



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACION DEL CONTROL DE ILUMINACION PARA
MEJORAR EL AHORRO ENERGETICO DE LAS OFICINAS
ADMINISTRATIVAS DE LA EMPRESA MARSH PERU S.A.C”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional

de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Ismael Orlando Sotelo Torres

Asesor:

Mg. Carlos Pedro Saavedra López

<https://orcid.org/0000-0002-8242-5664>

Lima – Perú

2024

INFORME DE SIMILITUD

Inf Sotelo Ismael

ORIGINALITY REPORT

6%

SIMILARITY INDEX

7%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

2%

★ hdl.handle.net

Internet Source

Exclude quotes Off

Exclude bibliography On

Exclude matches < 1%

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi madre quien siempre me ha acompañado en cada momento de esfuerzo, de alegría y demás designios de la vida, en este proceso ha sido mi motivación, inspiración, para continuar y no desfallecer en el camino, siempre estaré agradecido por mucho.

AGRADECIMIENTO

Agradezco ante todo a mi madre, a mi tía Celi, a mi amigo Jorge Tuesta a quien conocí en la universidad, y demás amigos con los cuales hice grupo en todo el proceso universitario, a la vida por ser tan generosa conmigo, agradezco a todos aquellos que participaron de una forma u otra con este desafío voluntario y lograr así avanzar en mis estudios, siendo sincero me faltan palabras para tantas buenas personas, espero que siempre brillen en su entorno.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INFORME DE SIMILITUD	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
INDICE DE TABLAS	9
TABLA DE ECUACIONES.....	10
ÍNDICE DE FIGURAS	11
RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	16
1.1 Realidad problemática	18
1.2. Formulación del problema	19
1.2.1. Problema general	19
1.2.2. Problema específico	19
1.3 Objetivos	20
1.3.1 Objetivo general.....	20
1.3.2 Objetivo específicos.....	20
1.4 Justificación	20
1.4.1 Justificación teórica.....	20
1.4.2 Justificación Práctica.....	21
1.4.3 Justificación Económica	21
1.4.4 Justificación Académica.....	22
1.5 Limitaciones.....	22
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	24
2.1 Bases teóricas	24
2.1.1 Gestión de la energía.	24
2.1.1.1. Eficiencia energética	24
2.1.1.2. Ahorro energético.....	25
2.1.1.3 Ahorro energético en el sistema eléctrico	26
2.1.2 Control de iluminación	28
2.1.2.1. Control de la Iluminación Comercial.....	28
2.1.3 Domótica.....	31
2.1.4 Inmótica	31
2.1.5 Inmótica y Domótica.....	32

2.1.6	Que función tiene la inmótica	34
2.1.7	La inmótica y su panorama en Perú	34
2.2	Dispositivos del sistema de control de iluminación de la marca Lutron	35
2.2.1	Modulo Ecosystem Lutron.....	35
2.2.2	Modulo Softswitch Lutron	35
2.2.3	Balastros digitales EcoSystem Serie H Lutron.....	37
2.2.4	Sensor de Luz día.....	37
2.2.5	Sensor de ocupación/ vacancia.....	39
2.2.6	Placas inalámbricas picos	40
2.3	Módulo QSM	41
2.4	Representación de los dispositivos de control de iluminación en un área.....	42
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA		43
3.1	Descripción de la experiencia profesional.....	43
3.2	Delimitación de la investigación	45
3.2.1	Descripción del sistema a estudiar	46
3.3	Identificación de la problemática	49
3.3.1	Sistema de Iluminación convencional y sin control	50
3.4	Fallas en el sistema eléctrico y de iluminación.	52
3.5	Sistema de iluminación no convencional y con control.....	55
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....		59
4.1	Análisis de la situación Inicial	59
4.1.1	Análisis inicial	59
4.1.2	Análisis económico del consumo de energía sin control de iluminación	61
4.1.2.1	El consumo de las lámparas fluorescentes en una hora es:	61
4.1.3	Costo en Kwh de la empresa eléctrica	61
4.1.4	El costo de la Iluminación sin control en una hora es:	61
4.1.5	Cálculo del costo de iluminación sin control.....	61
4.1.6	Análisis del consumo total sin utilizar el sistema de control	62
4.2	Análisis de la situación final	63
4.2.1	Análisis con el sistema de control de iluminación.....	63
4.2.2	Análisis de los dispositivos de control de iluminación	64
4.2.3	Análisis de sensor de ocupancia / vacancia, ósea de presencia/ ausencia	64
4.2.4	Análisis de sensor de luz día.....	65
4.2.5	Detalle de Funcionamiento de Control de Iluminación con sensor luz día	66

4.2.6 Detalle de Funcionamiento de Control manual del interruptor	67
4.2.7 Estrategias de ahorro de energía utilizando sistemas de control	67
4.2.8 Ahorros potenciales utilizando los dispositivos de control	68
4.2.9 Análisis del consumo utilizando el sistema de control por sensor ocupación /vacancia (análisis gráfico)	68
4.3. Para desarrollar este análisis se utilizará el criterio de cálculo de áreas	69
4.3.1 Calculando el promedio ponderado para el sensor ocupancia/vacancia	69
4.3.1.1 cálculo de ahorro por atenuación ponderada del sensor de ocupancia / vacancia	70
4.3.2 cálculo del porcentaje de luces encendidas con el sensor ocupancia /vacancia	70
4.3.3 Análisis del consumo utilizando el sistema de control por sensor de luz día (análisis gráfico)	70
4.3.4 Calculo en porcentaje de las luces encendidas bajo el área de la gráfica del sensor luz día	71
4.3.4.1 cálculo del porcentaje de ahorro utilizando sensores luz día	73
4.3.5 Análisis del consumo y atenuación utilizando el sistema de control por sensor de luz día	73
4.3.6 análisis económico del consumo de energía	74
4.3.7 Calculo de la potencia ponderada de los Fluorescentes en el sistema sin control de iluminación	75
4.3.7.1. Luminaria LED modelo 24CZ	76
4.3.8 Cálculos de potencias consumidas sin control y con control.....	76
4.3.9 Calculo de la Potencia de la nueva implementación:	77
4.3.10 El costo en Kwh para ambos sistemas de iluminación sin control y con control 77	
4.3.11 El cálculo ponderado del ahorro en 12 horas utilizando el sensor de ocupancia / vacancia y luz día.	77
4.3.12 Calculo de flujo de fondos	78
4.3.13 Sistema sin control, Iluminación convencional utilizado al 100%	78
4.3.14 Sistema con control, Iluminación no convencional	78
4.3.15 Periodo de Recuperación de la Inversión	79
4.4. Análisis costo -beneficio.....	79
V.CONCLUSIONES	82
REFERENCIA.....	85
ANEXOS	87
Anexo 1. Luces encendidas en porcentaje de un 50%, se aprecia el sensor luz día a la	

izquierda y el sensor de ocupancia/ vacancia a la derecha.87

Anexo 2. Se aprecia las luces led encendidas en un 10% en estas luminarias rectangulares. 88

Anexo 3. Se aprecia las luces led encendidas en un 100% en estas luminarias rectangulares.89

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Descripción de componentes en las luminarias convencionales, antes de la implementación	59
Tabla 2 Cantidad total de Luminarias instaladas, luminarias fluorescentes de 28W	59
Tabla 3 Cantidad total de Luminarias instaladas, luminarias fluorescentes de 54W	60
Tabla 4 Total de luminarias y lámparas de 28 W instaladas en los pisos	60
Tabla 5 Total de luminarias y lámparas de 54 W instaladas en los pisos	60
Tabla 6 Total de lámparas de 28 w y 54 w instaladas en los pisos sin contrl de iluminación	60
Tabla 7 Caracteristicas Luminicencias 28w y 54w	74
Tabla 8 Potencias y Temperaturas	76
Tabla 9. Cálculo de los precios de los dispositivos de control utilizados en la implementación del P9 al P15.....	79
Tabla 10 Sistema convencional y sistema no convencional	81

