:50
Nov-11	7:35	15:10					7:35
Nov-12	7:10	19:00					11:50
Nov-13	7:00	13:00					6:00
Nov-14	7:30	13:50					6:20
Nov-15	8:00	14:00	16:40	19:30			8:50
Nov-16	10:50	13:55					3:05
Nov-17	8:40	19:20					10:40
Nov-18	7:35	10:30					2:55
Nov-19	7:15	14:40					7:25
Nov-20	7:02	17:00					9:58
Nov-21	7:30	16:25					8:55
Nov-22	8:30	10:30	10:50	15:30	16:35	19:05	9:10
Nov-23							0:00
Nov-24	8:30	10:30	11:55	18:45			8:50
Nov-25	7:25	10:30					3:05
Nov-26	7:00	15:40					8:40
Nov-27	7:05	16:40					9:35
Nov-28	7:30	12:50	14:30	17:10			8:00
Nov-29	14:30	19:00					4:30
Nov-30							0:00
Total							212:38

Fuente: Datos tomados en campo (noviembre 2016)

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Considerando la existencia del sistema inmótico se estima que el tiempo que se debieron encender las luminarias depende de las mediciones de iluminación del ambiente y de la presencia de personal en el ambiente, es por ello que se toma en consideración el horario de clases del ambiente, la Figura 1-4 muestra el horario de clases del Laboratorio B6 en el tiempo de toma de datos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS HORARIO DE CLASES PERIODO: B16 					
AULA:	LABORATORIO B6 (MAC)				
HORAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
7:30 - 8:30	EDICION FOTOGRAFICA DIGITAL LIC. JOSÉ OLEAS IV DD				TALLER DE DISEÑO PUBLICITARIO LIC. JOSÉ OLEAS V DD
8:30 - 9:30	EDICION FOTOGRAFICA DIGITAL LIC. JOSÉ OLEAS IV DD	SEÑALÉTICA DIS. PAULINA SÁNCHEZ VI DD		TALLER DISEÑO EDITORIAL ING. EDUARDO NAVAS VI DD	TALLER DE DISEÑO PUBLICITARIO LIC. JOSÉ OLEAS V DD
9:30-10:30	ILUSTRACIÓN DIGITAL LIC. JOSÉ OLEAS III DD	SEÑALÉTICA DIS. PAULINA SÁNCHEZ VI DD	ILUSTRACIÓN DIGITAL LIC. JOSÉ OLEAS III DD	TALLER DISEÑO EDITORIAL ING. EDUARDO NAVAS	INFOGRAFÍA LIC. JOSÉ OLEAS VI DD
10:30-10:50	RECESO				
10:50-11:50	ILUSTRACIÓN DIGITAL LIC. JOSÉ OLEAS III DD	SISTEMAS DE IMPRESIÓN ING. FERNANDO SÁNCHEZ V DD	ILUSTRACIÓN DIGITAL LIC. JOSÉ OLEAS III DD		INFOGRAFÍA LIC. JOSÉ OLEAS VI DD
11:50-12:50	TALLER DISEÑO EDITORIAL ING. EDUARDO NAVAS VI DD	SISTEMAS DE IMPRESIÓN ING. FERNANDO SÁNCHEZ V DD	TALLER DISEÑO EDITORIAL ING. EDUARDO NAVAS VI DD	EDICION FOTOGRAFICA DIGITAL LIC. JOSÉ OLEAS IV DD	TALLER DISEÑO EDITORIAL ING. EDUARDO NAVAS VI DD
12:50-13:50	TALLER DISEÑO EDITORIAL ING. EDUARDO NAVAS VI DD	SISTEMAS DE IMPRESIÓN ING. FERNANDO SÁNCHEZ V DD	TALLER DISEÑO EDITORIAL ING. EDUARDO NAVAS VI DD	EDICION FOTOGRAFICA DIGITAL LIC. JOSÉ OLEAS IV DD	TALLER DISEÑO EDITORIAL ING. EDUARDO NAVAS VI DD
13:50-14:30	ALMUERZO				
14:30-15:30	SEÑALÉTICA DIS. PAULINA SÁNCHEZ VI DD	SISTEMAS DE IMPRESIÓN ING. FERNANDO SÁNCHEZ V DD	EDICION FOTOGRAFICA DIGITAL LIC. JOSÉ OLEAS IV DD	INFOGRAFÍA LIC. JOSÉ OLEAS VI DD	
15:30-16:30	SEÑALÉTICA DIS. PAULINA SÁNCHEZ VI DD		EDICION FOTOGRAFICA DIGITAL LIC. JOSÉ OLEAS	INFOGRAFÍA LIC. JOSÉ OLEAS VI DD	
16:30-17:30		ANIMACIÓN DIGITAL ING. ANGEL CAYAMBE VII DD		ANIMACIÓN DIGITAL ING. ANGEL CAYAMBE VII DD	
17:30-18:30		ANIMACIÓN DIGITAL ING. ANGEL CAYAMBE		ANIMACIÓN DIGITAL ING. ANGEL CAYAMBE	

