

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES AVANZADOS, S. C.
POSGRADO**

**Análisis energético y propuesta de ahorro para la
Universidad Tecnológica de Salamanca.**

“Tesis que como Requisito para obtener el Grado de Maestría
en Ciencias en Energías renovables presenta:”

Claudia Elga Bustamante Vázquez
Carlos Hernández Mosqueda

Director de Tesis
C. Dr. Pedro Sánchez Santiago

Chihuahua, Chih., a 05 de Junio del 2013

Agradecimientos y/o reconocimientos.

Agradecemos a la Universidad Tecnológica de Salamanca por el apoyo incondicional que se nos ha otorgado para cursar la Maestría en Energías Renovables Área Eficiencia Energética Eléctrica, particularmente al Dr. Rubén Lara Valdés y Dra. Virginia Aguilera Santoyo.

De igual manera agradecemos a los Doctores Pedro Sánchez Santiago y Alberto Duarte Moller por su paciencia y dedicación para asesorarnos en el presente trabajo.

También hacemos mención en agradecimiento al Dr. Erasmo Orrantia por las atenciones que ha tenido con nosotros como el Director de la Maestría en CIMAV.

Índice

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I INTRODUCCIÓN	3
1. Hipótesis:.....	4
2. Objetivos	4
2.1 Objetivo General.....	4
2.2 Objetivos Particulares	4
3. Marco Teórico	5
3.1 Antecedentes	5
3.2 Domótica.....	7
3.2.1 Gestión de la energía	9
Climatización del edificio	10
Programación de la climatización.....	10
Derogación de niveles de temperatura.....	11
3.2.1.1 Programación de equipos	11
3.2.1.2 Racionalización de cargas eléctricas	11
3.2.1.3 Apagado de las luminarias	12
3.2.1.4 Automatización de las luminarias	12
Regulación de la iluminación según el nivel de luminosidad ambiente	12
Regulación de la iluminación según el nivel de luminosidad ambiente y presencia de usuarios	12
Encendido y apagado temporizado de luces.....	13
3.2.2 Clasificación de dispositivos	13
3.3 Microcontroladores	13
3.4 ISIS PROTEUS	14
II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	15
1. Primera etapa: Análisis de cargas del edificio.	15
2 Segunda etapa: Análisis de iluminación.....	18
2.1 Potencia de las lámparas.....	19
2.2 Descripción de las tareas visuales y de las áreas de trabajo.....	19
2.3 Descripción de los puestos de trabajo que requieren iluminación localizada.	

III. RESULTADOS:	21
3.1 Resultados de la primera etapa.	21
3.2 Resultados de la segunda etapa.....	30
3.3 Resultados de la tercera etapa: Propuesta	42
3.3.1 Módulos de la propuesta de domótica	43
3.3 Etapa de simulación	46
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	50
Anexo 1	52

RESUMEN

El gasto energético eléctrico a nivel nacional va en aumento, según la Comisión Federal de Electricidad (CFE) la demanda para el año 2025 será de 404.7 TWh, por lo que es preocupante el mal uso de la energía eléctrica, ya que para producirla se utiliza la quema de combustóleo en las centrales termoeléctricas del país para la producción de la misma, lo cual provoca que las emisiones a la atmósfera de Gases de Efecto Invernadero (GEI) aumenten la contaminación. En algunas áreas de la Universidad Tecnológica de Salamanca (UTS) hay luminarias encendidas en horarios en donde la luz natural alcanza los lúmenes adecuados o excesivos para realizar labores en dicho lugar y en algunos otros existe la carencia de la misma por lo cual es prioritario proponer acciones que garanticen el cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008 por lo que el presente trabajo se encuentra enfocado al ahorro de energía y la adecuada iluminación de cada uno de los espacios. El estudio realizado plasma una propuesta de la aplicación de la Domótica en el edificio A de la UTS, en donde se realiza un análisis de carga eléctrica e iluminación para efectuar la simulación de una lámpara inteligente en el programa ISIS PROTEUS la cual buscará el ahorro de energía y confort para los usuarios de la institución con el objetivo de tener una buena eficiencia energética. El estudio de análisis de iluminación se guio bajo los requisitos que menciona la NOM-025-STPS-2008, la cual indica las condiciones de iluminación en los centros de trabajo, dando como resultado que algunos de los espacios comunes no cumple con dicho reglamento. De igual manera el análisis de carga muestra que el transformador está sobrado debido a que aún no se cuenta con el equipamiento de laboratorios para el que está planeado. En base al análisis realizado se obtiene que los parámetros a controlar son principalmente el nivel de iluminación en las áreas administrativas, pasillos y sanitarios, así como se proponen un módulo que permita encender las luces en caso de presencia de personas y en ausencia de la iluminación adecuada aumentar o disminuir los lúmenes necesarios.

ABSTRACT

The electric energy consumption nationwide is increasing, according to the Federal Electricity Commission (CFE) demand for the year 2025 will be 404.7 TWh, which is worrying for the misuse of power as is used to produce fuel oil burning power plants in the country for producing the same, which causes the emissions of greenhouse gases (GHG) pollution increase. In some areas of Salamanca University of Technology (UTS) no lights on in times where natural light reaches the lumens adequate or excessive for work on that site and in some others there is lack of it making it a priority to propose actions to ensure compliance with the NOM-025-STPS-2008 so that the present work is focused on saving energy and appropriate lighting each of the spaces. The plasma study a proposed application of the Automation in building A of the UTS, where an analysis of electrical and lighting load to effect simulation in the intelligent lamp ISIS PROTEUS program which searches saving energy and comfort to users of the institution in order to have a good energy efficiency.

The study was guided lighting analysis under the conditions mentioned in NOM-025-STPS-2008, which indicates the lighting conditions in the workplace, resulting in some of the common areas not comply with these rules. Similarly, the analysis shows that the transformer load is left over because they still do not have laboratory equipment for which it is intended. Based on the analysis we find that the control parameters are mainly the light level in the administrative areas, corridors and toilets, as well as propose a module that allows the lights in case of presence of people and in the absence of illumination appropriate increase or decrease the required lumens.

I INTRODUCCIÓN

El presente proyecto realiza la propuesta del uso de la Domótica para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en la Universidad Tecnológica de Salamanca (UTS), ya que a pesar de los esfuerzos realizados por parte del personal administrativo y de mantenimiento no es suficiente, pues en las instalaciones de esta institución el apagado de luces en las áreas comunes, cubículos y pasillos sigue siendo un problema, estas luminarias por las noches suelen quedarse encendidas, puede ser por olvido o bien por la poca seguridad que existe en la zona. En el día ocurre la misma situación, por ejemplo, la entrada del edificio se encuentra iluminada con luz natural inclusive en algún momento llega a molestar a los ojos (deslumbramiento), sin embargo las luces se encuentran encendidas aproximadamente hasta las 12 horas.

Se puede aplicar la Domótica con todos los beneficios que ésta conlleva dentro de la UTS para controlar dichas luminarias acorde a las necesidades de los usuarios, incluso, en el presente trabajo se realizó la simulación de una lámpara que en diferentes horarios puede aumentar o disminuir los lúmenes necesarios de acuerdo con la presencia o ausencia de luz natural, la cual apoya el cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008 que establece los niveles de iluminación para tareas visuales y áreas de trabajo.

Para llevar a cabo la propuesta del uso de la Domótica la metodología se dividió en tres etapas, en la primera se realizó un análisis de cargas del edificio A de la UTS, en la segunda etapa se desarrolló un análisis de iluminación dentro de las instalaciones del mismo edificio, el cual involucra desde la medición y conteo de equipos suministrados por energía eléctrica hasta una encuesta realizada a los trabajadores para conocer su opinión acerca de la iluminación del mismo y por último se llevó a cabo la tercera etapa en donde en base a los análisis de resultados de las dos primeras fases del proyecto se realizó la mencionada propuesta para un mejor uso y ahorro de la energía eléctrica dentro de esta institución de educación superior.

Sin embargo, a pesar de todos los beneficios que otorga ésta tecnología no hay muchos estudios sobre la misma, al no existir muchos estudios de servicios sobre la necesidad real de aplicaciones, intención de compra y falta de conocimiento en este tema, puede dar paso a los fracasos en la evolución de este mercado cuando se toma en cuenta solo para la seguridad patrimonial y/o personal, al ocio, comunicación y confort en lugar de ser considerado como una gestión óptima de la energía consumida en los edificios.

Esta propuesta va más allá de que se utilice la Domótica en casas buscando una vivienda sustentable sino llevarlo a un nivel donde hay un gasto mayor de energía, cooperando así con el cuidado del medio ambiente y ayudando disminuir el impacto ambiental. Cabe mencionar que los análisis realizados se han realizado

como iniciativa para que sirvan de soporte para una posible certificación de la norma internacional ISO 14000 e ISO 14006, en búsqueda de tener una universidad al cuidado del medio ambiente así como en la disminución del gasto por el mal uso de la energía eléctrica.

1. Hipótesis:

El uso de la Domótica disminuirá en un 30% el consumo de energía eléctrica en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Salamanca haciendo eficiente el uso de la misma mediante la implementación de microcontroladores para la automatización del consumo de la energía.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Realizar una propuesta del uso de Domótica en la Universidad Tecnológica de Salamanca para el uso eficiente de la energía eléctrica.

2.2 Objetivos Particulares

- Determinar la potencia instalada en el edificio A de la UTS.
- Medir y cuantificar la iluminación en el edificio A de la UTS.
- Desarrollar un control para el ahorro de energía en luminarias tipo LEDs para ser usado en interiores de edificios.
- Controlar de manera automática las diferentes cargas energéticas que constituyen un edificio usando el control de ahorro de energía desarrollado.

3. Marco Teórico

3.1 Antecedentes

La preocupación mundial en los temas ambientales va en aumento, el calentamiento global y el impacto que se ha causado al medio ambiente son temas prioritarios.

En México una parte importante de las emisiones de GEI son producto de la transformación de hidrocarburos en electricidad alcanzando el 75% del total de electricidad generada en la CFE (CFE, 2006), siendo nuestro país el que más GEI emite para generar electricidad.

En nuestro país la quema de hidrocarburos para la generación de energía eléctrica emana grandes cantidades de GEI (Gases de Efecto Invernadero) por lo que se ha comenzado a fomentar la educación ambiental para el cuidado de los recursos naturales y el buen aprovechamiento de estos. Incluso la CFE en el año 2011 comenzó con un programa para la eliminación de los focos incandescentes de 100 watts, un año después se comenzaron a retirar las bombillas de 60 y 70 watts, calculando que para el año 2013 a se hayan eliminado todos los focos tradicionales de los hogares (<http://revistadelconsumidor.gob.mx/?p=14774>).

Con este tipo de programas México promueve la cultura del ahorro energético eléctrico, ya que frecuentemente los consumidores elijen lámparas ahorradoras o de bajo voltaje como apoyo al cuidado del medio ambiente. El consumo mundial de energía eléctrica mostró durante el periodo 1994- 2004, un crecimiento medio anual del 3.1% al pasar de 11,329 TWh en 1994 a 15,431 TWh en 2004 (http://www.energia.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/prospsectelec2006.pdf), lo cual es preocupante debido al avance tecnológico, desarrollando equipos que son más accesibles económicamente pero que siguen teniendo un alto consumo de electricidad como los frigoríficos, hornos de microondas, lavadoras, lavavajillas, televisores, equipos de alta fidelidad, DVD, videoconsolas, ordenadores personales, impresoras, escáner, etc., por lo que las nuevas tecnologías para su generación deberían de ir a la par conforme al consumo, claramente buscando energías alternas para dicha generación, en la Figura 2.1 se muestra la proyección del consumo nacional de energía eléctrica para el año 2010 – 2025 (TWh) y en la Figura 2.2 se puede apreciar que México es el principal país contaminante de América Latina por arriba de las 100 000 toneladas de CO₂ emanadas a la atmósfera debido a la producción de energía eléctrica.