TABLA DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1 Costos de Iluminacion.....	61
Ecuación 2 Costos total horas diarias laboradas	62
Ecuación 3 Consumo Total, luces trabajando al 100% sin atenuación.....	63
Ecuación 4 Atenuacion Ponderada	70
Ecuación 5 Diferencias	70
Ecuación 6 ecuación de la Parábola.....	71
Ecuación 7: Calculo del área que caracteriza al área debajo de la Parábola.....	72
Ecuación 8 Integrales.....	72
Ecuación 9 Calculo Ahorro utilizando sensores	73
Ecuación 10 Regla de 3 Simples.....	73
Ecuación 11 Calculos de Potencia	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Objetivos de la Gestión Energetica	25
Figura 2	Ahorro Económico	26
Figura 3	Diagrama de instalación de componentes inalámbricos y tablero electrónico de control de iluminación, utilizando el Modulo Softswitc	30
Figura 4	Inmótica	33
Figura 5	Modulos Ecosystem Lutron	35
Figura 6	Vista del interior de los modulos electrónicos de control de iluminacion	36
Figura 7	Módulo de control Ecosystem y Modulo Softswitch.....	36
Figura 8	Balastros electrónicos utilizados para el sistema de control de Iluminación	37
Figura 9	Sensor luz día.....	38
Figura 10	Sensor Luz día junto con el sensor de ocupancia / vacancia, ambientes oficinas administrativas Marsh Perú.....	38
Figura 11	Sensor de Ocupancia / Vacancia ubicado en el techo, entre las luminarias modelo de techo	39
Figura 12	Sensor de Ocupancia / Vacancia ubicado en la esquina al lado de un ingreso, modelo para esquina.....	40
Figura 13	Placas inalámbricas implementadas en las Oficinas Administrativas Marsh	40
Figura 14	Placas inalámbricas modelo de pedestal Oficinas Administrativas Marsh	41
Figura 15	Módulo de enlace QSM	41
Figura 16	Distribución de los elementos de control lumínico del Sistema Lutron, sensores y tableros de control	42
Figura 17.	Control de atenuación básico aplicado solo aluces incandescentes	47
Figura 18	Operatividad del sensor de ocupación, en los estados desocupado y ocupado	48

Figura 19	Diagrama de Ishikawa Principales causas	49
Figura 20	Instalaciones Electricas Antiguas se aprecia los cables recalentados y pelados	50
Figura 21	Instalaciones eléctricas antiguas, resane de los cables recalentados y pelados	51
Figura 22	Instalaciones eléctricas antiguas, se aprecia la luminaria que no enciende	51
Figura 23	Instalaciones antiguas luminarias encendidas	52
Figura 24	Sistemas de luces antiguos, se aprecia la luminaria con bastante uso	52
Figura 25	Tubos fluorescentes de 28w, utilizados en su recambio sistema convencional	53
Figura 26	Cajas de cambio de tubos fluorescentes de 28w y 54 w de dos pines por extremo, ubicados en el almacén	53
Figura 27	Cajas de tubos fluorescentes de 28 w, modelo de 4 pines	54
Figura 28	Luminaria con tubos fluorescentes de 28W, el modelo de la luminaria es circular.	54
Figura 29	Luminaria con tubos fluorescentes de 28W, el modelo de la luminaria es RT5	55
Figura 30	Se cambió por luminarias con luces LED de una tira, Oficinas administrativas Marsh	55
Figura 31	Sistemas de luces modernos con sistema de control de Iluminación, se aprecia la estandarización de la iluminación.....	56
Figura 32	Sistemas de Luces Led en las Oficinas administrativas.....	56
Figura 33	Luces LED circulares,.....	57
Figura 34	El tono blanco de la luz.....	57
Figura 35	Iluminación junto a las ventanas	58
Figura 36	Consumo total sin control de iluminación	62
Figura 37	Área de Funcionamiento de Control del sensor Ocupancia	65

Figura 38	Funcionamiento de Control de Iluminación Luz día	66
Figura 39	Control manual del interruptor.....	67
Figura 40	Ahorros potenciales de energía	68
Figura 41	Análisis criterio de cálculo de áreas.....	69
Figura 42	Escenarios de Ahorro Potencial del Sensor Presencia/Ausencia	70
Figura 43	Grafica del comportamiento del sensor luz día.....	71
Figura 44	Regla de 3 Simple	73
Figura 45	RT5.....	74
Figura 46	Calculos de potencia	75
Figura 47.	Calculos ponderados equivalente.....	75
Figura 48	Rendimiento	76
Figura 49	Regla de 3 Simple	77
Figura 50	Regla de 3 Simple	78
Figura 51	Cálculo del tiempo de recuperación de la inversión	79

RESUMEN

El presente proyecto de implementación fue realizado en las instalaciones de las Oficinas Administrativas Marsh Perú S.A.C San Isidro, Lima – Perú. En este marco de referencia del presente proyecto consistió en la implementación del sistema de control de iluminación no convencional de dichas oficinas.

En observación de las oficinas administrativas ubicadas en el edificio donde se encuentra la empresa Marsh Perú S.A.C, se notó que las instalaciones contaban con un sistema de iluminación convencional, un sistema que no tiene control, el cual no proporciona la calidad lumínica, ni ahorro energético del consumo en las luminarias para lo cual se estimó la utilización de un sistema diferente de iluminación, llamado sistema no convencional de iluminación un sistema que si tiene control sobre el consumo, el cual proporciona mejor calidad de luz para el desarrollo de las actividades, reduciendo incluso el consumo energético de las instalaciones, generando ahorro de energía.

Esta implementación se enfoca principalmente en analizar este cambio de tecnología de control de iluminación, el cual permite aprovechar mejor la iluminación en estas áreas (oficinas), generando ahorro energético por atenuación de iluminación, utilizando dispositivos de control para este objetivo. Esto nos permitirá comprender que dichos cambios en las instalaciones tendrán una consecuencia de ahorro en energía, el cual se expresará en menor consumo energético, por lo cual la empresa tendrá un margen de ahorro por consumo en sus instalaciones.

Se utilizará la herramienta de ingeniería llamada Gestión de Proyectos, que nos capacita para seguir cada paso de la implementación en sus diferentes etapas, teniendo una visión analítica de la mejora que se está realizando, asegurando de esta forma la calidad del proceso, desde su etapa inicial hasta la culminación de esta. De esta manera se evaluó el ciclo de vida del proyecto, estimación de los costos y presupuestos, evaluación de resultado del proyecto, en general para el año 2023. Luego se procedió a analizar el antes, y el después de la implementación realizada en las oficinas administrativas, demostrando que con esta mejora en el control de iluminación por atenuación hay un ahorro en consumo, el cual se expresa en menor costo por uso de energía, mejora proyectada por la empresa al utilizar este sistema Inmótico de control.

Finalmente, con la implementación de la mejora se estima un ahorro de energía y de consumo de aproximadamente \$ 10 790 dólares al año.

ABSTRACT

This implementation project was conducted at the facilities of the Marsh Perú S.A.C Administrative Offices San Isidro, Lima – Peru. In this framework of reference, this project consisted of the implementation of the non-conventional lighting control system of said offices.

In observation of the administrative offices located in the building where the company Marsh Perú S.A.C is located, it was noted that the facilities had a conventional lighting system, a system that has no control, which does not provide lighting quality or energy savings. consumption in the luminaires, for which the use of a different lighting system was estimated, called a non-conventional lighting system, a system that does have control over consumption, which provides better quality of light for the development of activities, reducing even the energy consumption of the facilities, generating energy savings.

This implementation focuses on analyzing this change in lighting control technology, which allows better use of lighting in these areas (offices), generating energy savings by dimming lighting, using control devices for this objective. This will allow us to understand that these changes in the facilities will have a consequence of energy savings, which will be expressed in lower energy consumption, so the company will have a margin of savings due to consumption in its facilities.

The engineering tool called Project Management will be used, which enables us to follow each step of the implementation in its different stages, having an analytical vision of the improvement that is being made, thus ensuring the quality of the process, from its stage. initial to its completion. In this way, the life cycle of the project was evaluated, estimation of costs and budgets, evaluation of the project results, in general for the year 2023. Then we proceeded to analyze the before and after of the implementation conducted in the offices. administrative, demonstrating that with this improvement in lighting control by dimming there is a saving in consumption, which is expressed in lower cost per energy use, an improvement projected by the company when using this Emoticon control system.

Finally, with the implementation of the improvement, energy, and consumption savings of approximately \$10,790 dollars per year are estimated.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Todos los países dependen, en mayor o menor medida, del sector energético para propiciar su competitividad, crecimiento y desarrollo, y esto explica, en parte, que la demanda mundial de energía se incremente día con día. De acuerdo con British Petroleum, el consumo de energía mundial aumentó 2.9% en 2018, el mayor incremento anual en la demanda de energía desde el 2010. Diversos estudios muestran evidencia de que una mayor generación de energía eléctrica conduce a un mayor crecimiento económico.

Diversos autores afirman que el consumo de energía en países desarrollados se está incrementando en 1.1 por ciento de manera anual, en promedio, y en países en desarrollo la demanda de energía crecerá, en promedio, a un ritmo de 3.2% al año, hasta 2025. La Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés), a través de la Perspectiva Internacional de Energía (IEO por sus siglas en inglés), proyecta una fuerte demanda de energía para el 2050, y estima que el consumo mundial de energía crecerá cerca del 50% del 2018 al 2050. (Zavaleta, 2022)

En virtud a lo expuesto es necesario también no desperdiciar dicha energía, energía expresada en consumo, para lo cual en muchos países desarrollados se están implementando estrategias de control y de ahorro de energía, para reducir los costos generados de su utilización buscando la eficiencia de la misma, estos valores se expresan en ahorro económico, al tener que pagar menos por el consumo eficiente de la energía, dentro de este ámbito, muchos hogares, empresas e industrias ven esta opción tecnológica como un punto de partida viable para una reducción de costos dentro de sus estados financieros, para lo cual este estudio lo centraremos en la iluminación, y como, a partir de una gestión eficiente de iluminación no convencional, se genera un impacto en los costos por este servicio.