Figura, 1-4 Horario Laboratorio B6 en noviembre 2016
Fuente: QUINDE, Isabel 2016

En función de los niveles de iluminación analizados en el Capítulo III y considerando que la iluminación natural es adecuada (días soleados), se procede a obtener los horarios estimados de encendido y apagado de las luminarias bajo control del sistema inmótico en el mes de noviembre 2016; se estima que las luminarias se encenderán durante las 2 primeras horas de actividades luego de lo cual las luminarias se desactivan y se volverán a encender en el horario de la tarde a partir de las 16:30 hasta concluir la jornada.

Los días sábado y domingo las luminarias se encenderán durante las dos primeras horas de labores y no se requiere el encendido en horas de la tarde debido a que la jornada concluye a las 15:00; los datos estimados bajo el sistema inmótico se muestran en la Tabla 4-4.

Tabla, 4-4 Tiempo estimado con Sistema Inmótico (días soleados)

	Enciende estimado	Apaga estimado	Enciende estimado	Apaga estimado	Total, estimado
Nov-01	8:30	9:30	17:00	18:30	2:30
Nov-02					0:00
Nov-03	8:30	9:30			1:00
Nov-04	7:30	9:30			2:00
Nov-05	7:00	9:00			2:00
Nov-06	7:00	9:00			2:00
Nov-07	7:30	9:30			2:00
Nov-08	8:30	9:30	17:00	18:30	2:30
Nov-09					0:00
Nov-10	8:30	9:30			1:00
Nov-11	7:30	9:30			2:00
Nov-12	7:00	9:00			2:00
Nov-13	7:00	9:00			2:00
Nov-14	7:30	9:30			2:00
Nov-15	8:30	9:30	17:00	18:30	2:30
Nov-16					0:00
Nov-17	8:30	9:30			1:00
Nov-18	7:30	9:30			2:00
Nov-19	7:00	9:00			2:00
Nov-20	7:00	9:00			2:00
Nov-21	7:30	9:30			2:00
Nov-22	8:30	9:30	17:00	18:30	2:30
Nov-23					0:00
Nov-24	8:30	9:30			1:00
Nov-25	7:30	9:30			2:00
Nov-26	7:00	9:00			2:00
Nov-27	7:00	9:00			2:00
Nov-28	7:30	9:30			2:00
Nov-29	8:30	9:30	17:00	18:30	2:30
Nov-30					0:00
Total					48:30

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Con los datos de las Tablas 3-4 y 4-4 se procede a calcular el ahorro en tiempo de utilización de las luminarias, presentando un ahorro del 77.19% en tiempo de utilización.

Se analizó el mismo ambiente bajo la consideración de que la iluminación natural no sea la adecuada, es decir días nublados; se estima que las luces se encenderían hasta la tercera hora de actividades y en la tarde a partir de las 16:00, los datos estimados bajo esta premisa se muestran en la Tabla 5-4.

Tabla, 5-4 Tiempo estimado con Sistema Inmótico (días nublados)

	Enciende estimado	Apaga estimado	Enciende estimado	Apaga estimado	Total, estimado
Nov-01	8:30	10:30	16:00	18:30	4:30
Nov-02					0:00
Nov-03	8:30	10:30			2:00
Nov-04	7:30	10:30			3:00
Nov-05	7:00	10:00			3:00
Nov-06	7:00	10:00			3:00
Nov-07	7:30	10:30			3:00
Nov-08	8:30	10:30	16:00	18:30	4:30
Nov-09					0:00
Nov-10	8:30	10:30			2:00
Nov-11	7:30	10:30			3:00
Nov-12	7:00	10:00			3:00
Nov-13	7:00	10:00			3:00
Nov-14	7:30	10:30			3:00
Nov-15	8:30	10:30	16:00	18:30	4:30
Nov-16					0:00
Nov-17	8:30	10:30			2:00
Nov-18	7:30	10:30			3:00
Nov-19	7:00	10:00			3:00
Nov-20	7:00	10:00			3:00
Nov-21	7:30	10:30			3:00
Nov-22	8:30	10:30	16:00	18:30	4:30
Nov-23					0:00
Nov-24	8:30	10:30			2:00
Nov-25	7:30	10:30			3:00
Nov-26	7:00	10:00			3:00
Nov-27	7:00	10:00			3:00
Nov-28	7:30	10:30			3:00
Nov-29	8:30	10:30	16:00	18:30	4:30
Nov-30					0:00
Total					78:30

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016

Con los datos de las Tablas 3-4 y 5-4 se procede a calcular el ahorro en tiempo de utilización de las luminarias, presentando un ahorro del 63.08% en tiempo de utilización

Estos cálculos permiten demostrar que efectivamente el Sistema Inmótico disminuirá el consumo energético de la institución tanto en condiciones de iluminación natural óptimas como en condiciones no favorables.