Concepto	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	tmca (%) 2010-2025*
Ventas más autoabastecimiento (proyección inicial)	215.9	223.4	232.0	241.8	252.4	263.6	275.3	287.6	300.5	313.8	327.6	342.2	357.6	373.8	390.8	408.4	4.4
Ventas para servicio público (proyección inicial)	191.1	196.9	201.6	208.2	218.0	229.2	240.9	253.2	266.0	279.4	293.1	307.7	323.1	339.3	356.3	373.9	4.6
(-) Ahorro electricidad Pronase	0.6	4.8	9.2	11.7	15.7	18.7	20.3	22.2	24.2	26.1	28.1	30.0	32.0	33.9	35.8	37.5	na.
(=) Ventas servicio público (considerando ahorro)	190.5	192.1	192.5	196.5	202.3	210.4	220.6	230.9	241.9	253.2	265.1	277.7	291.1	305.4	320.5	336.4	3.9
(+) Ventas por reducción de pérdidas no técnicas	0.0	1.2	2.5	3.9	5.3	6.8	8.4	10.2	12.1	14.1	16.3	18.6	21.1	23.8	26.7	29.8	na.
(+) Ventas por atención de cargas deprimidas	0.3	2.6	3.4	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	na.
(=) Ventas para servicio público (con acciones)	190.7	196.0	198.4	204.4	211.6	221.2	233.1	245.2	258.0	271.4	285.4	300.3	316.2	333.2	351.3	370.2	4.5
Autoabastecimiento	24.8	26.4	30.4	33.6	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	2.4
Consumo nacional de energía eléctrica	215.5	222.4	228.8	238.0	246.1	255.7	267.5	279.6	292.4	305.8	319.8	334.8	350.7	367.7	385.7	404.7	4.3

* Tasa media de crecimiento anual, referida a 2009. La cifra de ventas para dicho año (182.5 TWh) incluye la energía vendida a costo cero a los empleados de la CFE, así como los usos propios facturados y locales del organismo.

Figura 3.1 Proyección del consumo nacional de energía eléctrica en TWh, 2010 – 2025.
Fuente: Sener y CFE.

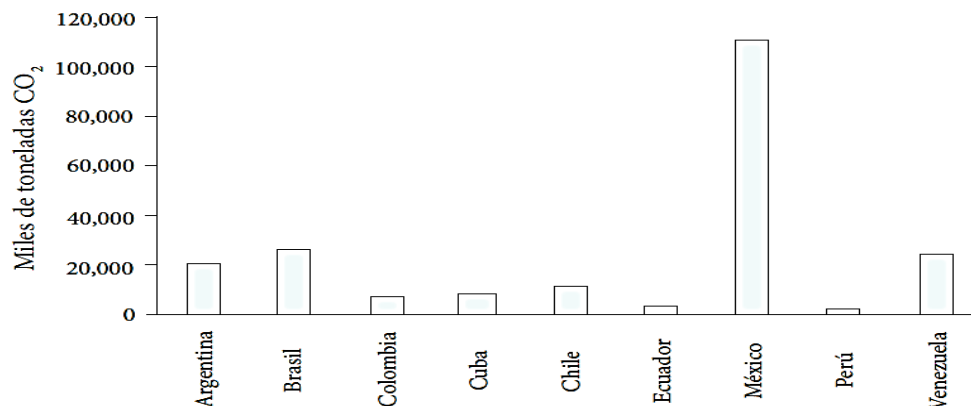


Figura 3.2. Emisiones de Bióxido de Carbono por generación de electricidad en países de América Latina, 2001. (Organización Latinoamericana de energía, 2002).

Cada Kilowatt-hora (KWh) de electricidad que se consume en nuestro país se emite 1 kg de CO₂, este valor corresponde cuando la electricidad se genera a partir en una planta termoeléctrica.

Es muy importante la cultura del cuidado del medio ambiente en la sociedad y mayor o igual es la importancia en las Universidades, la tendencia a certificarse para mejorar la calidad educativa va en aumento en busca de una mejor formación académica y a la par con igual importancia las certificaciones a las que se pudiera tener acceso. Como parte de estas certificaciones se encuentra la ISO 14000 para una buena gestión ambiental dentro de ésta se encuentra el uso y aprovechamiento de la energía eléctrica, buscando ser una Universidad sustentable. Así mismo el ISO 14006 que atiende el diseño de productos amigables al medio ambiente.

3.2 Domótica

La Domótica comienza a finales de los años 70, cuando empiezan a aparecer algunos mecanismos de automatización en búsqueda de la casa ideal, implementando sistemas para la regulación de la temperatura ambiente en edificios y oficinas. A principios de los 90 se incorporan los sistemas de cableado estructurado (SCE) para facilitar todo tipo de terminales y periféricos entre sí, utilizando un cableado estándar y tomas repartidas por todo el edificio, que además de datos, estos sistemas también permitían el transporte de voz y la conexión de algunos dispositivos de control y seguridad; por lo que a aquellos edificios que contaban con un SCE, se les comenzó a llamar edificios inteligentes.

No pasó mucho tiempo cuando todos estos automatismos destinados a edificaciones con oficinas se aplicaron también en el las viviendas particulares u otro tipo de edificios.

La domótica comenzó hace varias décadas, pero desde la creación del internet ha tomado un giro controversial, la integración de redes de comunicación en exteriores e interiores ya sea de forma inalámbrica o alambreada no solamente va dirigida a la vivienda sino también a comercios, edificios, granjas, escuelas, etc. Con esta revolución digital y apoyada en las conexiones con banda ancha se pueden conectar inteligentemente todos los dispositivos de las edificaciones soportando una gran diversidad de servicios interactivos.

A pesar de todos estos avances tecnológicos aún hay edificaciones que no tienen un buen manejo de la energía eléctrica, como es la UTS ya que es muy común ver las luminarias encendidas, lo cual puede ser por olvido o seguridad, cuando se pueden encender estratégicamente solamente algunas por seguridad, de igual manera ha ocurrido que se quedan encendidas algunas luces en salones, pasillos y cubículos de manera innecesaria.

El desperdicio producido en el campo de la energía eléctrica en las universidades ha creado la necesidad de implementar sistemas capaces de controlar todas las variables involucradas en los centros de educación superior, en busca de un mejor manejo de todos los recursos utilizados en el desempeño de las labores cotidianas. Por estas razones nace la necesidad de diseñar edificios inteligentes (Rodríguez, 2001).

La palabra Domótica de origen francés (“domo” vivienda del latín “domus” y “tique” de la integración electrónica e informática de dispositivos en el hogar) en su origen venía a definir todos los sistemas electrónicos y eléctricos susceptibles de ser integrados en una vivienda, incorporándose a finales de los años 60 con otros términos de uso público como casa inteligente la cual buscaba integrar dispositivos a las edificaciones en general, usando la tecnología (Huidobro Moya, 2007). Ésta es utilizada en otros países con todos los beneficios que brinda hace ya algunas décadas, pero México tiene poco tiempo que ha comenzado con esta interesante técnica de automatización.

La Domótica ayuda en mayor parte a la gestión de la energía en función de varios criterios que pueden ofrecer al usuario un sin número de aplicaciones, las cuales se apegan a sus necesidades otorgando un nivel de confort y seguridad, de igual manera estas aplicaciones permiten reducir el consumo de la energía al incrementar la eficiencia total de la instalación. En cualquier caso, el usuario no tiene que preocuparse de aquellos aspectos que se encuentren relacionados con la infraestructura (Soberanes, 2008).

Sin embargo, a pesar de todos los beneficios que otorga ésta tecnología no hay mucha demanda sobre la misma, al no existir muchos estudios de servicios sobre la necesidad real de aplicaciones, intención de compra y falta de conocimiento en este tema ya que las tecnologías de domótica requieren de un considerable esfuerzo de fabricación y distribución masiva y están sujetos a las tendencias de los consumidores (Heriquez, 2011). Lo cual puede dar paso a los fracasos en la evolución de este mercado cuando se toma en cuenta solo para la seguridad patrimonial y/o personal, al ocio, comunicación y confort en lugar de ser considerado como una gestión óptima de la energía consumida en los edificios. La tendencia a un ahorro de energía y al aislamiento del exterior en los edificios inteligentes, ha producido la proliferación de construcciones con el síndrome del edificio enfermo, una mala arquitectura, en donde la mala iluminación tanto natural como artificial, que al ser inapropiada propicia bajo rendimiento y alteraciones en la salud (Soberanes, 2009).

Entre algunos de los beneficios de la Domótica no solamente se encuentra el confort y seguridad, de igual manera se utiliza para el ahorro de energía eléctrica, mediante la automatización de puertas, control de acceso, apertura de persianas, encendido y/o apagado de luces tanto al interior como al exterior de un inmueble, etc., siendo como su primordial objetivo proporcionar el máximo confort al usuario para garantizar que no se interrumpa el trabajo o actividad con cambios o modificaciones (Soberanes, 2008).

La automatización en las infraestructuras permite un funcionamiento optimizado de los equipos e instalaciones eléctricas que repercuten en el usuario a través de la precepción de comodidad con un control total, donde incluye desde el acceso, control de climatización, encendido y apagado de luces, alarmas de humo, alarmas de presencia, comunicaciones, así como el ahorro económico por la racionalización del suministro de electricidad mediante la desconexión de cargas eléctricas en función del consumo eléctrico instantáneo, reduciendo el costo mensual de la factura a pagar.

No solamente se tienen que buscar la generación de energía eléctrica de manera sustentable sino buscar una gestión eficiente de ésta y una manera de hacerlo es la aplicación de estas tecnologías, no obstante las oportunidades y simplicidad de ésta se ve enmascarada de por una fama de falsa complejidad (GEWISS, 2009).

Sin embargo la Domótica dentro de un inmueble tiene argumentos a favor y en contra como se menciona en la Tabla 2.2.1 a continuación:

Tabla 2.2.1. Ventajas y Desventajas de la Domótica

Desventajas	Ventajas
Sistemas con costos altos	Los sistemas deben de ser fáciles de usar y de aprender su manejo
Sistemas complejos que pueden dificultar su adopción temiendo pérdidas de dominio frente a la tecnología	Debe de ser de fácil comprensión para cualquier usuario
Grandes y complicadas programaciones	Tiene la posibilidad de ir ampliando poco a poco las prestaciones del sistema frete a posibilidades económicas, deseos o necesidades
No existe cultura sobre el mantenimiento y reparación de sistemas siendo el costo por este alto	El sistema debe de ser compatible con nuevos y futuros desarrollos para no quedar obsoleto
A falta de cultura existe temor a la intervención en la intimidad de las personas y pérdida del control de la privacidad	Integración de automatismos individuales e incorporación de más de uno
	Brinda mayor confort y seguridad al usuario
	Ahorro energético

Fuente: Domótica y Hogar digital, 2005.

3.2.1 Gestión de la energía

Una principal aplicación de la Domótica es la Gestión de la energía la cual prácticamente racionaliza los distintos consumos energéticos en función de diversos criterios (ocupación del edificio, tarifa eléctrica, número de personas dentro, etc.), dentro de la gestión de la energía se toman en cuenta varios factores como:

Climatización del edificio

La instalación de la climatización en edificaciones (ya sea calefacción, aire acondicionado o ambos sistemas) se divide en varias zonas independientes de la regulación y la programación.

Cada zona definida en la vivienda tiene requisitos de usos y condiciones térmicas distintas, lo cual hace conveniente la gestión por el sistema domótico, la que se puede realizar siguiendo una misma programación para cada una de ellas o bien de forma independiente.

Los criterios seguidos para definir una zonificación de la vivienda pueden ser variados dentro de los cuales se encuentran los siguientes:

1. El uso dado a las dependencias creando lo que se denomina como zona día (es habitual durante el día como: el comedor, aula, etc.) y zona noche (habitualmente limitada a la seguridad).
2. La orientación de la vivienda, considerando los aportes energéticos solares, creando las dos zonas siguientes: la zona nortes (estancias no expuesta a la radiación solar) y la zona sur (con incidencia solar).

El beneficio es el incremento del grado confort al asegurar la temperatura deseada por el usuario en cada una de las zonas disponibles. Asociadamente, esta aplicación permite también reducir el consumo de energía al incrementar la eficiencia global de la instalación. Solo se climatizan aquellas zonas de la edificación que son realmente necesarias.

Programación de la climatización

El usuario puede programar el funcionamiento de la instalación de climatización según sus necesidades o deseos. Suele basarse en la definición de perfiles de temperatura, el cual está caracterizado por la definición de una serie de intervalos de tiempo en los que el sistema de climatización alcanzará una temperatura establecida por el propio usuario, a la que se denomina temperatura de consigna. El número y tipo de niveles de temperatura más comúnmente utilizados son los siguientes:

1. Nivel de temperatura de confort: es el estado habitual de funcionamiento de la climatización, que se da por lo general, cuando los usuarios se encuentran en el edificio.
2. El nivel de temperatura de economía: estado de funcionamiento que se da cuando, el o bien los usuarios sale de la edificación por corto periodo de tiempo, o bien durante aquellos periodos en los cuales no se requiere un nivel de temperatura tan elevado.

3. El nivel de temperatura anti-helada: con el objeto de evitar que el agua contienda en las conducciones de agua de la vivienda, se hiele en invierno y produzca roturas en las mismas, el sistema de calefacción se puede poner en marcha para alcanzar una temperatura mínima establecida por el sistema.

Derogación de niveles de temperatura

El usuario puede alterar en cualquier momento el ritmo de funcionamiento programado de la climatización. El sistema domótico gestiona el funcionamiento de la climatización siguiendo el programa introducido por el usuario en el sistema domótico, es decir acorde con el perfil de temperatura. Este seguimiento propone un número determinado de cambios entre los niveles de confort y economía. Sin embargo el usuario puede modificar en cualquier momento el nivel de temperatura existente, por diversos motivos, forzando un cambio puntual en el perfil de la temperatura. A este cambio se le conoce como derogar el nivel de temperatura existente. Esta aplicación resulta muy útil para el usuario que requiere una modificación en las necesidades de climatización.