En nuestro país, no existe un estudio de gestión energética de iluminación propiamente dicha, estoy convencido que, en los centros de estudios, los egresados de diferentes

especialidades, especialmente la ingeniería eléctrica, electrónica, mecatrónica, consideran esta opción por ser más tecnológicamente cercana a su carrera, entonces como la ingeniería industrial se acerca a este interesante punto, y es de la siguiente forma, gestión de recursos y gestión de proyectos, siendo fundamental los trabajos de estudio de costos, márgenes, vida útil, y todo lo que comprende la implementación de gestión y mejora , abriendo así nuevos horizontes en la gestión de energía contando con las herramientas necesarias para tal fin.

Sabiendo que en nuestro país los tres sectores económicos que impulsan el crecimiento y desarrollo son los siguientes; sector de minería, sector de construcción, sector de transporte.

A nivel de nicho del sector de construcción (necesidad de construcción de viviendas, hospitales, centros comerciales, edificaciones en general).

En los últimos años se ha presentado un crecimiento casi sin interrupción de estos, por ejemplo, en el sector de construcción del año 2022 vemos los siguientes datos:

La actividad del sector construcción aumentó 4,2 por ciento interanual en octubre de 2022, producto del mayor avance de obras públicas. En lo que va del año, el sector creció 2,3 por ciento. En términos desestacionalizados, el sector creció 1,6 por ciento respecto a setiembre. (datos obtenidos BCRP, dic. 2022)

No obstante, en este año 2023 si ha tenido una contracción, por los diversos actores: políticos, económicos y sociales de nuestro país.

Sin embargo, el sector construcción siempre se encuentra operando y la necesidad de implementación de proyectos, de estudio de costos y demás, siempre es solicitado para dicho nicho en sus diferentes dimensiones y características, vemos pues como la empresa aseguradora Marsh Perú S.A.C, implemento en sus oficinas administrativas, ubicadas en San Isidro, en el año 2022 un cambio en su sistema de control de iluminación no convencional, antes ya se había realizado esta gestión con elementos diferentes, en esta actualización, se apunta a generar mayor impacto en el tema de costos aplicados directamente al tema de servicio de consumo

eléctrico.

En nuestro país este no es un caso aislado, muchas otras obras de construcción ya están con esta implementación de sistema de control de iluminación no convencional, como parte de su sistema de gestión, siendo Lima la ciudad con mayor cantidad de obras implementadas con este tipo de sistema de control en iluminación.

Se ha tomado como referencia a la empresa Marsh Perú S.A.C, como ejemplo para esta sustentación, ya que este proyecto cuenta con el proceso del antes y el después en sistemas lumínicos, siendo el único en la ciudad de Lima con contar con este dato, en los otros proyectos la implementación se dio desde el inicio, no contando con el antecedente de utilización del sistema convencional ósea sin control.

1.1 Realidad problemática

Antes del análisis de la realidad problemática es importante tener en cuenta los siguientes datos:

Sistema de Iluminación convencional sin control energético ni eficiencia en su uso.

Sistema de Iluminación no convencional con control de energía y eficiencia en su uso.

Estudio de costo beneficio en la implementación del Sistema de Iluminación no Convencional (sistema Ecosystem) en el nicho de construcción de edificaciones y proyectos de construcción en general, específicamente en la implementación de este sistema en las Oficinas Administrativas de Marsh Perú S.A.C, ubicadas en el distrito de San Isidro.

El punto de partida empieza con el análisis del consumo energético aplicado a la iluminación convencional de las luces fluorescentes de 220V AC de potencia 28W y 54W, que se viene abasteciendo a las oficinas administrativas en el año 2019.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- P.G ¿En qué medida un control adecuado de iluminación mejorara la eficiencia energética en consumo y ahorro de energía, en el proyecto oficinas administrativas Marsh Perú S. A.C?

1.2.2. Problema específico

- P.E.1 ¿En qué medida un análisis en las luminarias contribuirá a mejorar el desaprovechamiento energético de las luminarias convencionales en las instalaciones de las Oficinas Administrativas Marsh?
- P.E.2 ¿Cómo se desarrollará el modelo propuesto de control de iluminación para mejorar el desaprovechamiento energético de las luminarias convencionales en las instalaciones de las Oficinas Administrativas Marsh?
- P.E.3 ¿En qué medida la aplicación del modelo basado en el control de la eficiencia de iluminación mejorara el desaprovechamiento de las luminarias convencionales en las áreas de las Oficinas Administrativas Marsh?
- P.E.4 ¿En qué medida los resultados de la aplicación del modelo basado en el control de iluminación afectaran al desaprovechamiento energético de las luminarias convencionales en las áreas de las Oficinas Administrativas Marsh?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- O.G. Implementar un control adecuado de iluminación mejorara el aprovechamiento de la eficiencia energética en consumo y ahorro de energía, en el proyecto oficinas administrativas Marsh Perú S.A.C

1.3.2 Objetivo específicos

- **O.E 1** Determinar las causas que generan el desaprovechamiento energético de las luminarias convencionales en las instalaciones de las Oficinas Administrativas Marsh Perú S.A.C.
- **O.E.2** Implementar un modelo basado en el control de iluminación propuesto para mejorar el aprovechamiento energético de las luminarias no convencionales en las instalaciones de las Oficinas Administrativas Marsh Perú S.A.C.
- **O.E.3** Utilizar un modelo basado en el control de iluminación para mejorar el aprovechamiento energético de las luminarias no convencionales en las áreas de las Oficinas Administrativas Marsh Perú S.A.C.
- **O.E.4** Verificar que los resultados de la aplicación del modelo de control de iluminación aumentaran al aprovechamiento energético de las luminarias no convencionales en las áreas de las Oficinas Administrativas Marsh Perú S.A.C.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación teórica

Se ha comprobado que existe suficiente información teórica documentada que permite asegurar el desarrollo con éxito de la presente investigación.

Con el presente proyecto de implementación de mejora en control de iluminación, se va a aclarar los fundamentos de control energético aplicado al sistema de iluminación no convencional en las Oficinas Administrativas Marsh Perú S.A.C, así también los resultados a

obtener podrán afirmar que un adecuado control de iluminación garantiza un ahorro de energía, expresado en los costos en el consumo, tanto mensual como anual, de esta forma estos fundamentos se podrán aplicar no solo a oficinas administrativas, ampliándose a muchos más proyectos, como instituciones educativas, edificaciones, hospitales, centros comerciales y demás.

Aportando ideas de innovación y aplicación en este campo de la iluminación controlada, planteando además futuras hipótesis de estudio en este tipo de control, ya que las tecnologías en el área de iluminación están en constante desarrollo.

1.4.2 Justificación Práctica

Existe antecedentes de otras investigaciones exitosas implementadas, referidas al tema de estudio que nos permiten asegurar el éxito de la implementación del sistema de control lumínico, de la presente investigación.

El proyecto de implementación busca el ahorro y gestión de los recursos energéticos eléctricos aplicados a las luminarias convencionales en las Oficinas Administrativas Marsh Perú S.A.C, el cual significa un ahorro en consumo eléctrico para esta empresa, contribuyendo así, a un ahorro económico en los recibos de energía, ya que al cambiar el sistema de iluminación convencional, por el sistema de iluminación controlado o no convencional, notamos un ahorro expresado en los recibos mensuales, como anuales, si se lleva este histórico de consumo energético, notaremos que entre un periodo y otro, la eficiencia energética de consumo en iluminación, llevara a un menor costo del total del recibo, ya que la iluminación es parte eléctrica de todas las instalaciones, mostrando un ahorro de consumo, en los siguientes periodos.

1.4.3 Justificación Económica

El presente proyecto es válido, ya que con él se busca una manera más eficiente de controlar las luminarias e iluminación y de la cantidad de energía ahorrada por dicho control,

optimizando el ahorro energético, expresado en los costos de consumo y mejorando la calidad lumínica de los espacios de las Oficinas Administrativas Marsh Perú S.A.C. Así mismo con dicha implementación se busca el mayor aprovechamiento posible de los costos en ahorro de energía dentro de las oficinas de la compañía.

1.4.4 Justificación Académica

El proyecto de implementación de control lumínico contribuye en la definición de conceptos, variables, relación de variables, definiciones, aplicados a este tema de ahorro de energía, enfocados a los proyectos de luminarias e iluminación no convencionales. En este sentido se puede ampliar el campo de estudio para mejorar algunas variables, incluso experimentar con variables nuevas de investigación. Esta implementación de control nos sirve como modelo para orientar futuros proyectos de control de energía, así también apertura más campos investigativos con respecto a este tema.