4.3. Costo del Sistema KNX

Para analizar el costo de la implementación de un sistema KNX se debe conocer el costo de los dispositivos a utilizar, el número de dispositivos a utilizar y los costos del personal técnico que realiza la instalación. La principal ventaja de la utilización del sistema estándar EIB como se vio en el Capítulo II, es el hecho de que múltiples marcas desarrollan los dispositivos que se pueden acoplar directamente al bus KNX, es por ello que las características de los dispositivos son las mismas independientemente del fabricante.

En el país no se encontraron distribuidores de sistemas KNX, por lo que se buscaron catálogos y precios de dispositivos en sitios web que distribuyen estos sistemas, tal como se puede observar en la Tabla 6-4.

Tabla, 6-4 Costo de dispositivos para estándar KNX.

Dispositivo	Costo \$USD
Bus KNX (KNK5001)	118,00
Fuente de alimentación MTN684032	268,00
Acoplador de línea MTN680204	391,00
Bornes de conexión (50)	65,52
KNX/IP ROUTER (MTN680329)	553,00
Sonda de temperatura (T-KTY82)	15,60
Entradas binarias 4 (MTN670804)	111,00
Detector presencia/movimiento (MTN630719)	197,00
Actuador REG-K Cuádruple (MTN682291)	409,00
Fuentes otros dispositivos 24Vdc 0,4 A (MTN693003)	141,00
Actuador ventilador (MSG 7043)	62,40
Sensor de fuga de GLP Niessen SGL	207,00
Sensor de humo (RWM100WW)	204,00
Set de 20 Contactos magnéticos (VMRS/W)	460,62
Sensor Ruptura de cristal (SPGS/W)	23,00
Interfaz para Central de alarmas anti intrusión (XS/S1.1)	486,00
Central de Alarmas (CA 96 IC)	546,80

Elaborado por: QUINDE, Isabel 2016
Fuente: (Futurasmus. S.L, 2015), (LUANDIS, 2013)

Basados en los requerimientos descritos en la Tabla 28-3 y con los datos de costos de la Tabla 3-4 se puede calcular un costo en dispositivos de \$48177.84, añadiendo los costos por instalación el costo total del Sistema Inmótico alcanza los \$52000, inversión que por el ahorro que generará (\$6427.7) es recuperable en 9 años, considerando el caso crítico que se mencionó anteriormente.

CONCLUSIONES

- Se determinó que el consumo energético del campus de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Tecnológica Indoamérica sede Ambato es alto y que se debe principalmente al hecho de que las luminarias permanecen encendidas durante largos periodos diarios de tiempo (16 horas)
- Al efectuar el análisis de las bitácoras de guardianía se encontraron varias eventualidades de seguridad que si bien es cierto no ascienden a costos económicos elevados sí afectan directamente a la imagen pública de la Institución, dicha imagen incide en gran manera a la hora que los potenciales nuevos estudiantes seleccionen a la institución para efectuar sus estudios superiores.
- Se concluye que las variables como humedad, temperatura, energía eléctrica, seguridad interna y externa, que se usaron para la toma datos que permitirán realizar diseño inmótico en función del análisis de la situación actual de la institución, inciden en relación directa con la seguridad y el ahorro energético.
- Se determina que la selección de los dispositivos para el diseño del sistema inmótico se realiza en función de los datos de las variables analizadas en la institución , mismas que abarcan las áreas de seguridad y ahorro energético, y bajo la premisa de trabajar con un protocolo abierto como KNX.
- Luego de efectuar el Diseño del sistema inmótico se calcula que el costo de implementación es alto pero comparado con la imagen institucional en seguridad y tecnología que brindará se concluye que es una inversión rentable.
- Al efectuar el control de acceso a los ambientes se genera una solución adicional del sistema inmótico ya que se puede generar automáticamente una base de datos que contenga la asistencia del personal docente y docente a sus horarios clase.