3.2.1.1 Programación de equipos

El usuario puede programar la puesta en marcha y paro de diversos equipos eléctricos, creando un perfil parecido al de temperaturas, incrementando las posibilidades de uso de equipos tradicionales, posibilitando algunas ventajas para el usuario.

3.2.1.2 Racionalización de cargas eléctricas

Es la desconexión de cargas eléctricas en función del consumo cuando la demanda de la energía eléctrica es en un momento determinado superior a la potencia contratada, el sistema domótico conecta una o varias líneas o circuitos eléctricos con la finalidad de evitar que se interrumpa el suministro a la vivienda por la actuación de las protecciones; en concreto por la actuación del interruptor de control de potencia.

Esta aplicación es importante cuando existe una electrificación en el edificio por ejemplo cuando se dispone de una calefacción por suelo radiante y techo de apoyo, termoeléctrico para agua caliente sanitaria, etc.

3.2.1.3 Apagado de las luminarias

Es el disponer de mecanismos para apagar toda la iluminación del edificio, donde el circuito de iluminación puede estar controlado a través de un pulsador cercano a la puerta de entrada y salida del edificio. La actuación sobre este pulsador produce un corte del suministro eléctrico a este circuito produciendo el apagado de las distintas luces asociadas a este circuito. Es importante mencionar que este pulsador no actúa sobre las luminarias conectadas a otros circuitos eléctricos de la infraestructura. Brinda comodidad para el usuario para asegurar que la iluminación del inmueble está apagada al salir de ésta y ahorro energético en caso de olvidarse de apagar la iluminación de alguna estancia.

3.2.1.4 Automatización de las luminarias

La forma de encender y apagar algunas luces de la infraestructura puede automatizarse bajo distintas posibilidades de control en función de las necesidades de los usuarios (regular la intensidad de la iluminación de una estancia al mantener oprimido un pulsador, encender o apagar un número determinado de luces, etc.).

Regulación de la iluminación según el nivel de luminosidad ambiente

La iluminación de un área puede ser regulada en función del nivel de luminosidad ambiente enviando su encendido innecesario o adaptándola a las necesidades del usuario. La activación de ésta se realiza siempre y cuando el nivel de luminosidad supera un determinado umbral ajustable por parte del usuario, es decir indicar que el sistema domótico garantiza siempre la posibilidad de encender y apagar la iluminación de forma tradicional, es decir, de forma voluntaria y manual por parte del usuario.

Regulación de la iluminación según el nivel de luminosidad ambiente y presencia de usuarios

La iluminación del área se regula según el nivel de iluminación ambiente y siempre que exista la presencia de alguien, la iluminación puede ser controlada, además en función de la presencia o ausencia de usuarios en el área. La activación de ésta se realiza siempre cuando el nivel de luminosidad supera un determinado umbral ajustable por parte del usuario y siempre con su presencia y proporciona un incremento del confort visual del usuario y ahorro energético en caso de tener encendida la iluminación del área por olvido. Es preciso indicar que el sistema domótico garantiza siempre la posibilidad de encender y apagar la iluminación de forma tradicional es decir manualmente por el usuario.

Encendido y apagado temporizado de luces

El usuario puede temporizar el encendido o apagado de las luces de un área, permitiendo su actuación al cabo de determinado tiempo. Su uso puede ser variado estando sujeto a las necesidades y deseos del usuario (apagado de luces en sanitarios, oficinas, aulas, después de determinado tiempo que no se detecte presencia).

3.2.2 Clasificación de dispositivos

Se definen tres tipos de dispositivos para utilizar en la domótica:

1. Controlador: en la instalación centralizada es la central que gestiona el sistema. En este reside toda la inteligencia del sistema y suele tener los interfaces de usuario necesarios para presentar la información a este (pantalla, teclado, monitor, etc.).
2. Actuador: Es el dispositivo de salida capaz de recibir una orden del controlador y realizar una acción (encendido/apagado, subida/bajada de persianas, apertura/cierre de electroválvula, etc.)
3. Sensor: Es el dispositivo que está permanentemente monitoreando el entorno con objeto de generar un evento que será procesado por el controlador (activación de un interruptor, sensores de temperatura, humedad, humo, escape de agua o gas, etc.)

3.3 Microcontroladores

Para lograr la automatización y aplicar la Domótica se necesitan los microcontroladores. Un microcontrolador (abreviado μ C, UC o MCU) es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales que cumplen una tarea específica. Incluye en su interior las tres unidades funcionales principales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada y salida.

Los microcontroladores son diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la unidad central de procesamiento, la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación.

Un microcontrolador difiere de una unidad central de procesamiento normal, debido a que es más fácil convertirla en una computadora en funcionamiento, con un mínimo de circuitos integrados externos de apoyo. La idea es que el circuito integrado se coloque en el dispositivo, enganchado a la fuente de energía y de información que necesite. Con el uso de los microcontroladores se pueden controlar las variables necesarias para el ahorro de energía eléctrica.

3.4 ISIS PROTEUS

El software de simulación y diseño ISIS PROTEUS es una útil herramienta para diseñar y simular circuitos empleando un entorno gráfico colocando símbolos representativos de los componentes y realizar la simulación de su funcionamiento quitado el riesgo de ocasionar daño a los circuitos, incluyendo instrumentos de medición y gráficas que representan la señal obtenida, incluso de los microcontroladores más populares.

Así mismo permite la ejecución de programas elaborados para el control de procesos en los diversos sistemas facilitando la elaboración de proyectos.

II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La metodología se llevó a cabo en tres etapas; se realizó un análisis de cargas en el edificio A y a la par se realizó un análisis de luminosidad, de igual manera la tercera etapa consiste en realizar la propuesta en base a los resultados obtenidos de los procedimientos realizados con anterioridad los cuales se describen a continuación:

1. Primera etapa: Análisis de cargas del edificio.

Para comenzar el análisis de cargas se verificó cuánta carga instalada tiene el edificio, para calcular estos datos se utilizan las siguientes fórmulas:

Fórmula para conocer la corriente en base a los KVA

$$I = \frac{KW * 1000}{1.732 * E * FP}$$

Dónde:

W= Watts

E= Tensión en Volts

FP= Factor de potencia

Fórmula para calcular los KVA en base a la corriente

$$KVA = \frac{I * E * 1.732}{1000}$$

Dónde:

I=Amperes

E=Tensión en volts

Para calcular la corriente consumida en cada área, por equipo y aparato.

$$I = \frac{KW * 1000}{1.732 * 120V * 0.9}$$

Dónde:

W=Watts

E=Tensión en volts

FP=Factor de potencia

Sustituyendo la ecuación se obtiene:

$$A = \frac{0.084 \text{ W} * 1000}{1.732 * 120\text{V} * 0.9} = 0.449 \text{ amp}$$

La potencia promedio de las lámparas es de 84 W con una carga de 6 por aula en donde la potencia varía dependiendo del tipo de lámpara instalada siendo en este caso de 14 Watts, lo cual se multiplica por el número de luminarias que se encuentren en el área.

La tensión obtenida en el lado de baja tensión del transformador es de 120 V ya que cada una de las luminarias trabaja a 127 Volts y el factor de potencia que permite la CFE 0.9 o del 90%.

Para realizar este estudio fue necesario contar y ubicar las luminarias dentro del edificio, de igual manera se verificó las características de las mismas (Corriente consumida amperes).

En las oficinas, pasillos y aulas las luminarias son de las mismas características, por lo que se multiplica la carga del área por el número de oficinas, de igual manera se suman las lámparas de pasillos y áreas especiales como los son el centro de cómputo, oficinas de dirección de carrera y oficina de Rectoría. Para poder conocer las cargas se evaluó el voltaje y la corriente que consume cada uno de los equipos y/o aparatos electrónicos. Los datos recaudados se muestran en el apartado de resultados de este proyecto.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la potencia consumida de los equipos más representativos empleados en el edificio A de UTS.

Tabla 3. Potencia por equipos en edificio A de UTS

Aparato y/o equipo electrónico	Potencia	Cantidad	Potencia
Luminarias 1	7.3 W	16	116.8
Luminarias 2	14 W	194	2716
Computadoras	360 W	78	28080
Impresoras	360 W	22	7920
Total			38827.8

Potencia total= 38827.8

$$I = \frac{38827.8}{127} = 305.73 \text{ A}$$

Cabe mencionar que otro dato representativo para la realización de este proyecto es el consumo de energía eléctrica en base al tiempo de exposición datos que se emplean para la elaboración de la propuesta del plan de ahorro de energía con equipo domótico.

Para expresar los datos en KWh se multiplica la potencia de cada equipo por el tiempo de uso expresado en horas, para conocer este dato se preguntó a los usuarios durante un mes el tiempo promedio por día de empleo de los equipos.

La Tabla 4 muestra los resultados más altos de consumo de energía eléctrica, por lo que en base a estos se realizará la propuesta de las variables a controlar con equipo demótico.

Tabla 4. Consumo por día en el edificio A de UTS

Área	Equipos y aparatos	Total consumo de potencia por área (W)	Tiempo de exposición (h)	KWh
Laboratorio	52 computadoras 360w	18720	8	149.76
Baños	16 Lámparas de 7.3 W	116.8	3	0.350
Pasillo entrada	6 Lámparas de 14 W	84	18	1.512
Pasillos	32 Lámparas de 14 W	448	12	5.376

2 Segunda etapa: Análisis de iluminación.

Para realizar la segunda etapa del proyecto se realizaron las mediciones con el Luxómetro en edificio A de la UTS en tres horarios diferentes de acuerdo con la NOM-025-STPS-2008 tomando en cuenta que el horario de trabajo es diurno de 8 am a 5 pm.

Los horarios en que se han tomado las mediciones fueron los siguientes; para la primera medición de las 7:30 am a 9:30 am que es cuando inician las labores dentro de la institución, la segunda medición se llevó a cabo de las 12:00 a 14:00 horas y la última medición tomó en un horario de 16:00 a 18:00 horas, con la finalidad del cumplimiento de la norma. Las mediciones realizadas se llevaron a cabo cuando por lo menos las luminarias llevaban 20 minutos encendida. Para las mediciones realizadas en pasillos y escaleras se tomó la lectura a una altura de 75 cm +/- 10 cm.

Para llevar a cabo esta segunda etapa se tomaron en cuenta los siguientes puntos:

- Distribución de las áreas de trabajo, del sistema de iluminación (número y distribución de luminarias).
- Potencia de las lámparas.
- Descripción del área iluminada: colores y tipo de superficies del local o edificio.
- Descripción de las tareas visuales y de las áreas de trabajo.
- Descripción de los puestos de trabajo que requieren iluminación localizada. La información sobre la percepción de las condiciones de iluminación por parte del trabajador al patrón.

A continuación se desglosan los puntos vistos anteriormente

Distribución de las áreas de trabajo, del sistema de iluminación (número y distribución de luminarias).

Se realizó un recorrido por las instalaciones del centro de trabajo, ubicando las áreas donde existe una iluminación deficiente o bien deslumbramiento y de igual manera las áreas que se encuentran iluminadas con algún tipo de lámpara.

Una vez reconocidos los espacios se establecieron los puntos de medición basados en donde se emplea más iluminación, en los cubículos se tomó la lectura con el luxómetro sobre el escritorio, en las aulas se tomaron dos referencias; el de un pupitre al centro del aula y del escritorio de los profesores, en el pasillo se tomó la referencia al centro del mismo. Se tomaron las lecturas en las áreas de

cubículos, oficinas administrativas, aulas, salas de cómputo, baños, pasillos y auditorio de la Universidad.

2.1 Potencia de las lámparas

Se verificaron las características de las luminarias de la Universidad Tecnológica de Salamanca dando como resultado que la mayoría de las lámparas son 14 Watts a excepción de las que se encuentran instaladas en los sanitarios.

Descripción del área iluminada: colores y tipo de superficies del local o edificio.

Las paredes de las aulas, centro de cómputo, oficinas administrativas y cubículos tienen el acabado de pasta de color marfil, el techo es de plafón texturizado blanco.

El acabado de los baños es de azulejo color gris claro y techo de plafón blanco texturizado.

Una de las paredes con las que están construidas las aulas (mismas que dan al pasillo) son de ladrillo aparente, dos paredes están recubiertas de texturizado color marfil y por último la última pared es mitad tabique y mitad ventanal. En el exterior de la UTS no se cuentan aún con luminarias, es por eso que solo se toma de referencia la luminosidad interna.

Las paredes de los pasillos son de ladrillo aparente, el piso es mosaico claro y en el área común (escaleras) cuenta con un domo el cual ilumina las mismas permitiendo la entrada de luz natural.