La implementación desarrollada en este tema puede servir como un marco estructural, para futuros estudios, tanto para este tipo de Oficinas Administrativas, como para diversas áreas, que el estudiante vea conveniente su correcta aplicación en el desarrollo de sus estudios de campo aplicados a este tipo de proyectos de control, creemos que es un campo aun en desarrollo en nuestro país.

La implementación de control de luminarias e iluminación aplicado a las Oficinas Administrativas Marsh Perú S.A.C, permite la mejor calidad de iluminación en los espacios, y mejor control de estos, permite también la modernización de las instalaciones generando ahorro energético y bajo consumo de energía dentro de las instalaciones.

1.5 Limitaciones

- Si bien es cierto tenemos acceso a las Oficinas Administrativas Marsh Perú S.A.C, no se cuenta con todo el apoyo de datos internos de la misma organización por existir un tema de confidencialidad de la información en todo aspecto.

- Accesibilidad a material, como planos, recibos, informes técnicos, no se nos dan de manera tan fácil ya que la empresa tiene la política de confidencialidad de su material logístico administrativo.
- La disponibilidad adecuada del personal técnico en los servicios de mantenimiento de las luminarias en general no nos es accesible por ser este servicio no de rutina, más bien es un servicio solicitado, los cuales varían en fechas, no coincidiendo en fechas con nuestra investigación.
- A pesar de las limitaciones mencionadas, el trabajo de implementación es válido porque se piensa utilizar toda la información de campo ósea de las Oficinas Administrativas Marsh Perú S.A.C extraída para elaborar este trabajo, adicional de la experiencia ganada en la implementación de estas, asimismo de varios proyectos de control de iluminación, gestionada por este investigador.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

Para ahondar en el presente estudio se explicarán temas intrínsecamente relacionados que son necesarios mencionar para comprender de forma más clara el tema de desarrollo, y como las nuevas tecnologías aportan en el ahorro de energía eléctrica en sistemas lumínicos, de esta manera se evidencia el ahorro en consumo eléctrico por ende en los costos asociados a estos, este tipo de sistemas de gestión de energía, se pueden implementar a casas, edificaciones, y múltiples proyectos.

2.1 Bases teóricas

2.1.1 Gestión de la energía.

Rojas et.al , (2020) sostiene que, en la actualidad, el tema del Internet de las Cosas (IOT) se ha difundido en diferentes contextos de aplicación. En el caso particular de la domótica y la inmótica, el uso de tecnologías asociadas al IOT permite la seguridad, el control y la automatización de diferentes tipos de edificios. A pesar de lo anterior, dada la diversidad de tecnologías y considerando que los sistemas comerciales utilizados en este contexto hacen uso de tecnologías propietarias que son costosas de usar en contextos académicos, por lo tanto, es necesario diseñar y construir sistemas alternativos de IOT, apoyados en tecnologías de hardware y software libres que permitan la experimentación y la construcción de servicios de valor agregado. En este artículo proponemos como contribución principal la arquitectura de referencia de un sistema IOT para el control de edificios, haciendo uso de tecnologías libres. Finalmente, se presenta un prototipo a. escala obtenido a partir de la arquitectura propuesta. (Asencio,et.al 2019)

2.1.1.1. Eficiencia energética

El concepto de eficiencia energética hace referencia a la capacidad para obtener los mejores resultados en cualquier actividad empleando la menor cantidad posible de recursos energéticos. Nos permite reducir el consumo de cualquier tipo de energía y con ello los posibles

impactos ambientales asociados a ella. (Repsol.com, 2023).

Figura 1

Objetivos de la Gestión Energética



Nota tomados de la plataforma científica (Repsol.com, 2023) es un Sistema de Gestión Energética (SGE) es una estructura organizativa que comprende políticas, procesos y prácticas para mejorar continuamente la eficiencia energética. Incluye la planificación, implementación y supervisión de medidas destinadas a optimizar el consumo de energía y cumplir con objetivos específicos. Los SGE buscan aumentar la eficiencia, cumplir con la legislación energética, reducir la huella ecológica y disminuir el consumo. A través de análisis, monitorización y optimización, estos sistemas promueven la gestión eficiente de la energía, contribuyendo así al desarrollo sostenible.

2.1.1.2. Ahorro energético

El ahorro energético es el conjunto de prácticas que busca reducir el consumo de energía.

Se pueden aplicar reglas en las que se pueda prender o apagar las luces o aparatos eléctricos a horas determinadas, controlando de manera inteligente el consumo.

Figura 2*Ahorro Económico***Ahorro económico**

Disminuir el **consumo energético** reduce la factura de energía. Un consumo eficiente evita desperdicios y rebaja los gastos.

Nota en la figura 2 se observa la imagen de ahorro económico, tomados (Global, 2023)

2.1.1.3 Ahorro energético en el sistema eléctrico

Riso, (2023) En su trabajo de investigación menciona, proponer un enfoque innovador en mitigar los desafíos asociados con la volatilidad de las energías renovables no convencionales (ERNC), en particular la eólica, en el mercado eléctrico. Se busca explorar el uso de redes inteligentes para ajustar dinámicamente la demanda de electricidad, proporcionando una estrategia eficiente y efectiva que contribuya a la estabilidad operativa y financiera del sistema eléctrico nacional.

Enel (2023) en su trabajo de investigación, analizar y exponer los elementos de control aplicados para optimizar el uso de energía eléctrica en diversos contextos, desde pequeñas viviendas en asentamientos rurales hasta grandes plantas de producción. La investigación se centra en responder a la pregunta fundamental: ¿Por qué es crucial ahorrar energía eléctrica? y busca destacar la eficiencia, limpieza y controlabilidad que ofrecen los procesos impulsados

por electricidad en comparación con otras formas de energía. Este trabajo aborda la importancia del ahorro de energía eléctrica en diferentes entornos, argumentando que la electricidad mejora la eficiencia, limpieza y controlabilidad de los procesos en comparación con otras formas de energía.

Adiciona además las formas de ahorro de energía eléctrica, planteando tres alternativas:

- a) Mejora del rendimiento de los equipos.
- b) Mejora del rendimiento de la instalación eléctrica.
- c) Utilización racional de los equipos.

Conclusiones a las que llega el autor, indican que: La única manera que se puede ahorrar energía de manera constante a lo largo del tiempo es el mejoramiento del rendimiento eléctrico de la instalación y de las cargas, sin embargo, esto siempre traerá consigo una inversión económica.

El utilizar equipos modernos garantiza trabajar con equipos de una eficiencia elevada ya que actualmente la tendencia que se tiene en el mundo es trabajar con equipos de alta eficiencia que permitan ahorrar energía el consumo de energía eléctrica.

Siao, et.al, (2024) en su trabajo de investigación sostiene que el consumo de energía de los edificios representa alrededor de un tercio del consumo mundial de energía, principalmente el aire acondicionado y la iluminación. El ambiente luminoso-térmico interior está estrechamente relacionado con el consumo de energía del edificio, y el sombreado interno es un método de ajuste efectivo. Su objetivo principal es ahorrar energía en los edificios, se propone el método de evaluación "Relación Luz-Térmica de Sombreado Interno" para evaluar el efecto de ajuste de las cortinas. Los resultados del estudio muestran que el consumo de energía del edificio ahorrado en la habitación muestra una tendencia al aumento secuencial cuando la reflectividad de la superficie de las cortinas es del 10 % al 100 %, respectivamente. Las cortinas finas y gruesas contribuyen positivamente a la mejora del entorno lumínico

térmico al reducir la iluminancia de la luz diurna de la oficina en aproximadamente un 58,5 % y un 90,8 %, respectivamente, y la ganancia de calor solar interior en aproximadamente un 42 % y un 79,9 %. Por su parte, las cortinas finas tuvieron el mejor efecto de ajuste a las 17:00 horas. Por el contrario, las habitaciones con cortinas gruesas tuvieron el mejor efecto de ajuste a las 18:00. Además, las cortinas finas cumplen con los requisitos de confort en un entorno lumínico térmico y son más eficientes energéticamente que la habitación con cortinas gruesas.

2.1.2 Control de iluminación

Con respecto al control se menciona "El control de iluminación es la capacidad de regular el nivel y la calidad de la luz en un espacio determinado para tareas o situaciones específicas" (Educación sobre el control de Iluminación, s.)