RECOMENDACIONES

- Para lograr reducir el consumo energético de las luminarias se recomienda la instalación de sensores multifuncionales de presencia e iluminación, los cuales permitirán efectuar el encendido y apagado de las luminarias en función de la cantidad de iluminación natural y de la presencia de personas en los ambientes, al mismo tiempo se recomienda la posibilidad de monitorizar variables climáticas de la zona para efectuar posteriores estudios en el desarrollo de la captación de energías renovables y lograr así mayor independencia del sistema eléctrico interconectado.
- Para mejorar el sistema de seguridad de la Institución se recomienda efectuar el control de acceso a aulas y laboratorios mediante el uso de tarjetas magnéticas individuales cuyo uso se controlará mediante la revisión de los registros diarios, adicional a esto también se deben instalar equipos de ventilación en los laboratorios informáticos para efectuar el control de temperatura en los mismos mediante la recirculación de aire; todo esto en pos de mejorar los niveles de seguridad y de confort laboral.
- En caso de que a futuro las necesidades de la institución requieran la incorporación de más variables ya sea dentro del ámbito de comunicaciones o de energía renovable, se recomienda la ampliación de las líneas KNX presentadas en este estudio mediante el uso de Repetidores o Amplificadores de línea.
- Si la potencia absorbida por los dispositivos a conectarse en una misma línea logra sobrepasar los 150mW por dispositivo, se recomienda la instalación de una segunda fuente de alimentación en paralelo a la primera fuente y separadas una distancia mínima de 200m; para obtener la potencia requerida por los dispositivos, esta recomendación también es valedera si en una misma línea se conectan más de 30 componentes sin olvidar que la máxima distancia entre componentes debe ser de 700m.
- Considerar la propuesta de implementación del Sistema Inmótico en la institución debido a las ventajas que presenta para la imagen institucional en el campo del avance tecnológico, para mejorar las condiciones de estadía de los estudiantes y del personal de la institución, conociendo que si las necesidades cambian o se introducen nuevas variables solamente se deberá ampliar las líneas y/o sustituir los tipos de dispositivos.

BIBLIOGRAFÍA

1. **COBOS, M. L.** (2006). *Diseño Inmótico para ahorro energético, seguridad y control de las instalaciones para el nuevo edificio de la FIEC*. Guayaquil: Escuela Politécnica del Litoral.
2. Domótica viva, S.L. (2002). *Definiciones protocolo X-10*. Obtenido de <http://www.domoticaviva.com/X-10/X-10.htm>
3. FEMPA . (2016). *Topologías de comunicación*. Obtenido de http://fempa.es/rebt/automatizacion_vigilancia/pto5.htm
4. Futurasmus. S.L. (2015). *Futurasmus KNX Group*. Obtenido de <http://www.futurasmus-knxgroup.es/>
5. **GUERRERO, R.** (2013). *Edificación y eficiencia energética en los edificios*. Málaga: IC Editorial.
6. **HUIDROBO, J. M.** (2014). *Domótica: edificios inteligentes*. Madrid: Creaciones COPYRIGHT.
7. INESEM business school. (2016). *Revista digital INESEM*. Obtenido de <http://revistadigital.inesem.es/informatica-y-tics/>
8. KNX Association. (2012). *KNX*. Obtenido de <http://www.knx.org>
9. **LOJA, M.** (2013). *Estudio y diseño inmótico para el edificio de biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, implementando la tecnología KONNEX (KNX) para el control de iluminación, control de accesos y control de seguridad técnica*. Cuenca : Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca . Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4839>
10. LUANDIS. (2013). *Luandis, distribución de material eléctrico y domótica*. Obtenido de <http://www.luandis.com/>
11. **MIRANDA, G., & VILLACRÉS, R. y.** (2009). *Diseño de un sistema domótico aplicado a una clínica de hemodiálisis*. Guayaquil: Escuela Politécnica del Litoral. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10595/1>
12. **MORALES, G.** (2011). La domótica como herramienta para un mejor confort, seguridad y ahorro energético. *Ciencia e Ingeniería*, 39-42. Obtenido de <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/cienciaeingenieria/article/view/3231>
13. **OSCAR, B.** (02 de Diciembre de 2013). *Slideshare*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/>

14. **PALLÁS, R.** (2014). *Sensores y acondicionadores de señal*. Catalonia: Marcombo.
15. **PEREZ, M. y.** (2013). *Estudio y diseño inmótico para el parque acuático Planeta Azul, usando la tecnología LONWORKS para el control de iluminación, acceso, seguridad técnica y circuito cerrado de televisión*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8561>
16. **ROMERO, C.** (2010). *Domótica e inmótica. Viviendas y edificios inteligentes*. Madrid: RA-MA.
17. **RUBIO, A. y.** (2009). *Slideshare*. Obtenido de:
<http://es.slideshare.net/kendersec/domotica-presentation>
18. seguridad100. S.L. (2013). *seguridad100 Tecnología de seguridad a su alcance*. Obtenido de www.seguridad100.com
19. Universidad Autónoma del estado de México. (2001). *InteraAcT*. Obtenido de <http://odisea.ii.uam.es/esp/recursos/Lonwork.htm>
20. Universidad Indoamérica. (2013). *Universidad Indoamérica vive la excelencia*. Obtenido de <http://www.uti.edu.ec/>

ANEXOS