2.2 Descripción de las tareas visuales y de las áreas de trabajo.

Las tareas visuales realizadas dentro de edificio son exclusivamente administrativas y de docencia, las cuales se clasifican en la Tabla 5 de acuerdo con los niveles mínimos de iluminación necesaria para desarrollar las actividades cotidianas y necesarias dentro del horario de trabajo.

3 Tercera Etapa: Propuesta de Domótica.

Para la realización de esta tercera etapa se toma en cuenta los resultados realizados en los procesos anteriores y en base a ellos se hará la propuesta verificando los lugares en que más se consume energía eléctrica y en qué áreas hay deficiencia de luminosidad o existe exceso de ésta.

III. RESULTADOS:

3.1 Resultados de la primera etapa.

En la *primera etapa* del proyecto, donde se realiza el análisis de las cargas, se muestra en las Tablas 6, 7, 8 y 9 en forma la carga instaladas por cada una de las áreas así como el consumo total expresado en KWh; dichos datos permitirán la elaboración de la propuesta de los parámetros a controlar con la finalidad de ahorrar energía.

Tabla 6. Análisis de carga instalada y consumo por área del edificio A planta baja parte I

Área	Carga Instalada y (lámparas equipo.) Edificio A	Equipos y aparatos Cantidad	Numero contactos	Total consumo de potencia por área	Tiempo de exposición (h)	KWh
A-101	0.424311857	6 Lámparas de 14 W	4 contactos dobles 10 A	84	2	0.168
A-102	0.424311857	6 Lámparas de 14 W	3 contactos dobles 10 A	84	2	0.168
A-103	0.424311857	6 Lámparas de 14 W	3 contactos dobles 10 A	84	2	0.168
A-104	0.424311857	6 Lámparas de 14 W	3 contactos dobles 10 A	84	2	0.168
A-105	0.424311857	6 Lámparas de 14 W	3 contactos dobles 10 A	84	2	0.168
A-106	0.424311857	6 Lámparas de 14 W	3 contactos dobles 10 A	84	2	0.168
A-107	0.424311857	6 Lámparas de 14 W	3 contactos dobles 10 A	84	2	0.168
Auditorio	0.848623714	12 Lámparas de 14 W	2 contactos dobles 10 A	168	3.5	0.588
Centro de cómputo.	48.34124372	15 Lámparas de 14 W	15 contactos dobles 10 A	210	1.5	0.315
		26 computadoras 360w		9360	8	74.88

Continuación... Tabla 6. Análisis de carga instalada y consumo por área del edificio A

Área	Carga Instalada y (lámparas equipo.) Edificio A	Equipos y aparatos Cantidad	Numero contactos	Total consumo de potencia por área	Tiempo de exposición (h)	KWh
Baños	0.516246093	14 Lámparas de 7.3 W	0 contactos	102.2	3	0.3066
Pasillo entrada	0.424311857	6 Lámparas de 14 W	3 contactos dobles 10 A	84	18	1.512
Pasillos	3.707677418	16 Lámparas de 14 W	6 contactos dobles 10 A	224	12	2.688
PTC	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	14	8	0.112
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	0.5	0.18
Enfermería	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	14	8	0.112
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	0.5	0.18
PTC	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	14	1	0.014
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	0.5	0.18
PTC	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	14	0.5	0.007
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	0.5	0.18

Tabla 7. Análisis de carga instalada y consumo por área del edificio A planta baja parte II

Área	Carga Instalada (lámparas y equipo.) Edificio A	Equipos y aparatos Cantidad	Numero contactos	Total consumo de potencia por área	Tiempo de exposición (h)	KW h
Psicología	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	14	0.5	0.007
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora, 1 desodorante		360	0.5	0.18
PTC	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	14	0.5	0.007
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora, 1 desodorante		360	0.5	0.18
PTC	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	14	2	0.028
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora, 1 desodorante		360	0.5	0.18
PTC	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	14	0	0
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	2	0.72

Continuación...Tabla 7. Análisis de carga instalada y consumo por área del edificio A planta baja parte II

Área	Carga Instalada (lámparas y equipo.) Edificio A	Equipos y aparatos Cantidad	Numero contactos	Total consumo de potencia por área	Tiempo de exposición (h)	KW h
Servicios escolares	5.526156805	1 Lámpara	2 contactos dobles 10 A	14	0.5	0.007
		2 Computadora de escritorio		720	8	5.76
		1 impresora		360	3	1.08
PTC	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	14	8	0.112
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora,		360	1	0.36
PTC	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	14	8	0.112
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	0.5	0.18
Carga total en amperes	99.41121678				TOTAL DE CONSUMO KWH	120.1436
KVA	21.75326187					

Tabla 8. Análisis de carga instalada y consumo por área del edificio A planta alta parte I

Planta alta edificio A						
Área	Carga Instalada (lámparas y equipo.) Edificio A	Cantidad de equipos y aparatos	Numero de contactos	Total consumo de potencia por área	Tiempo de exposición (h)	KWh
Pasillo entrada	0.424311857	6 Lámparas de 14 W	3 contactos dobles 10 A	84	18	1.512
Pasillos	1.131498286	16 Lámparas de 14 W	6 contactos dobles 10 A	224	12	2.688
Salón 15	0.005051332	1 lampara de 14 w	2 contactos dobles 10A	14	0.5	0.007
Centro de Computo	47.35623405	15 Lámparas de 14 W	15 contactos dobles 10 A	210	4	0.84
		26 computadoras 360W		9360	8	74.88
A-201	0.424311857	6 Lámparas de 14 W	3 contactos dobles 10 A	84	2	0.168
A-202	0.424311857	6 Lámparas de 14 W	3 contactos dobles 10 A	84	2	0.168
A-203	0.424311857	6 Lámparas de 14 W	3 contactos dobles 10 A	84	2	0.168
A-204	0.424311857	6 Lámparas de 14 W	3 contactos dobles 10 A	84	2	0.168
A-205	0.424311857	6 Lámparas de 14 W	3 contactos dobles 10 A	84	2	0.168
A-206	0.424311857	6 Lámparas de 14 W	3 contactos dobles 10 A	84	1	0.084
A-207	0.070718643	6 Lámparas de 14 W	3 contactos dobles 10 A	84	1	0.084

Continuación... Tabla 8. Análisis de carga instalada y consumo por área del edificio A planta alta parte I

Planta alta edificio A						
Área	Carga Instalada (lámparas y equipo.) Edificio A	Cantidad de equipos y aparatos	Numero de contactos	Total consumo de potencia por área	Tiempo de exposición (h)	KWh
A-208	0.424311857	6 Lámparas de 14 W	3 contactos dobles 10 A	84	1	0.084
A-209	0.424311857	6 Lámparas de 14 W	3 contactos dobles 10 A	84	1	0.084
Baños	0.073749442	2 Lámparas de 7.3W	0 contactos	14.6	4	0.0584
Rectoría	3.919833346	4 Lámparas de 14 W,	3 contactos dobles 10 A	56	2	0.112
		computadora 360W		360	8	2.88
Secretaria rector	3.919833346	4 Lámparas de 14 W	2 contactos dobles 10 A	56	2	0.112
		computadora 360W		360	8	2.88
Área de secretarías	3.707677418	4 Lámparas de 14 W,	4 contactos dobles 10 A	70	3	0.21
		computadora 360W		360	8	2.88
PTC	3.707677418	1 Lámpara 14 w	1 contacto doble 10 A	14	1	0.014
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	0.5	0.18

Tabla 9. Análisis de carga instalada y consumo por área del edificio A planta alta parte II

Planta alta edificio A						
Área	Carga Instalada (lámparas y equipo.)	Cantidad de equipos y aparatos	Numero de contactos	Total consumo de potencia por área	Tiempo de exposición (h)	KWh
PTC	3.707677418	1 Lámpara 14 w	1 contacto doble 10 A	14	1	0.014
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	8	2.88
OFICINA SECRETARIO	3.707677418	1 Computadora de escritorio	1 contacto doble 10 A	360	8	2.88
Oficina	3.707677418	1 Lámpara 14 w	1 contacto doble 10 A	14	1	0.014
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	2	0.72
Oficina	3.707677418	1 Lámpara 14 w	1 contacto doble 10 A	14	1	0.014
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	1	0.36
DIRECCIÓN DE CARRERA ERC Y QAM	3.707677418	1 Lámpara 14 w	1 contacto doble 10 A	14	2	0.028
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	8	2.88
DIRECCIÓN DE CARRERA PIAA Y MECATRONIC	3.707677418	1 Lámpara 14 w	1 contacto doble 10 A	14	3	0.042
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	1	0.36

Continuación... Tabla 9. Análisis de carga instalada y consumo por área del edificio A planta alta parte II

Planta alta edificio A						
Área	Carga Instalada (lámparas y equipo.)	Cantidad de equipos y aparatos	Numero de contactos	Total consumo de potencia por área	Tiempo de exposición (h)	KWh
YOLANDA	3.707677418	1 Lámpara 14 w	1 contacto doble 10 A	14	2	0.028
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	2	0.72
SECRETARIA DE YOLANDA	3.707677418	1 Lámpara 14 w	1 contacto doble 10 A	14	8	0.112
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	2	0.72
PTC ELGA	3.707677418	1 Lámpara 14 w	1 contacto doble 10 A	14	8	0.112
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	8	2.88
PTC ADMI	3.707677418	1 Lámpara 14 w	1 contacto doble 10 A	14	8	0.112
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	1	0.36
CARGA TOTAL EN AMPERES	104.7878542			TOTAL CONSUMO EN KWH		134.4654
KVA	22.92978304					

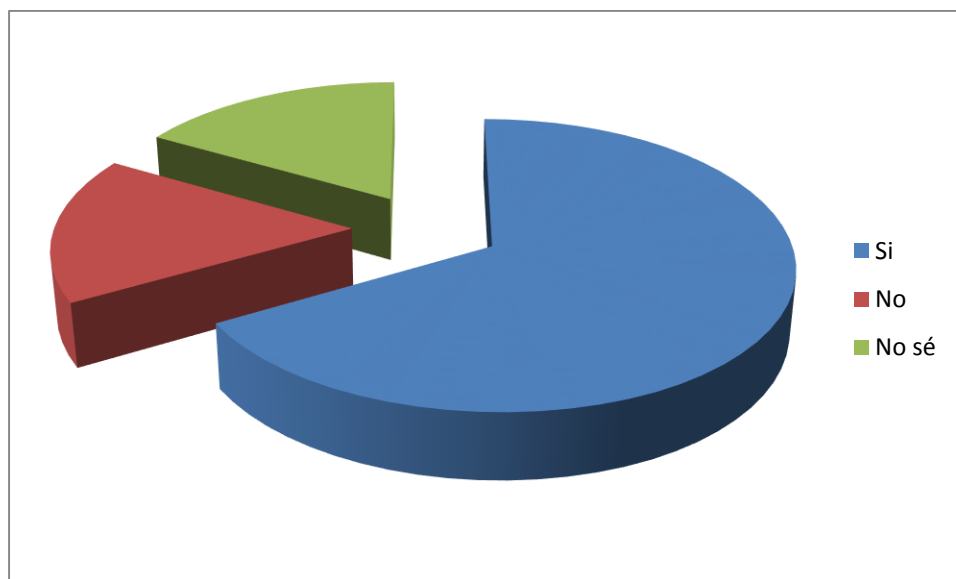
3.2 Resultados de la segunda etapa

En la *segunda etapa* del proyecto se realizó un análisis de iluminación donde se obtuvieron los siguientes resultados de la encuesta aplicada sobre la percepción de los trabajadores dentro de la institución relacionada con la luminosidad en el área de trabajo.

¿Cree que la iluminación que tiene en su lugar de trabajo es la adecuada para realizar sus labores cotidianas?

De donde el 66.66% dio respuesta a “Si”, el 16.66% contestó que “No” y el restante “No sé” como se muestra en la siguiente gráfica.