2.1.2.1. Control de la Iluminación Comercial

El control de iluminación se da cuando se controla de manera permanente los circuitos de iluminación y se tiene un control sobre cada luminaria que se encuentra dentro de este sistema. La forma de controlar la iluminación se da regulando la intensidad de luz, que se necesita en un área específica, resalto que no todas las áreas en una oficina reciben la iluminación de forma permanente, existen áreas que se necesita baja iluminación, por ser parte de la edificación, que no tiene mucho tránsito por parte del usuario, como, por ejemplo: Las escaleras de emergencia, si bien es cierto necesitan estar iluminadas, no es necesario llegar al 100% de iluminación, por ser espacios específicos de uso, pudiéndose regular la intensidad de luz hasta en un 20% (puede llegar hasta un 10%, menos de ese porcentaje no es recomendable por ser una luz muy tenue, el requerimiento del porcentaje requerido para esta área lo da , normalmente es el encargado de la administración del edificio), cabe resaltar que tampoco se tiene que tener apagada esta área ya que por ser un área para uso específico, en caso de ser necesitado las normas técnicas indican que tiene que estar iluminado, no especificando el porcentaje de iluminación necesario.

Otro ejemplo claro y amplio (en términos de área de control) se da en los sótanos dentro del edificio, al ser un espacio que no se transita de forma permanente, ya que los usuarios disponen de sus vehículos a cualquier hora, exceptuando la hora de entrada y salida, que es la hora de mayor aglomeración en esta área, el sistema permite un control lumínico eficiente, ya que el usuario recibirá la intensidad de luz necesaria cuando ingrese o retire su movilidad, aquí ocurre algo interesante, ya que el porcentaje de iluminación mientras este el usuario no necesariamente puede ser el 100% de luz, puede ser hasta en un 50%, ya que el tiempo que demora en retirar su vehículo es muy corto y más corto aun es, cuando ingresa el usuario al estacionamiento para dejarlo en su área, luego de estos escenarios, la intensidad de luz, también se puede regular a un porcentaje menor que podría ser un 20%, de la misma manera que ejemplo anterior, la norma técnica de iluminación no indica en que cantidad de luz como mínimo necesita esta área.

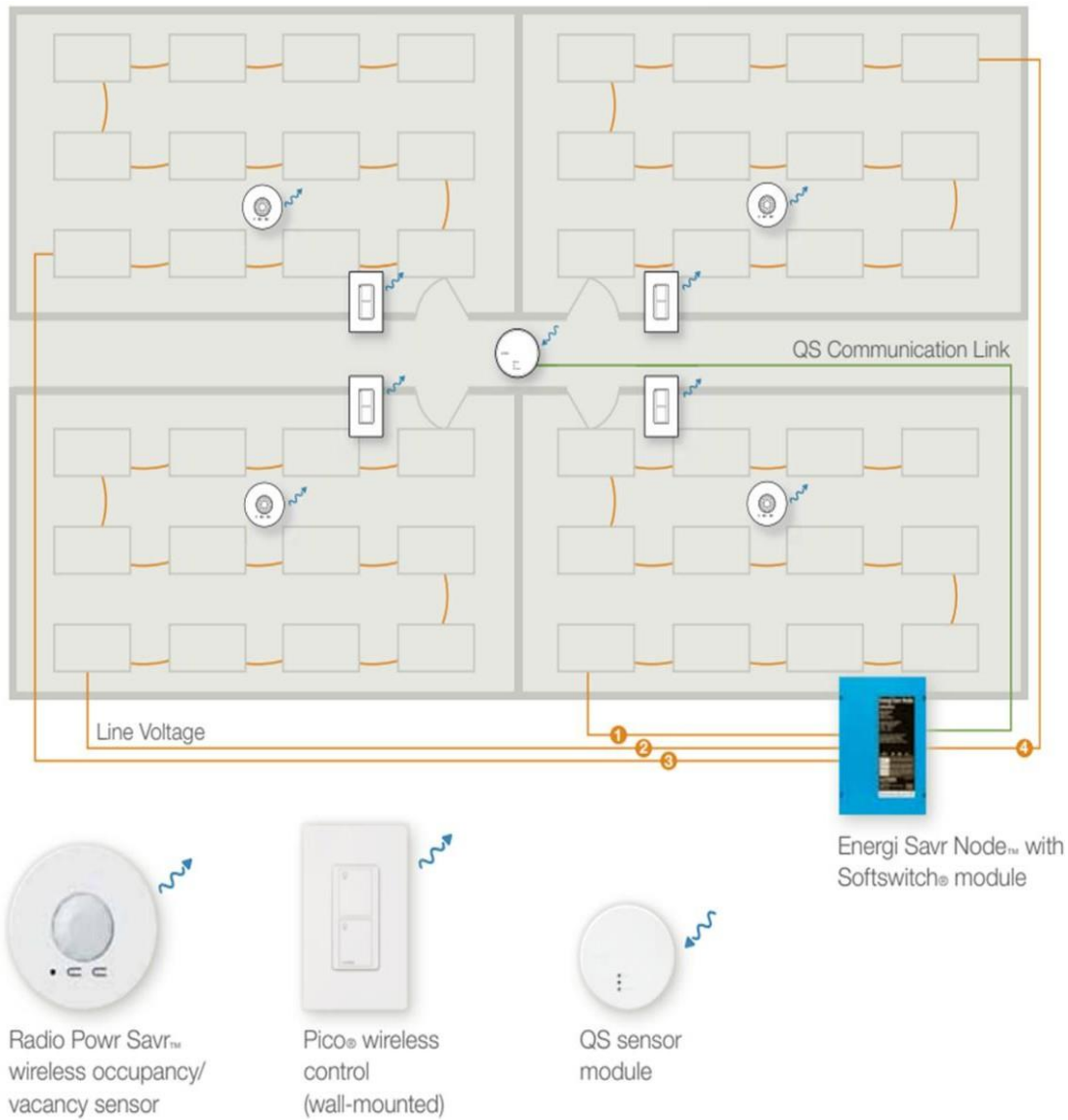
De esta forma opera el sistema de control de iluminación, pudiéndose aplicar a otras áreas menos transitadas y en horarios específicos, como por ejemplo pueden ser las terrazas, almacenes, centros de acopio, directorios, etc.

El control de iluminación se da en cualquier momento del día, ya que cada área necesita una determinada intensidad de luz y el control permite adecuarse a cada área y usuario.

Para todos los casos, en todas las áreas en las cuales se necesite el control de iluminación y sus características es necesario que cuenten con sensores de presencia, el cual ayuda al encendido y apagado de las áreas, en un horario pre establecidos, no limitándose solo a esa labor, el sistema de control también se apoya en el sistema de gestión del programa, este apoya a gestionar y controlar de manera aún más exacta los requerimientos del usuario, pudiéndose hacer desde controles de iluminación semanales hasta controles anuales. De esta forma el, sistema de control de iluminación se vuelve más eficiente y permite conseguir un importante ahorro energético en las instalaciones.

Figura 3

Diagrama de instalación de componentes inalámbricos y tablero electrónico de control de iluminación, utilizando el Modulo Softswitch



Nota. en la figura 3 Se ve los componentes de control, sensores de ocupación, interruptores inalámbricos, control central de los dispositivos (QS), tablero de control del área.

2.1.3 Domótica.

La domótica es un término que proviene de la unión de las palabras "domus" (casa en latín) y "automática". Se refiere a la aplicación de la tecnología para automatizar y controlar de manera remota diversas funciones y sistemas dentro del hogar o edificaciones, con el objetivo de mejorar la eficiencia, comodidad, seguridad y gestión energética. (Simon, 2020)

Uribe , (2022) La domótica en el hogar se está volviendo esencial en la vida cotidiana. Este concepto engloba todos los sistemas diseñados para simplificar las tareas domésticas, proporcionar comodidad y elevar la calidad de vida de las personas. Si estás interesado en tener una casa inteligente, a continuación, te presentamos las tendencias en domótica que marcarán el rumbo en el año 2023.

Hasta el momento, las tecnologías aplicadas a los hogares permiten la gestión remota de aspectos como la iluminación, la seguridad, la temperatura ambiente, el entretenimiento y diversos aspectos internos del hogar. Esto se logra mediante sistemas controlados de manera remota, ya sea desde dispositivos electrónicos como teléfonos celulares o incluso relojes inteligentes.

2.1.4 Inmótica

El término inmótica nace de la unión de las palabras "inmueble" y "automatismo", y se basa en la aplicación de un sistema de gestión remoto y centralizado en los edificios, cuyo objetivo es facilitar la administración global del inmueble y reducir sus consumos energéticos.

Chávez & Tello (2022) en su tesis sostiene como el concepto inmótica.

La inmótica industrial es una rama de la tecnología que se encarga de la automatización de edificios industriales. Su objetivo es crear edificios inteligentes y sostenibles, mediante la automatización de los procesos y funciones de todos los sistemas tecnológicos del edificio, como la iluminación, la climatización, el ahorro energético, etc.

Núñez & Salcedo (2022) sostiene en su tesis como objetivo general, determinar la

influencia de la inmótica en una comisaría tipo C para el sector Manuel Arévalo Trujillo 2022. De cómo la inmótica podría mejorar el confort de los usuarios de una comisaría, es la instalación de un sistema de ventilación natural con sensores de temperatura y humedad. Este sistema podría abrir las ventanas automáticamente cuando la temperatura o la humedad sean demasiado altas, lo que permitiría crear un ambiente más fresco y saludable.

2.1.5 Inmótica y Domótica

Communications, (2022) sostiene en su investigación una diferenciación en la inmótica y la domótica, Aunque están estrechamente vinculadas, no son lo mismo. La domótica se centra exclusiva mente en los hogares, transformando una residencia convencional en un entorno digital diseñado para optimizar servicios como la gestión energética, la seguridad, las redes de comunicación y, en última instancia, la comodidad de sus residentes. Por otro lado, la inmótica no se utiliza en viviendas particulares, sino que se aplica a la gestión de edificios no residenciales, como universidades, ayuntamientos, locales industriales o comerciales. La diferencia fundamental entre estos dos sistemas tecnológicos radica en la escala y la extensión del espacio donde se implementan estas soluciones.

Figura 4

Inmótica



Nota se observa la imagen de ahorro económico con inmótica, tomados (Endesa, 2023)

2.1.6 Que función tiene la inmótica

El uso de esta tecnología puede suponer un ahorro energético de hasta un 40 % en la factura de la luz. Por ese motivo, cada vez más empresas la utilizan en sus instalaciones.

La inmótica se usa principalmente para mejorar el control y monitorización del uso de la energía. Por ejemplo, para aspectos tan básicos como la apertura de puertas/persianas, el encendido/apagado de las luces, el ajuste automático la temperatura de las estancias o los sistemas de vigilancia y alarmas. Estos usos permiten a las empresas mejorar la eficiencia energética al permitirles controlar el consumo de la energía en diferentes áreas de la empresa. (Factorenergia, 2023)

2.1.7 La inmótica y su panorama en Perú

La aplicación de la inmótica enmarca principalmente la reducción o ahorro de energía, debido a las diferentes tecnologías que se incluyen. El sector de la construcción sostenible en Perú tiene algunos parámetros para poder cumplir dicho segmento y la aplicación de la inmótica, enmarca principalmente la reducción o el ahorro de energía, debido a las diferentes tecnologías que se incluyen. Actualmente, los edificios o locales comerciales consumen un 30% de la energía total del mundo y generan un 40% del total de emisiones de gases de efecto invernadero. Con respecto a su operación interna, los sistemas que más consumen energía en este tipo de los edificios son el sistema de iluminación, aproximadamente de un 20% a un 25% también el sistema de aire acondicionado y ventilación, aproximadamente de un 30% a un 40%. Frente a este panorama, en la industria se viene haciendo un análisis sobre cómo optimizar el funcionamiento de los equipos pertenecientes a estos sistemas, para que se utilicen tecnologías que permitan un ahorro y una mejora para el medio ambiente subido de (Meneses, 2023)

2.2 Dispositivos del sistema de control de iluminación de la marca Lutron

2.2.1 Modulo Ecosystem Lutron

Con respecto al sistema "EcoSystem es un sistema de control de iluminación comercial que se compone de balastros atenuadores digitales, controles y sensores ambientales. Estos componentes brindan a las empresas un ahorro energético del 40 al 70 %, a la vez que incrementan la flexibilidad del espacio, mejoran la comodidad y la productividad de los ocupantes y reducen los costos de mantenimiento" (EcoSystem, s.f).

2.2.2 Modulo Softswitch Lutron

Un módulo inteligente, sencillo y programable que controla todas las luces y ahorra energía en un espacio comercial.

Figura 5

Módulos Ecosystem Lutron



Elaboración Propia

Lutron: Lutron Electronics es una empresa que se especializa en soluciones de control de iluminación y sistemas de automatización del hogar y edificios. Ofrece una variedad de productos, incluyendo interruptores, atenuadores y sistemas de gestión de iluminación.

Figura 6

Vista del interior de los módulos electrónicos de control de iluminación



Elaboración Propia

Figura 7

Módulo de control Ecosystem y Modulo Softswitch



Elaboración Propia

2.2.3 Balastros digitales EcoSystem Serie H Lutron

EcoSystem Serie H es un balastro económico para una atenuación de alto rendimiento hasta el 1 %. Diseñado para expandir el mercado de los controles de iluminación que ahorran energía, el balastro de la Serie H ofrece capacidad superior, fácil instalación y mayor flexibilidad.

Figura 8

Balastros electrónicos utilizados para el sistema de control de Iluminación



Elaboración Propia

2.2.4 Sensor de Luz día

El sensor a batería para montaje en techo ahorra energía porque atenúa o apaga las luces eléctricas cuando se dispone de suficiente luz natural. El sensor detecta la luz que hay en el espacio y luego transmite en forma inalámbrica los comandos apropiados a los dispositivos compatibles de atenuación y apagado por medio de la tecnología de radiofrecuencia (RF) Clear Connect de Lutron; posteriormente, estos controles ajustan las luces eléctricas para aprovechar la luz natural.

Figura 9

Sensor luz día



Elaboración Propia

Figura 10

Sensor Luz día junto con el sensor de ocupancia / vacancia, ambientes oficinas administrativas Marsh Perú.



Elaboración Propia.

Según la figura 10 se observa la presencia de un "Sensor Luz día" en conjunto con un "sensor de ocupancia/vacancia" en los ambientes de oficinas administrativas de Marsh Perú. Esto sugiere que en estas áreas se han implementado sistemas de iluminación no convencionales automatizados que responden tanto a la luz natural del día como a la ocupación

o vacancia los espacios.

2.2.5 Sensor de ocupación/ vacancia

Son fáciles de instalar y optimizan el ahorro energético ya que ordenan a los controles inalámbricos compatibles que apaguen las luces o las cargas cuando no haya nadie en la habitación. (Sensor Ocupación inalámbrico Radio, s.f)

Figura 11

Sensor de Ocupancia / Vacancia ubicado en el techo, entre las luminarias modelo de techo



Elaboración Propia.

Se observa en la figura 11 el sensor de ocupancia/vacancia bien colocada.

Figura 12

Sensor de Ocupancia / Vacancia ubicado en la esquina al lado de un ingreso, modelo para esquina



Elaboración Propia.

Se observa en la figura 12 sensor de Ocupancia / Vacancia ubicado en la esquina

2.2.6 Placas inalámbricas picos

Este control versátil y fácil de usar no necesita cables y es compatible con una amplia variedad de soluciones de iluminación, alimentación por pila de larga duración aproximadamente 10 años.

Figura 13

Placas inalámbricas implementadas en las Oficinas Administrativas Marsh



Elaboración Propia.

Figura 14

Placas inalámbricas modelo de pedestal Oficinas Administrativas Marsh



Elaboración Propia.

2.3 Módulo QSM

Emplea la Tecnología de radiofrecuencia (RF) Clear Connect para la comunicación con sensores inalámbricos de ocupación/vacancia, sensores luz día y controladores inalámbricos.

Utilizado para la comunicación y enlace de los dispositivos de control.