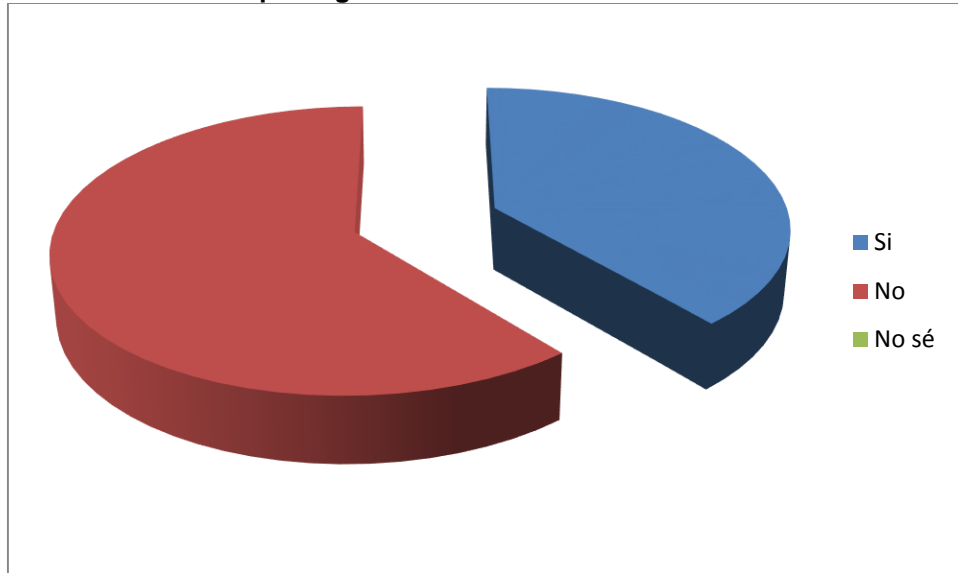
Gráfica 1. Percepción de los trabajadores de la iluminación adecuada en centro de trabajo (UTS).



¿Le gustaría tener más iluminación en su área de trabajo?

A lo que el personal de trabajo dio una respuesta de “Si” el 38.88% y un 61.11% de “No”, lo cual se representa en la gráfica 2.

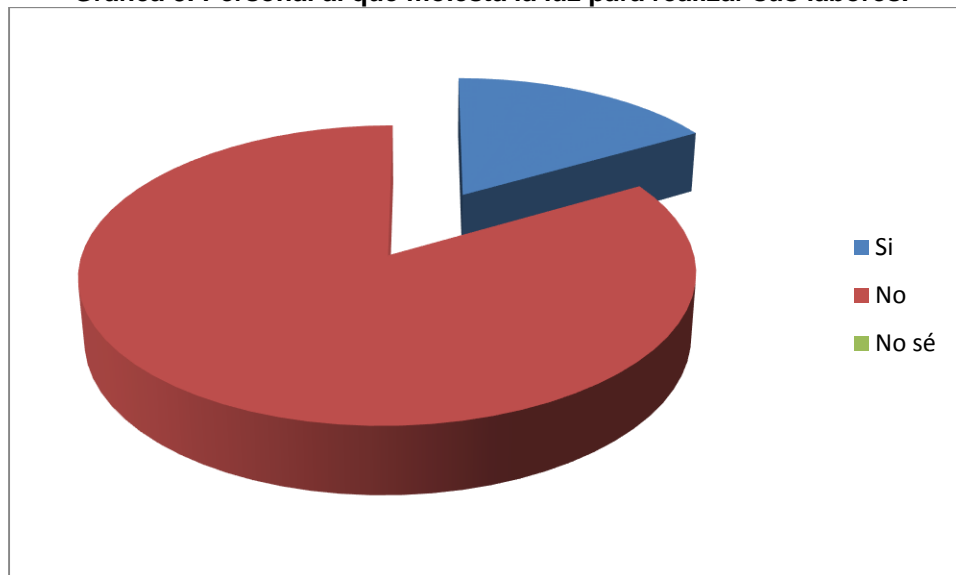
Grafica 2. Personal al que le gustaría tener más iluminación en el área de trabajo.



¿En algún momento del día la luz le llega a molestar al realizar sus labores?

De la cual las personas entrevistadas el 16.66% dio la respuesta “Si” y el 83.33% comentó que “No”, representada en la gráfica 3.

Grafica 3. Personal al que molesta la luz para realizar sus labores.



Basado en la clasificación de actividades de la NOM-025-STPS-2008 la cual indica las condiciones de iluminación en los centros de trabajo, los resultados de las mediciones con el Luxómetro se muestran en el siguiente cuadro, en donde sobresalen las áreas que no cumplen con dicha norma (se encuentran resaltadas en color amarillo), en todas las siguientes cuatro tablas que se muestran a continuación se detalla los resultados obtenidos por horario, lugar, número de personas que se encontraron en ese momento, el número de luminarias y la descripción de las mismas, el lugar del cual se tomó la lectura (ejemplo: mesabanco, escritorio, etc.), altura del suelo, la posición dentro del lugar de donde se obtuvo la lectura con el luxómetro, las mediciones en los tres diferentes horarios, reflexión de la pared y los promedios de Lux / FC.

Cabe mencionar que en el factor de ventilación no se tomó en cuenta debido a que ninguna área cuenta con aire acondicionado, toda la ventilación es natural por medio de ventanas.

En la Tabla 10 se muestra que el Centro de Cómputo y Biblioteca de la planta alta del edificio A no cumplen con la norma debido a que tiene una luminosidad de 500 Lux y de los cuales el promedio de lux en el transcurso del turno diurno es de 383.33 y 430.66 respectivamente.

En la Tabla 11 se muestra la segunda parte de los resultados de la planta alta en donde los baños no cumplen los requisitos de la norma, debido a que se tomó la medición de 215.66 Lux , debiendo de cumplir con una iluminación de 300 Lux, debido a que se realizan actividades de distinción moderada de detalles.

En la Tabla 12 se muestran los primeros resultados de las mediciones realizadas en la plata baja, en donde se puede percatar que el Cubículo 7 solamente cuenta con un promedio de 275 Lux, los cuales no cumple con la normatividad debido a que para las oficinas y áreas administrativas deben de tener una iluminación de por lo menos 300 Lux.

En la Tabla 13 se observa que las Aulas 101 y 104 no cumplen con la norma debido a que no alcanzan como mínimo los 300 Lux de iluminación, en el Auditorio de la UTS se obtuvo un resultado de 234.66 Lux y la Sala de Computo obtuvo un promedio de 372 Lux por lo que se requiere como mínimo 500.

Tabla 10. Mediciones de luminosidad en planta alta de UTS parte I.

TABLA 1														
PLANTA ALTA						7:30AM-9:30AM		12:00PM-2:00PM		4:00PM-6:00PM		LUX / FC	Prom LUX	Prom FC
AULA	NO. PERSONAS	NO. LUMINARIAS /DESCRIPCIÓN	LUGAR	ALTURA-SUELO	POSICIÓN	LUX	FC	LUX	FC	LUX	FC	REFLEXION PARED	Prom LUX	Prom FC
A-208	26	6/3X14W ATTS	ESCRITORIO	75cm	1 M-VENTANA	85	8	595	63	428	40	70/7	369.333	37
			MESABANCO	80cm	CENTRO-SALON	150	14	419	40	450	35		339.666	29.666
A-207	23	6/3X14W ATTS	ESCRITORIO	75cm	1 M-VENTANA	180	17	643	57	390	44	70/8	404.333	39.333
			MESABANCO	80cm	CENTRO-SALON	220	21	515	47	516	44		417	37.333
A-206	30	6/3X14W ATTS	ESCRITORIO	75cm	1 M-VENTANA	180	17	630	55	570	54	70/9	460	42
			MESABANCO	80cm	CENTRO-SALON	151	13	435	45	470	55		352	37.666
A-205	27	6/3X14W ATTS	ESCRITORIO	75cm	1 M-VENTANA	180	17	750	86	670	63	70/10	533.333	55.333
			MESABANCO	80cm	CENTRO-SALON	213	21	460	50	390	38		354.333	36.333
CENTRO-COMPUTO	27	12/3X14 WATTS	ESCRITORIO	75cm	1 M-VENTANA	210	21	1622	80	666	64	115/12	832.666	55
			MESABANCO	80cm	CENTRO-SALON	150	17	550	53	450	42		383.333	37.333

Continuación...Tabla 10. Mediciones de luminosidad en planta alta de UTS parte

TABLA 1														
PLANTA ALTA						7:30AM-9:30AM		12:00PM-2:00PM		4:00PM-6:00PM		LUX / FC	Prom LUX	Prom FC
AULA	NO. PERSONAS	NO. LUMINARIAS /DESCRIPCIÓN	LUGAR	ALTURA-SUELO	POSICIÓN	LUX	FC	LUX	FC	LUX	FC	REFLEXION PARED	Prom LUX	Prom FC
BIBLIOTECA	36	16/3X14 WATTS	ESCRITORIO	75cm	1 M-VENTANA	182	20	540	52	570	54	192/18	430.666 6667	42
			MESABANCO	80cm	CENTRO-SALON	164	16	1070	82	790	74		674.666 6667	57.333 3333
PAPELERIA	2	2/3X14W ATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	216	20	435	42	460	50	70/7	370.333 3333	37.333 3333
ITA-7° A	14	6/3X14W ATTS	ESCRITORIO	80cm	3M-VENTANA	140	13	670	53	400	35	180/16	403.333 3333	33.666 6667
			MESABANCO	75cm	CENTRO-SALON	110	11	675	65	536	50		440.333 3333	42
A-204	20	6/3X14W ATTS	ESCRITORIO	80cm	1M-VENTANA	290	27	1660	163	970	91	68/6	973.333 3333	93.666 6667
			MESABANCO	75cm	CENTRO-SALON	240	23	1040	77	420	34		566.666 6667	44.666 6667
A-203	18	6/3X14W ATTS	ESCRITORIO	80cm	1M-VENTANA	500	42	850	83	1060	100	69/8	803.333 3333	75
			MESABANCO	75cm	CENTRO-SALON	280	30	770	74	670	65		573.333 3333	56.333 3333
A-202	27	6/3X14W ATTS	ESCRITORIO	80cm	1M-VENTANA	390	37	2155	201	1050	90	72/7	1198.33 3333	109.33 3333
			MESABANCO	75cm	CENTRO-SALON	333	28	942	88	740	72		671.666 6667	62.666 6667

Continuación... Tabla 10. Mediciones de luminosidad en planta alta de UTS parte

TABLA 1														
PLANTA ALTA						7:30AM-9:30AM		12:00PM-2:00PM		4:00PM-6:00PM		LUX / FC	Prom LUX	Prom FC
AULA	NO. PERSONAS	NO. LUMINARIAS /DESCRIPCIÓN	LUGAR	ALTURA-SUELO	POSICIÓN	LUX	FC	LUX	FC	LUX	FC	REFLEXION PARED	Prom LUX	Prom FC
A-201	37	9/3X14W ATTS	ESCRITORIO	80cm	1M-VENTANA	330	30	2200	168	1100	104	70/7	1210	100.66
			MESABANCO	75cm	CENTRO-SALON	227	26	680	68	560	70		489	54.666
PASILLO		18/3X14 WATTS	FINAL	75cm	CENTRO	310	30	260	34	320	33	40/4	296.666	32.333
			CENTRO	75cm		320	13	420	40	150	14		296.666	22.333
			ESCALERA-PASILLO	75cm		300	22	470	50	332	28		367.333	33.333
ESCALERA		4/1x30W ATTS	DESCANSO	75cm	CENTRO	500	31	3850	400	1400	13		1916.66	148
ITEA-9"A"	17	6/3X14W ATTS	ESCRITORIO	75cm	1M-VENTANA	390	29	530	44	400	37	75/8	440	36.666
			MESABANCO	80cm	CENTRO-SALON	375	25	509	51	307	25		397	33.666
DESPACHO DE RECTORIA	7	4/3X14W ATTS	CENTRO	90cm	CENTRO	420	45	506	47	549	51	130/12	491.666	47.666
SALA DE JUNTAS	12	2/3X14W ATTS	MESA	90cm	CENTRO	450	35	790	75	617	67	125/11	619	59

Tabla 11. Mediciones de luminosidad en planta alta de UTS parte II.