Figura 15

Módulo de enlace QSM



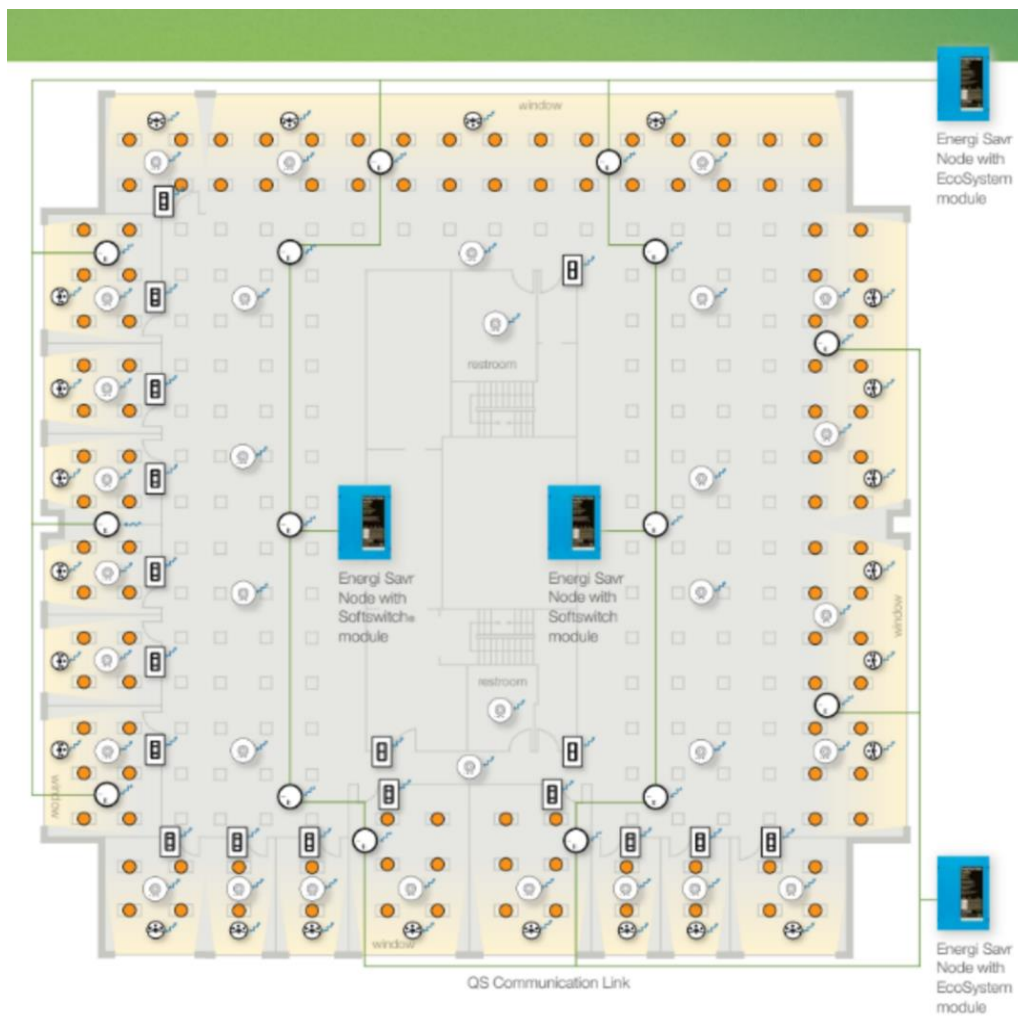
Nota subido y tomado (Ebay, 2023)

2.4 Representación de los dispositivos de control de iluminación en un área

En la figura 16, se aprecia todos dispositivos electrónicos que gobiernan el sistema de iluminación controlada con este sistema, el cual al ser aplicado a las oficinas administrativas Marsh, genera un ahorro y control de la energía, al contar estas con grandes ventanas, el sistema acoge también al sensor de luz día, que permite calibrar la iluminación en los ambientes y controlarlos según la intensidad de luz natural que ingresa, generando más ahorro, dentro de las instalaciones.

Figura 16

Distribución de los elementos de control lumínico del Sistema Lutron, sensores y tableros de control



CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1 Descripción de la experiencia profesional

AYM TECH S.R.L está presente en el Perú desde el año 2008, fecha en que fue fundada, su oficina central actualmente está ubicada en la Av. Javier Prado Este cruce con Virrey Toledo, San Isidro – Lima.

Hace unos años atrás mientras iniciaba mis estudios en la UPN, y contando con un Título Técnico Profesional de Electrónica, llegué a la empresa AYM Tech S.R.L, empresa especializada en la instalación de luminarias y control de iluminación, utilizando dispositivos de control cableado(alámbrico) y no cableado (inalámbrico) en esos años (2012-2014), me desempeñe como técnico en la instalación de luminarias, por esos tiempos se utilizaba las luces fluorescentes en tono blanco y cálido como elemento de iluminación para los proyectos de implementación y control de iluminación en obras , en ese mismo periodo las pruebas de operatividad se realizaban con un sistema llamado "energy saver", que era un programa que se instalaba en el iPad o en el iPhone (productos de la empresa Apple), que permitía hacer pruebas de encendido y apagado de las luminarias por zonas instaladas, y por unidad de luminarias y dispositivos instalados, cabe destacar que este programa venia directamente de los Estados Unidos y no podía compartirse porque se activaba un bloqueo en caso de querer hackearlo o compartirlo, por eso mismo utilizaba el sistema operativo de Apple y no el sistema operativo Android (que es de más fácil accesibilidad). Es así que empiezo a conocer este tipo de sistemas de gestión de iluminación y ahorro de energía, debo de destacar que mis conocimientos electrónicos me ayudaron a comprender de manera más rápida el sistema, ya que la mayoría de mis compañeros eran técnicos electricistas, que comprendían más el sistema desde el punto de vista eléctrico (como son los cableados y las llaves termomagneticas en sus magnitudes y características), no conociendo parámetros y dispositivos electrónicos (parte fundamental de las placas del tablero que son 100% electrónicas, como de los dispositivos mismos), es así que

mientras estudiaba en la universidad aplicaba los conocimientos adquiridos como; la logística de almacenamiento, la metodología 5S, la mejora continua aplicado a diversos procesos, entre otras herramientas de gestión adquiridas en esta casa de estudio aplicadas a las obras de implementación del sistema de control lumínico, siendo reconocida mi participación dentro de la empresa, por gerencia, arquitectos, supervisores, asignándome a cargo pequeñas obras de implementación.

Esta experiencia fue muy valiosa para mí, pues me permitió conocer un sistema que siempre me llamo la atención, que son los sistemas de control domoticos, y es que también la empresa brinda este servicio de implementación a residencias en los distritos más exclusivos de Lima. Observe pues que tan adelantado estaba este sistema de gestión energética en el área de iluminación controlada, con respecto a la iluminación convencional reinante en todo nuestro país, el cual solo se limita a encendido y apagado de las luces, no generando un ahorro en caso se dejara de forma accidental las luces encendidas. Lo mismo para edificios, no existe un control adecuado de iluminación, en este sentido la empresa también brinda este tipo de control lumínico a edificios (obras de implementación), técnicamente conocido como inmótica, concepto nuevo que conocí por esos años.

Cuando terminé la carrera universitaria, y habiendo culminado una obra, me retiré de la empresa, y estuve en otras industrias desempeñándome como bachiller de Ingeniería Industrial, con el fin de adquirir conocimientos y conocer más sobre la carrera.

Por el año 2017, me llama el gerente general de AyM Tech, Sr Miguel Ángel Gutiérrez H. para continuar en las obras con el cargo de supervisor en jefe en la implementación del nuevo sistema de control y actualización del anterior, de esta forma me reincorporo a la empresa, viendo que el nuevo sistema era de arquitectura digital más desarrollado que el sistema que conocí, ya que este nuevo sistema concentra la información de todos los dispositivos de control de iluminación, en un programa tan especializado que se necesita un

servidor(solo para este sistema) para contener toda la información de los dispositivos instalados pudiendo conocer más parámetros de operatividad y funcionamiento de los equipos, este sistema de gestión de iluminación abarca desde la creación digital del plano de luminarias basados en los planos de AutoCAD (solo como referencia) hasta las pruebas de conexión digital de luminarias, dispositivos de control, tableros de control, áreas y zonas de gestión energética de todo un edificio, conociendo al detalle las características físicas de los componentes instalados, de su consumo de energía (potencia), códigos de referencia, compatibilidad de dispositivos e incluso de compartir información con otros tipos de control, como es el control del aire acondicionado, que también puede ser gestionado por el mismo sistema.

Con toda esta tecnología en gestión de iluminación y ahorro energético en tiempo real, y la migración de luces fluorescentes a luces led muy importante ya que la tecnología de atenuación es diferente para ambos tipos de luces en las nuevas implementaciones, me propuse a analizar una implementación que allá tenido el sistema convencional y compararlo con el sistema actual de gestión de control de iluminación, encontrando esta oportunidad en las oficinas administrativas de la empresa Marsh Perú S.A.C, ya que años atrás estas oficinas contaban con el sistema convencional y actualmente cuentan con el nuevo sistema de control de iluminación y ahorro energético en sus instalaciones.

3.2 Delimitación de la investigación

Determinamos el estudio de control de iluminación y ahorro energético en las oficinas administrativas Marsh Perú S.A.C, se consideró este proyecto para el estudio y análisis ya que existe un antes y un después en la implementación de este proyecto.

Al decir antes, me refiero a que contaba con el sistema convencional de control de luminarias, ósea un interruptor encendía y apagaba las luces, adicional a esto, las luminarias eran de tubo fluorescentes y el sistema de funcionamiento de las luminarias también era

convencional, lo mismo con los tableros eléctricos de control, llámese interruptor termomagnético de luces derivado de la llave general de control, también convencional en su funcionamiento.

Al decir después, me refiero que se retiró el sistema convencional de control, y se implementó el nuevo sistema de control de iluminación el cual permite el ahorro energético en las instalaciones del proyecto, para nuestro caso las oficinas administrativas Marsh Perú S.A.C, el control de la iluminación se da al atenuar las luces, de esta forma el usuario puede controlar la cantidad de luz que proporcionan sus luminarias. Para tal fin se cuentan con dispositivos de control como son; sensores de ocupación que garantizan que las luces no queden encendidas cuando las oficinas no estén ocupadas, también se tiene los tableros inteligentes de control, que son los que gestionan todo el sistema de iluminación.