PLANTA ALTA														
						7:30AM-9:30AM		12:00PM-2:00PM		4:00PM-6:00PM		LUX / FC	Prom LUX	Prom FC
AULA	NO. PERSONAS	NO. LUMINARIAS /DESCRIPCIÓN	LUGAR	ALTURA-SUELO	POSICIÓN	LUX	FC	LUX	FC	LUX	FC	REFLEXION PARED	Prom LUX	Prom FC
RECTORIA	20	8/3X14W ATTS	ESCRITORIO	75cm	2M-VENTANA	582	57	508	51	425	41	120/12	505	49.6666667
			CENTRO	90cm	CENTRO-SALON	506	49	400	41	342	32		416	40.6666667
OFICINAS	4	2/3X14W ATTS	CENTRO	90cm	CENTRO	350	28	614	51	480	44	110/10	481.3333333	41
			ESCRITORIO 1	75cm	2M-PARED	360	30	405	31	397	37		387.3333333	32.6666667
			ESCRITORIO 2	75cm	2M-CUBICULO	370	25	408	38	387	38		388.3333333	33.6666667
CUBICULO 1	1	1/3X14W ATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	320	20	320	29	390	37	320/35	343.3333333	28.6666667
CUBICULO 2 PTC ADM.	1	1/3X14W ATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	310	30	355	33	340	32	340/34	335	31.6666667
CUBICULO 3 PTC ADM.	1	1/3X14W ATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	315	31	480	44	400	38	330/32	398.3333333	37.6666667
CUBICULO VINCULACION	4	1/3X14W ATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	506	40	1520	145	604	58	335/33	876.6666667	81
CUBICULO PLANEACION	5	1/3X14W ATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	600	50	1560	145	747	72	320/32	969	89

Continuación...Tabla 11. Mediciones de luminosidad en planta alta de UTS parte

PLANTA ALTA														
						7:30AM-9:30AM		12:00PM-2:00PM		4:00PM-6:00PM		LUX / FC	Prom LUX	Prom FC
AULA	NO. PERSONAS	NO. LUMINARIAS /DESCRIPCIÓN	LUGAR	ALTURA-SUELO	POSICIÓN	LUX	FC	LUX	FC	LUX	FC	REFLEXION PARED	Prom LUX	Prom FC
CUBICULO 6 DIRECCION DE CARRERA	1	1/3X14W ATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	400	30	1745	164	1352	126	150/14	1165.666667	106.666667
CUBICULO 7 DIRECCION DE CARRERA PIA.	1	1/3X14W ATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	350	35	1170	95	457	42	160/15	659	57.3333333
CUBICULO 8 DIRECCION DE CARRERA ADM.	1	1/3X14W ATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	400	36	1090	103	647	56	153/15	712.3333333	65
CUBICULO 9 PTC ERC.	1	1/3X14W ATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	275	28	375	36	348	35	163/16	332.6666667	33
CUBICULO 10 PTC ADM.	1	1/3X14W ATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	280	26	340	32	310	30	176/16	310	29.3333333
PASILLO		6/3X14W ATTS	FINAL	75cm	CENTRO	500	40	560	53	536	54	60/5	532	49
			CENTRO	75cm		480	36	670	70	556	53		568.6666667	53
			INICIO	75cm		360	35	480	40	380	34		406.6666667	36.3333333
BAÑO	1	2/1X7.3 WATTS	CENTRO	90cm	CENTRO	320	30	210	18	117	10	90/8	215.6666667	19.3333333

Tabla 13. Mediciones de luminosidad en planta baja de UTS parte I.

PLANTA BAJA														
						7:30AM-9:30AM		12:00PM-2:00PM		4:00PM-6:00PM		LUX/FC	Prom LUX	Prom FC
AULA	NO. PERSONAS	NO. LUMINARIAS /DESCRIPCIÓN	LUGAR	ALTURA-SUELO	POSICIÓN	LUX	FC	LUX	FC	LUX	FC	REFLEXION PARED	Prom LUX	Prom FC
CUBICULO 1 PTC MECATRONICA	1	1/3X14WATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	360	30	960	90	404	38	172/15	574.66 66667	52.666 6667
CUBICULO 2 PTC PIA	1	1/3X14WATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	320	28	680	70	369	35	170/15	456.33 33333	44.333 3333
CUBICULO 3 SERVICIO Y APOYO EST.	1	1/3X14WATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	300	25	1730	160	585	54	160/14	871.66 66667	79.666 6667
CUBICULO 4 PTC PIA.	1	1/3X14WATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	330	35	1160	140	484	46	172/15	658	73.666 6667
CUBICULO 5 PTC MECATRONICA	1	1/3X14WATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	370	32	1290	130	574	46	180/13	744.66 66667	69.333 3333
CUBICULO 6	1	1/3X14WATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	350	35	982	90	535	52	93/9	622.33 33333	59
CUBICULO 7	1	1/3X14WATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	240	24	267	24	255	26	100/10	254	24.666 6667
SERVICIOS ESCOLARES	1	1/3X14WATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	320	32	230	22	402	42	96/9	317.33 33333	32

Tabla 13. Mediciones de luminosidad en planta baja de UTS parte I.

PLANTA BAJA														
						7:30AM-9:30AM		12:00PM-2:00PM		4:00PM-6:00PM		LUX/FC	Prom LUX	Prom FC
AULA	NO. PERSONAS	NO. LUMINARIAS /DESCRIPCIÓN	LUGAR	ALTURA-SUELO	POSICIÓN	LUX	FC	LUX	FC	LUX	FC	REFLEXION PARED	Prom LUX	Prom FC
ENFERMERIA	1	1/3X14WATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	318	28	412	38	410	38	110/9	380	34.6666667
CUBICULO 8 PTC MECATRONICA	1	1/3X14WATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	320	30	340	32	430	41	95/9	363.3333333	34.3333333
CUBICULO 9	1	1/3X14WATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	375	27	366	35	430	40	115/11	390.3333333	34
PASILLO		6/3X14WATTS	FINAL	90cm	CENTRO	385	36	765	65	556	52	45/5	568.6666667	51
			CENTRO	90cm		390	35	570	53	470	55		476.6666667	47.6666667
			INICIO	90cm		400	30	619	56	458	42		492.3333333	42.6666667
ADM. 3-A	23	4/3X14WATTS	ESCRITORIO	75cm	1M-VENTANA	317	26	290	27	312	29	60/6	306.3333333	27.3333333
			MESABANCO	80cm	CENTRO	390	38	518	50	524	53		477.3333333	47
RECURSOS MAT.	3	2/3X14WATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	360	32	700	66	407	38	75/6	489	45.3333333
RECURSOS HUMANOS	2	2/3X14WATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	320	28	333	30	233	22	70/7	295.3333333	26.6666667
CAJA	2	2/3X14WATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	300	29	270	26	223	21	58/5	264.3333333	25.3333333
BAÑO-HOMBRES	1	2/1X7.3WATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	180	16	210	20	182	16	45/5	190.6666667	17.3333333
BAÑO-MUJERES	1	2/1X7.3WATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	185	17	200	20	186	19	90/8	190.3333333	18.6666667

Tabla 14. Mediciones de luminosidad en planta baja de UTS parte II.

PLANTA BAJA						7:30AM-9:30AM		12:00PM-2:00PM		4:00PM-6:00PM		LUX/FC	Prom LUX	Prom FC
AULA	NO. PERSONAS	NO. LUMINARIAS /DESCRIPCIÓN	LUGAR	ALTURA-SUELO	POSICIÓN	LUX	FC	LUX	FC	LUX	FC	REFLEXION PARED	Prom LUX	Prom FC
PASILLO		19/3X14WATTS	INICIO	75cm	CENTRO	321	32	300	21	374	34	38/3	331.666 6667	29
			CENTRO	75cm		310	30	510	48	212	22		344	33.333 3333
			FINAL	75cm		325	32	290	28	350	35		321.666 6667	31.666 6667
BAÑOS-HOMBRES	19	7/1X7.3WATTS	CENTRO	90cm	CENTRO							85/8	0	0
BAÑOS-MUJERES	19	7/1X7.3WATTS	CENTRO	90cm	CENTRO							87/3	0	0
AUDITORIO	40	12/3X7.3WATTS	CENTRO	90cm	CENTRO	161	15	300	28	243	23	25-feb	234.666 6667	22
A-101	24	6/3X14WATTS	ESCRITORIO	75cm	1M-VENTANA	146	14	430	40	265	25	115/12	280.333 3333	26.333 3333
			MESABANCO	80cm	CENTRO	200	19	350	34	310	30		286.666 6667	27.666 6667
A-102	27	6/3X14WATTS	ESCRITORIO	75cm	1M-VENTANA	260	25	450	52	394	37	110/11	368	38
			MESABANCO	80cm	CENTRO	194	18	515	48	390	27		366.333 3333	31
A-103	24	6/3X14WATTS	ESCRITORIO	75cm	1M-VENTANA	246	22	364	35	410	30	110/10	340	29
			MESABANCO	80cm	CENTRO	230	20	334	30	370	32		311.333 3333	27.333 3333

Continuación...Tabla 14. Mediciones de luminosidad en planta baja de UTS

PLANTA BAJA						7:30AM - 9:30AM		12:00PM- 2:00PM		4:00PM- 6:00PM		LUX/FC	Prom LUX	Prom FC
						L U X	FC	LUX	FC	LUX	FC			
AULA	NO. PERS ONAS	NO. LUMINARIAS /DESCRIPCIÓN	LUGAR	ALTURA- SUELO	POSICIÓN								Prom LUX	Prom FC
COMPUTO	25	12/3X14WATTS	ESCRITO RIO	75cm	1M- VENTANA	29 5	27	500	55	360	34	125/11	385	38.666 6667
			MESABA NCO	80cm	CENTRO	25 0	26	460	63	367	33		359	40.666 6667
A-104	5	1/3X14WATTS	ESCRITO RIO	75cm	1M- VENTANA	25 0	26	302	58	268	26	120/12	273.333 3333	36.666 6667
			MESABA NCO	80cm	CENTRO	23 0	23	270	44	246	25		248.666 6667	30.666 6667
A-105	21	6/3X14WATTS	ESCRITO RIO	75cm	1M- VENTANA	47 8	46	1600	158	527	65	110/10	868.333 3333	89.666 6667
			MESABA NCO	80cm	CENTRO	34 5	34	460	63	367	34		390.666 6667	43.666 6667
A-106	27	6/3X14WATTS	ESCRITO RIO	75cm	1M- VENTANA	35 0	33	1500	40	744	68	125/12	864.666 6667	47
			MESABA NCO	80cm	CENTRO	35 6	24	550	52	584	50		496.666 6667	42
A-107	19	6/3X14WATTS	ESCRITO RIO	75cm	1M- VENTANA	28 1	21	1340	130	840	74	115/11	820.333 3333	75
			MESABA NCO	80cm	CENTRO	28 0	26	870	80	360	34		503.333 3333	46.666 6667
ENTRADA		6/3X14WATTS	CENTRO	75cm	CENTRO	60 0	55	2868	295	943	89	172/15	1470.33 3333	146.33 3333

3.3 Resultados de la tercera etapa: Propuesta

Como primer solución se identifica que el reemplazo de las luminarias por luminarias de tipo led (Figura 3.1) disminuyen el consumo de potencia de 14W a 8.4W; lo cual a primera vista representa un ahorro sustancial del 40%, realizando los cálculos de consumo y carga instalada (Anexo 1) se puede observar un ahorro de 5.67 KWh por cada día lo que representa un 2.23% del consumo total.



Figura 3.1 Lmparas Tipo Led 8.4 W.

Los resultados de la tercera fase han sido producto del contexto analizado durante las etapas anteriores, siendo que las áreas de mayor consumo son los pasillos, debido al encendido permanente de las luminarias la mayor parte del día, contribuyendo a un consumo eléctrico innecesario, pues el nivel de luminosidad con las lámparas apagadas cumple con la norma NOM-025-STPS-2008, gracias a que se cuenta con ventanas, la luz natural se presenta durante gran parte del día, lo que permite un ahorro de 10.23 KWh por cada día, representando un 4 % al reducir el tiempo de encendido de las lámparas en las áreas de mayor consumo.

En el área de pasillos se propone la instalación de sensores de movimiento y detector de luminosidad para reducir el tiempo de uso de las luminarias, pasando de 18 horas y 12 horas respectivamente en los pasillos a un par de horas máximo, considerando que la demanda de iluminación es por las tardes y el tráfico disminuye durante este periodo.

El área de los sanitarios aun cuando no representa un consumo muy elevado se considera implementar control de iluminación y presencia con timmer ajustable o emplear un switch con sensor de presencia como se muestra en la Figura 3.2 El

cual interrumpe la corriente eléctrica cuando no se detecta personas dentro de los sanitarios.

Este switch trabaja por medio de señales infrarrojas y por ultrasonido de tal manera que independientemente que exista o no movimiento es posible detectar la presencia, existen sensores que además detectan la temperatura.



Figura 3.2. Switch con sensor de presencia.

Los cubículos y oficinas se tiene un contraste una parte de ellos cuentan con buena iluminación natural y otros carecen de ella por lo que las lámparas permanecen encendidas toda la jornada laboral, es por esto que se propone instalar un sensor de presencia para que se apaguen cuando los profesores salgan a impartir sus clases.

Es importante mencionar que los equipos que se han visualizado para esta propuesta ninguno ofrece un control de intensidad en base al nivel de iluminación, aun cuando se pueden controlar ambientes se considera conveniente una propuesta para manejar la intensidad en función del nivel de iluminación adecuado para cada área según el trabajo desempeñado, ésta propuesta se encontrará más adelante en el presente trabajo.

Si se desea lograr un mayor ahorro de energía se deberá implementar el control de apagado de la PC cuando los usuarios no se encuentren en sus áreas de trabajo, lo cual representaría un ahorro de 41.05 KWh que representa un 16.12%.

3.3.1 Módulos de la propuesta de domótica

Control de iluminación; como parte de este trabajo se propone un circuito para controlar lámparas tipo LED en base a la cantidad de luz que existe en el ambiente, para lo cual se desarrolló un programa empleando el CCS Compiler.

La investigación comienza con el manejo de la herramienta CCS Compiler con la cual se realizó el código en lenguaje C para compilarlo y obtener los archivos *.hex* para la programación del microcontrolador. Un compilador convierte el lenguaje de alto nivel a instrucciones en código máquina, por lo que es estándar y suministra unas directivas específicas para PIC incluyendo funciones específicas suministradas con un editor que permite controlar la sintaxis del programa (García, 2008).

El circuito trabaja tomando la señal de un sensor que puede ser desde un LDR o un sensor de luminosidad (Figura 3.3), aun cuando el control de la lámpara se puede realizar los componentes mencionado se determina trabajar con LDR por su facilidad de precio y disponibilidad en el mercado, además que gracias a la programación realizada empleando el ADC (convertidor Analógico Digital) del microcontrolador es posible obtener resultados similares a los de un sensor comercial.



Figura 3.3 Switch con sensor de luminosidad.

Una vez obtenida la señal se procede a realizar la parte lógica del control la cual consiste en la adecuación de los parámetros obtenidos a través del ADC y el encendido de cada uno de los leds de la lámpara en función de la cantidad de luz que detecte el sensor (Figura 3.4).

El trabajo se divide en dos etapas principales, la primera consiste en la programación y la segunda etapa consta en la simulación del circuito electrónico.

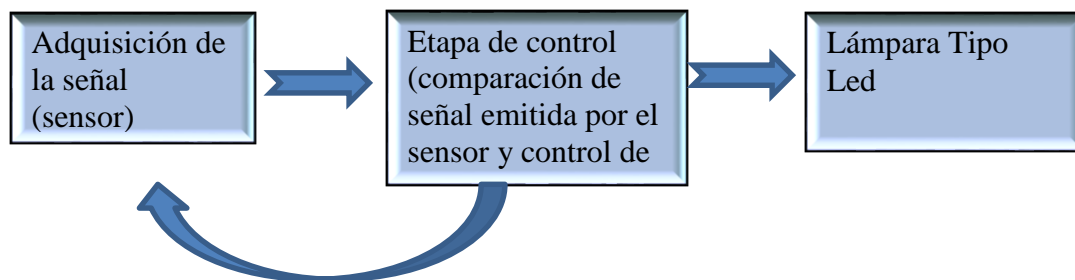
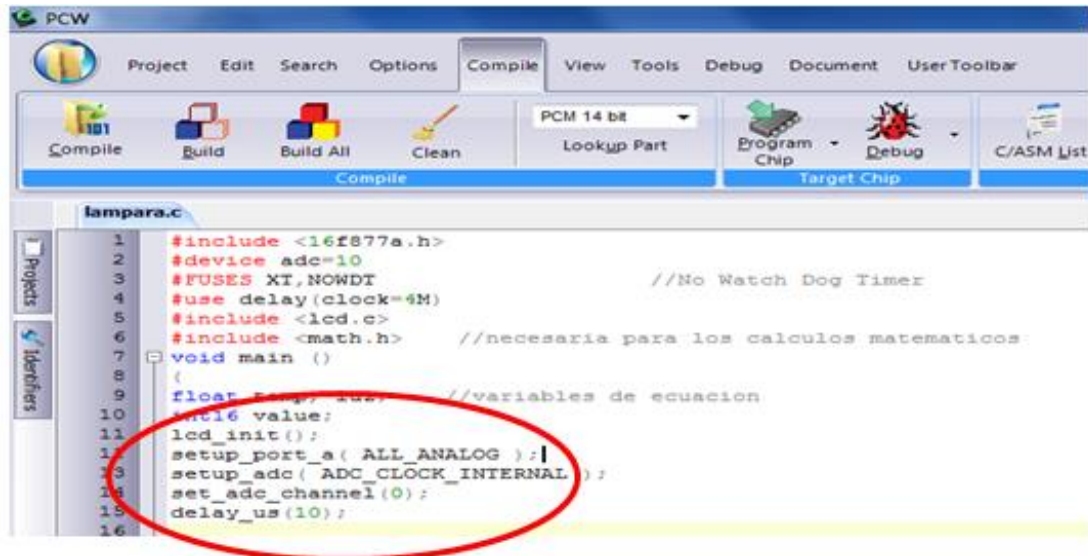


Figura 3.4. Diagrama de operación del circuito

3.3.2 Etapa de programación

Para esta etapa se elige un microcontrolador PIC16F877a por disponibilidad en el mercado y por qué cuenta con un módulo ADC de 10 dígitos (Convertidor Analógico Digital) lo que nos permite un rango mayor en la relación de iluminación.

El programa inicia con la conversión de la señal entregada por el sensor de luminosidad, la cual es una señal analógica que varía de 0Vcd a 5Vcd. Para lo cual se desarrolla el código como se muestra en la Figura 3.5.



```
1 #include <16f877a.h>
2 #device adc=10
3 #FUSES XI,NOWDT //No Watch Dog Timer
4 #use delay (clock=4M)
5 #include <lcd.c>
6 #include <math.h> //necesaria para los calculos matematicos
7 void main ()
8 {
9     float temp; //variables de ecuacion
10    int16 value;
11    lcd_init();
12    setup_port_a( ALL_ANALOG );
13    setup_adc( ADC_CLOCK_INTERNAL );
14    set_adc_channel(0);
15    delay_us(10);
16
```

Figura 3.5 Conversión de la señal en el programa CCS Compiler.

Con las palabras reservadas `setup_port_a(ALL_ANALOG)` se eligen los canales analógicos a utilizar, para este caso se determina que se emplean todos los canales, así mismo con la sentencia `setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL)`; se especifica que como fuente de reloj para el ADC se emplea el reloj interno, y se selecciona el canal específico `set_adc_channel(0)`.

Una vez realizada la inicialización del ADC se obtiene el valor, el cual pasa de ser un nivel de voltaje a un valor digital (Figura 3.6), para su comparación y decisión de los segmentos que se encenderán en la lámpara LED.

```
19 value= read_ADC();
20
21 temp=( value) /10;
22 luz= (temp*9.7)/10;
23
```

Figura 3.6. Parámetros para el convertidor analógico digital

3.3 Etapa de simulación

Ya obtenido el valor de luminosidad se procede a la toma de decisiones; en este caso se realizan solo seis rangos para efectos de la simulación (Figura 6), para el prototipo se realizará en base a los valores otorgados por el circuito físico y las mediciones del área.

```
lampara.c
33 if (temp)>=0 && temp<=17){
34   output_b (255);output_c (0);
35
36   delay_ms (30);
37   temp= value /10;}
38 if (temp)>=18 && temp<=34){
39   output_b (126);
40   output_c (129);
```

Figura 3.7. Sentencias para el encendido del LED.

Realizado el programa se procede a realizar una simulación con ayuda de ISIS Proteus (Figura 3.7), para lo cual se requiere un RTD que actuará como sensor, un Pic16f877a, un LCD y para simular la lampara se incluye una matriz de leds que se ajustará en base al tipo de luminarias empleadas.

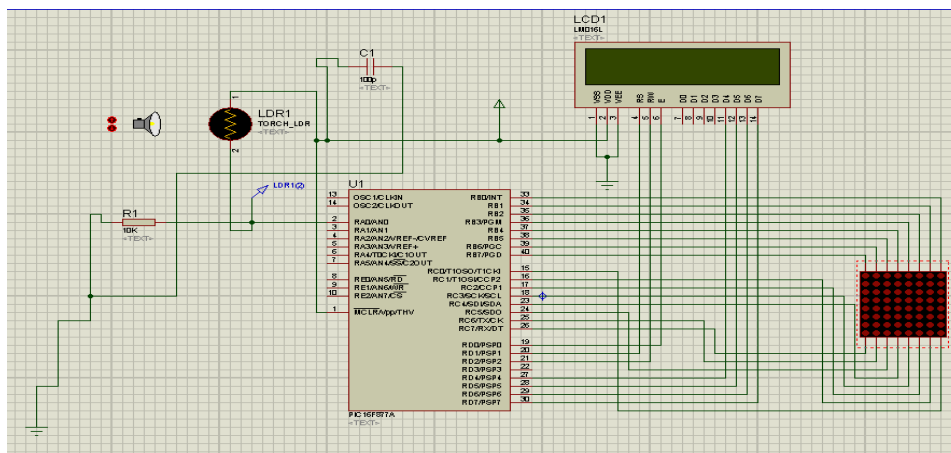


Figura 6. Simulación del sistema

La ejecución de la simulación muestra los diferentes niveles de encendido de la lampara que van acorde a la distancia de la fuente luminosa, a mayor distancia mayor cantidad de leds se encenderá (Figura 3.8).

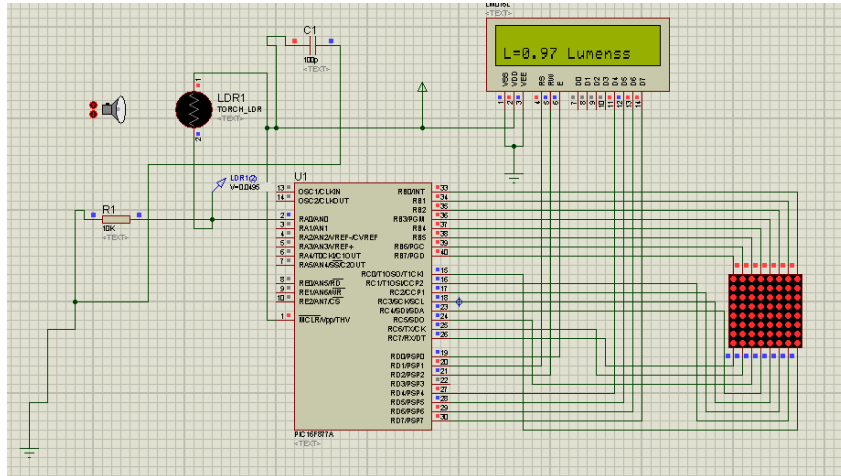


Figura 3.9. Encendido de la lámpara al 100%.

En la Figura 3.9 se muestra que la lámpara se encuentra a una distancia menor del sensor por lo que se asume que existe mayor luminosidad, por lo que la lámpara LED deberá encender menor cantidad de bloques para garantizar la luminosidad adecuada en el área.

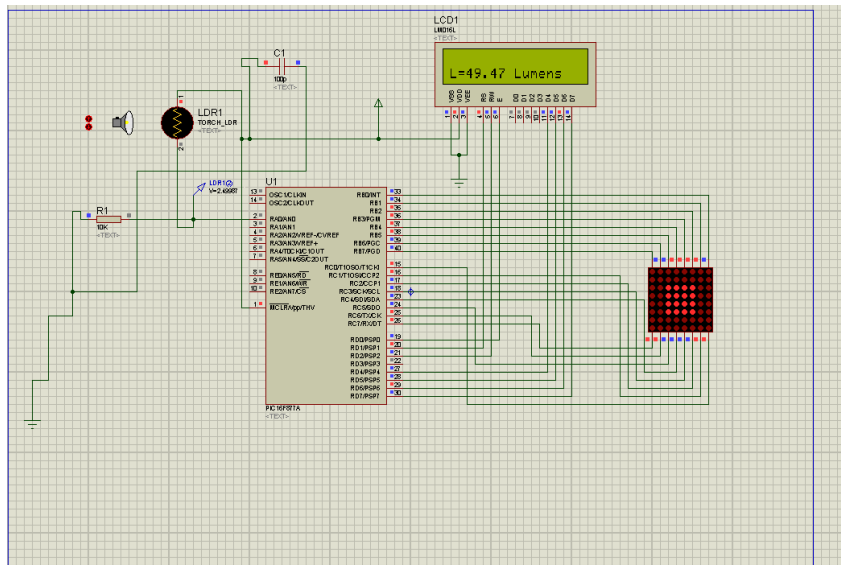


Figura 8. Lámpara aproximadamente al 50% de la distancia.

En la Figura 3.10 se muestra la simulación de la lámpara a una distancia menor, por lo que se puede concluir que a menor distancia se encenderá menor número de LEDs.

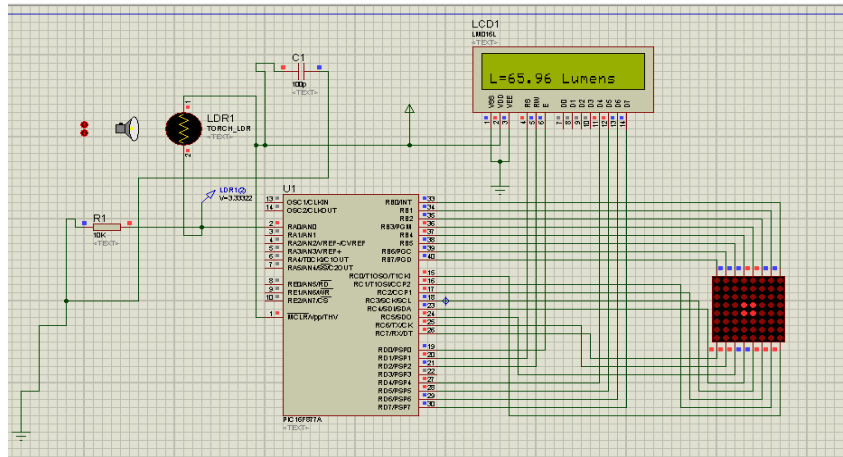


Figura 3.11. Lámpara aproximadamente a 10%.

Existe una variación de voltaje en base a la distancia y por lo tanto una variación en la cantidad de leds encendidos(Fig. 3.11).

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la elaboración del análisis de cargas se identifica de forma clara las áreas de mayor consumo de energía, se observa que las áreas se pueden controlar con un proceso sencillo, con esto contribuir al ahorro de energía y disminuir los gases emitidos a la atmósfera.

Lo módulos propuestos garantizan que no será necesario una modificación a la instalación, ya que estos sensores permiten el encendido y apagado automático, así mismo su configuración es simple ya que se modifica el tiempo y la sensibilidad del sensor.

Se analizó otra opción con un sistema de casa inteligente pero solo permite programar 4 escenarios lo cual limita la funcionalidad de dicho sistema.

Al proponer un módulo de bajo costo que permita controlar el nivel de intensidad con la modificación de una lámpara tipo led beneficiará a los asistentes de la UTS ya que se garantizará que cuenten con la iluminación necesaria en todo momento para facilitar sus labores cotidianas.

Cabe mencionar que esta lámpara se encuentra en proceso de simulación y programación, por lo que su implementación se abordará en futuros trabajos.

La domótica es una serie de sistemas tecnológicos que aportan diferentes servicios a las edificaciones que necesitan administrar los recursos energéticos, dentro de los que se encuentran el incremento del confort, integración de sistemas tecnológicos aportando diferentes servicios como seguridad, bienestar, comunicación gestión energética lo que en este caso apoya a la Universidad Tecnológica de Salamanca en la climatización, control de luces, contactos, encendido y apagado de luces automáticamente.

Con las propuestas realizadas se logró un ahorro del 16.12 % lo que nos permite concluir que la propuesta es viable aun cuando apenas se logra superar el objetivo.

Se lograría un ahorro del 30% de la energía eléctrica destinada a este servicio al subir la temperatura del aire acondicionado en el set point ubicándolo de 23° a 25°C. Si se utilizara la automatización mediante sensores de presencia y/o de luz se encenderían las lámparas (las cuales deben de ser ahorradoras), se podría controlar la temperatura y en caso de la época fría el aire acondicionado se apagaría automáticamente al tener un descenso de temperatura. El control inteligente que ofrece la domótica genera entonces una buena gestión eléctrica dentro la institución.

BIBLIOGRAFÍA

Angulo Usategui José M^a (2003) Microcontroladores PIC Diseño práctico de aplicaciones Primera parte. E1 PIC16f84 Lenguajes PBASIC y Ensamblador, España, Editorial McGraw-Hill/Interamericana de España.

Bouzas María J. Panorámica de los sistemas domóticos e inmóticos. Trabajo de grado Ingeniero en Telecomunicaciones. Sevilla: Escuela Superior de Ingenieros. Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática. Área de ingeniería Telemática, 2005.

García Breijo Eduardo, (2008) Compilador C CCS y simulador PROTEUS para Microcontroladores PIC, México, Editorial Alfaomega.

Henríquez Mauricio et al., (2011) Control Automático de condiciones ambientales en Domótica usando Redes Neuronales Artificiales. Puerto Montt-Chile. *Información Tecnológica*. Vol. 22 (3), 125-139. doi: 10.4067/S0718-07642011000300014

Huidobro Moya José M. Concepto, campo de aplicación y beneficios en la domótica como solución del futuro. Madrid: 2007.

Martín Juan Carlos, (2009) Instalaciones domóticas técnicas básicas, España, Editorial Editex. Pag. 5.

Méndez Ramírez Ignacio, et al., El Protocolo de Investigación, Lineamientos para su elaboración y análisis, Editorial Trillas, México, 2007.

Palacios Municio Enrique et al., (2004) Microcontrolador PIC16F84 Desarrollo de Proyectos, México, Editorial Alfaomega.

Soberanes Collado, M. J., (2008) El mantenimiento de un edificio inteligente, *HOSPITALIDAD-ESDAI*, 19-32.

Soberanes Collado, M. J., (2009) Síndrome del edificio enfermo, *HOSPITALIDAD-ESDAI*, 93-104.

Referencias electrónicas:

<http://revistadelconsumidor.gob.mx/?p=14774>

http://www.energia.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/prospsectelec2006.pdf

http://www.energia.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/SECTOR_ELECTRICO.pdf

<http://casa-control.com/blog/?p=25>

<http://electrica.mx/component/content/article/37-general/273-domotica-.html>

Tabla 1. Análisis de carga instalada y consumo con cambio de luminarias por área del edificio A planta baja parte I

Anexo 1

Área	Carga Instalada (lámparas y equipo.) Edificio A	Equipos y aparatos Cantidad	Numero contactos	Total consumo de potencia por área	Tiempo de exposición (h)	KWh
A-101	0.254587114	6 Lámparas de 8.4 w	4 contactos dobles 10 A	50.4	2	0.1008
A-102	0.254587114	6 Lámparas de 8.4 w	3 contactos dobles 10 A	50.4	2	0.1008
A-103	0.254587114	6 Lámparas de 8.4 w	3 contactos dobles 10 A	50.4	2	0.1008
A-104	0.254587114	6 Lámparas de 8.4 w	3 contactos dobles 10 A	50.4	2	0.1008
A-105	0.254587114	6 Lámparas de 8.4 w	3 contactos dobles 10 A	50.4	2	0.1008
A-106	0.254587114	6 Lámparas de 8.4 w	3 contactos dobles 10 A	50.4	2	0.1008
A-107	0.254587114	6 Lámparas de 8.4 w	3 contactos dobles 10 A	50.4	2	0.1008
Auditorio	0.254587114	12 Lámparas de 8.4 w	2 contactos dobles 10 A	100.8	3.5	0.3528
Centro de cómputo.	47.53505119	15 Lámparas de 8.4 w	15 contactos dobles 10 A	126	1.5	0.189
		26 computadoras 360w		9360	8	74.88
Baños	0.516246093	14 Lámparas de 7.3 W	0 contactos	56	3	0.168

Continuación...Tabla 1. Análisis de carga instalada y consumo con cambio de luminarias por área del edificio A planta baja parte I

Área	Carga Instalada (lámparas y equipo.) Edificio A	Equipos aparatos y Cantidad	Numero contactos	Total consumo de potencia por área	Tiempo de exposición (h)	KWh
Baños	0.516246093	14 Lámparas de 7.3 W	0 contactos	56	3	0.168
Pasillo entrada	0.254587114	6 Lámparas de 8.4 w	3 contactos dobles 10 A	50.4	18	0.9072
Pasillos	3.707677418	16 Lámparas de 8.4 w	6 contactos dobles 10 A	134.4	12	1.6128
PTC	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	8.4	8	0.0672
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	0.5	0.18
Enfermería	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	8.4	8	0.0672
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	0.5	0.18
PTC	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	8.4	1	0.0084
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	0.5	0.18
PTC	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	8.4	0.5	0.0042
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	0.5	0.18

Tabla 2. Análisis de carga instalada y consumo con cambio de luminarias por área del edificio A planta baja parte II

Área	Carga Instalada y (lámparas equipo.) Edificio A	Equipos y aparatos Cantidad	Numero contactos	Total consumo de potencia por área	Tiempo de exposición (h)	KWh
Psicología	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	8.4	0.5	0.0042
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora, 1 desodorante		360	0.5	0.18
PTC	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	8.4	0.5	0.0042
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora, 1 desodorante		360	0.5	0.18
PTC	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	8.4	2	0.0168
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora, 1 desodorante		360	0.5	0.18
PTC	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	8.4	0	0
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	2	0.72
Servicios escolares	5.526156805	1 Lámpara	2 contactos dobles 10 A	8.4	0.5	0.0042
		2 Computadora de escritorio		720	8	5.76
		1 impresora		360	3	1.08
PTC	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	8.4	8	0.0672
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora,		360	1	0.36
PTC	3.707677418	1 Lámpara	1 contacto doble 10 A	8.4	8	0.0672
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	0.5	0.18
Carga total en amperes	96.65318971				TOTAL DE CONSUMO KWH	117.2862
KVA	21.14974763					

Tabla 3. Análisis de carga instalada y consumo con cambio de luminarias por área del edificio A planta alta parte I

Planta alta edificio A						
Área	Carga Instalada (lámparas y equipo.) Edificio A	Cantidad de equipos y aparatos	Numero de contactos	Total consumo de potencia por área	Tiempo de exposición (h)	KWh
Pasillo entrada	0.254587114	6 Lámparas de 8.4 w	3 contactos dobles 10 A	50.4	18	0.9072
Pasillos	0.254587114	16 Lámparas de 8.4 w	6 contactos dobles 10 A	134.4	12	1.6128
Salón 15						
Centro de Computo	0.005051332	1 lampara de 8.4 w	2 contactos dobles 10A	8.4	0.5	0.0042
	47.32289526	15 Lámparas de 8.4 w	15 contactos dobles 10 A	126	4	0.504
A-201		26 computadoras 360W		9360	8	74.88
A-202	0.254587114	6 Lámparas de 8.4 w	3 contactos dobles 10 A	50.4	2	0.1008
A-203						
A-204		6 Lámparas de 8.4 w	3 contactos dobles 10 A	50.4	2	0.1008
A-205	0.254587114					
A-206		6 Lámparas de 8.4 w	3 contactos dobles 10 A	50.4	2	0.1008
A-207	0.254587114					
A-208		6 Lámparas de 8.4 w	3 contactos dobles 10 A	50.4	2	0.1008
A-209	0.254587114					
Baños		6 Lámparas de 8.4 w	3 contactos dobles 10 A	50.4	2	0.1008
Rectoría	0.254587114					
		6 Lámparas de 8.4 w	3 contactos dobles 10 A	50.4	1	0.0504
Secretaria rector	0.254587114					
		6 Lámparas de 8.4 w	3 contactos dobles 10 A	50.4	1	0.0504
Área de secretarías	0.254587114					
		6 Lámparas de 8.4 w	3 contactos dobles 10 A	50.4	1	0.0504
PTC	0.254587114					
	0.254587114	6 Lámparas de 8.4 w	3 contactos dobles 10 A	50.4	1	0.0504

Tabla 4. Análisis de carga instalada y consumo con cambio de luminarias por área del edificio A planta alta parte II

Planta alta edificio A						
Área	Carga Instalada (lámparas y equipo.)	Cantidad de equipos y aparatos	Numero de contactos	Total consumo de potencia por área	Tiempo de exposición (h)	KWh
PTC	3.679389961	1 Lámpara 8.4 w	1 contacto doble 10 A	8.4	1	0.0084
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	8	2.88
OFICINA SECRETARIO	3.679389961	1 Computadora de escritorio	1 contacto doble 10 A	360	8	2.88
Oficina	3.679389961	1 Lámpara 8.4 w	1 contacto doble 10 A	8.4	1	0.0084
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	2	0.72
Oficina	3.679389961	1 Lámpara 8.4 w	1 contacto doble 10 A	8.4	1	0.0084
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	1	0.36
DIRECCIÓN DE CARRERA ERC Y QAM	3.679389961	1 Lámpara 8.4 w	1 contacto doble 10 A	8.4	2	0.0168
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	8	2.88
DIRECCIÓN DE CARRERA PIAA Y MECATRONICA	3.679389961	1 Lámpara 8.4 w	1 contacto doble 10 A	8.4	3	0.0252
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	1	0.36

Continuación... Tabla 4. Análisis de carga instalada y consumo con cambio de luminarias por área del edificio A planta alta parte II

Planta alta edificio A						
Área	Carga Instalada (lámparas y equipo.)	Cantidad de equipos y aparatos	Numero de contactos	Total consumo de potencia por área	Tiempo de exposición (h)	KWh
YOLANDA	3.679389961	1 Lámpara 8.4 w	1 contacto doble 10 A	8.4	2	0.0168
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	2	0.72
SECRETARIA DE YOLANDA	3.679389961	1 Lámpara 8.4 w	1 contacto doble 10 A	8.4	8	0.0672
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	2	0.72
PTC ELGA	3.679389961	1 Lámpara 8.4 w	1 contacto doble 10 A	8.4	8	0.0672
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	8	2.88
PTC ADMI	3.679389961	1 Lámpara 8.4 w	1 contacto doble 10 A	8.4	8	0.0672
		1 Computadora de escritorio		360	8	2.88
		1 impresora		360	1	0.36
CARGA TOTAL EN AMPERES	101.9682009				TOTAL CONSUMO EN KWH	
KVA	22.31278368					