En los otros proyectos de implementación llevados por mi persona como son oficinas administrativas, edificaciones, clínicas, etc., la implementación del sistema de control y ahorro energético, se realizó desde cero, ósea desde el inicio de obra, por lo cual el sistema de control y ahorro operaria desde la gestión de los planos, distribución de luminarias, distribución de dispositivos, hasta la implementación física de luminarias. instalación física de los tableros de control, instalación de dispositivos de control, programación de estos, pruebas de funcionamiento y operatividad del sistema de gestión de energía, que es el nombre que se le da al control de iluminación y ahorro energético del proyecto. Como detalle, todas estas obras de implementación no cuentan con un antes, ya que son proyectos nuevos, tanto en el diseño de los planos y actualización de estos, así mismo la distribución de todos los componentes y dispositivos dentro del proyecto.

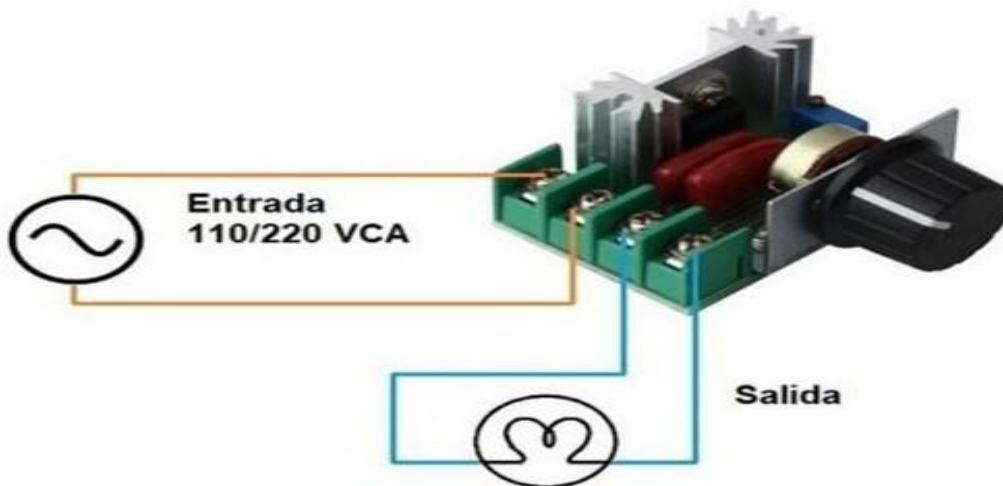
3.2.1 Descripción del sistema a estudiar

Una de las maneras más sencillas de control de la iluminación y ahorrar energía es utilizar atenuadores de luz, (o como se les conoce también; reguladores de intensidad de luz),

y otros dispositivos electrónicos que controlen la luz natural, como por ejemplo sensores de luz que regulen el ingreso de luz natural al ambiente, utilizando la subida y la bajada de las cortinas dentro de las oficinas en las edificaciones, de esta forma la luz natural se puede controlar en los ambientes, ya que mayormente las ventanas en edificios son muy grandes por ende la luz natural ingresa con toda su intensidad lumínica, esta es una forma de controlar su intensidad, al regular de forma adecuada la subida y las bajadas de las cortinas, así mismo se puede trabajar esta luz de forma paralela con la luz eléctrica, especialmente en las oficinas administrativas en las edificaciones(para nuestro caso de estudio, solo nos concentraremos en el control de la luz eléctrica), colaborando así a un mejor control de iluminación. La luz eléctrica, se puede controlar con sensores de ocupación, permitiéndonos un ahorro eficaz de la luz, ya que el sensor se puede programar de forma manual, (y también por sistema), se le asigna un tiempo determinado al retirarse el usuario de los ambientes (Directorios, oficinas, servicios, almacenes, centros de control entre otros), cumpliéndose este tiempo el sensor ordena el apagado del ambiente, generando control lumínico y ahorro energético.

Figura 17

Control de atenuación básico aplicado solo aluaces incandescentes



Dimmer Dimer 2000w 110/220v Regulador De Velocidad Voltaje

Nota según la figura 17 se observa este dispositivo electrónico controlado por un potenciómetro, sirve para atenuar cargas del tipo incandescente, solo este tipo cargas, ya que

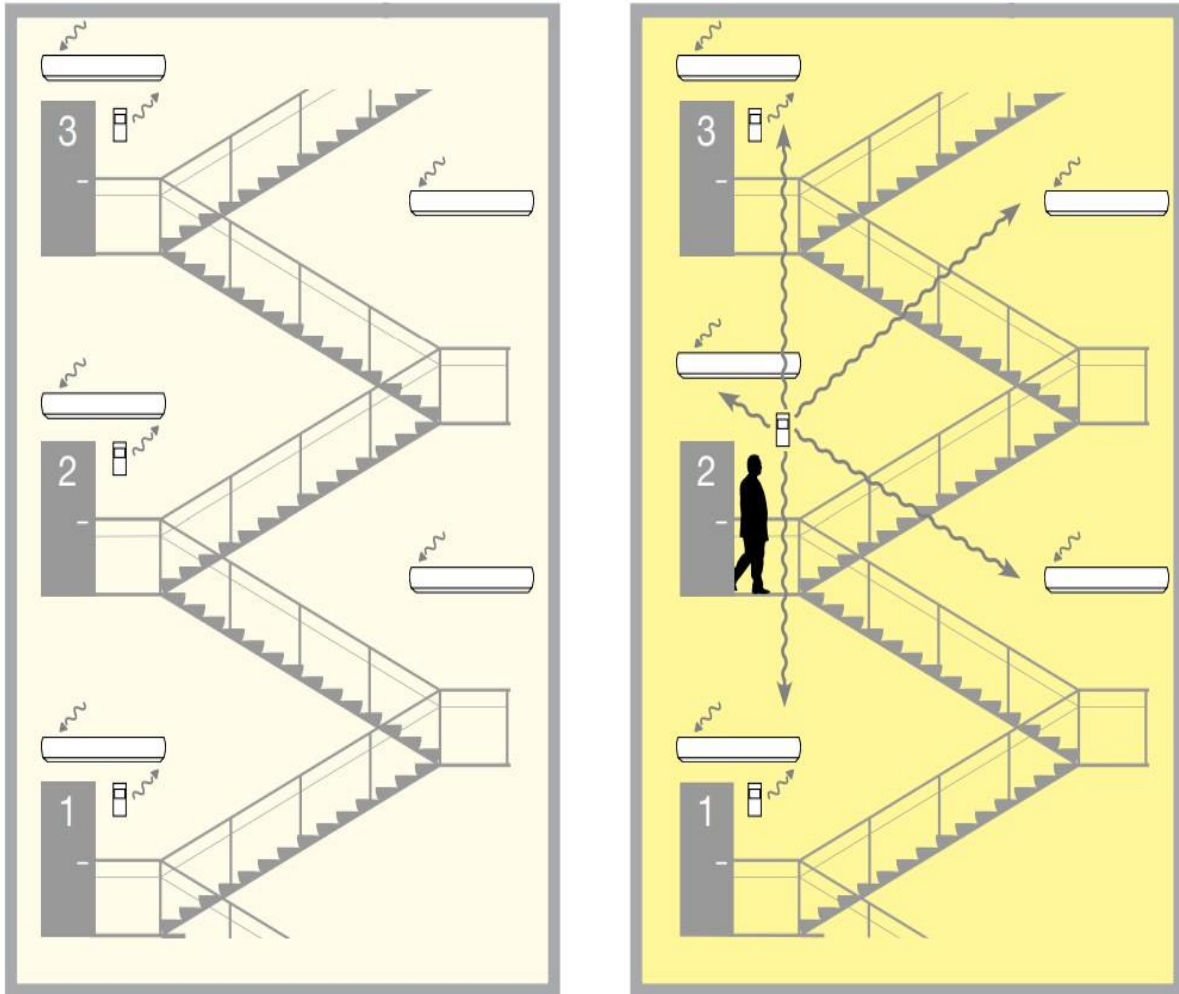
la forma de control de otro tipo de luces como, por ejemplo, luces fluorescentes o luces Led, necesitan otra tecnología ya que el control de la onda alterna es diferente a cada caso. ([Dimmer 2000w 110/220, regulador de voltaje], s.f)

Figura 18

Operatividad del sensor de ocupación, en los estados desocupado y ocupado

Unoccupied: 10% light level

Occupied: 50% light level



Nota según la figura 18 La imagen representa el nivel de luz en unas escaleras, controladas por el sensor de ocupación, la intensidad de luz se expresa en porcentaje, en los estados desocupado y ocupado, en el nivel desocupado la intensidad de luz que se brinda es de un 10%, ya que no se puede apagar completamente por ser escalera, en el nivel ocupado la intensidad de luz es del 50%, ya que no es necesario una intensidad del 100%, ya que el usuario

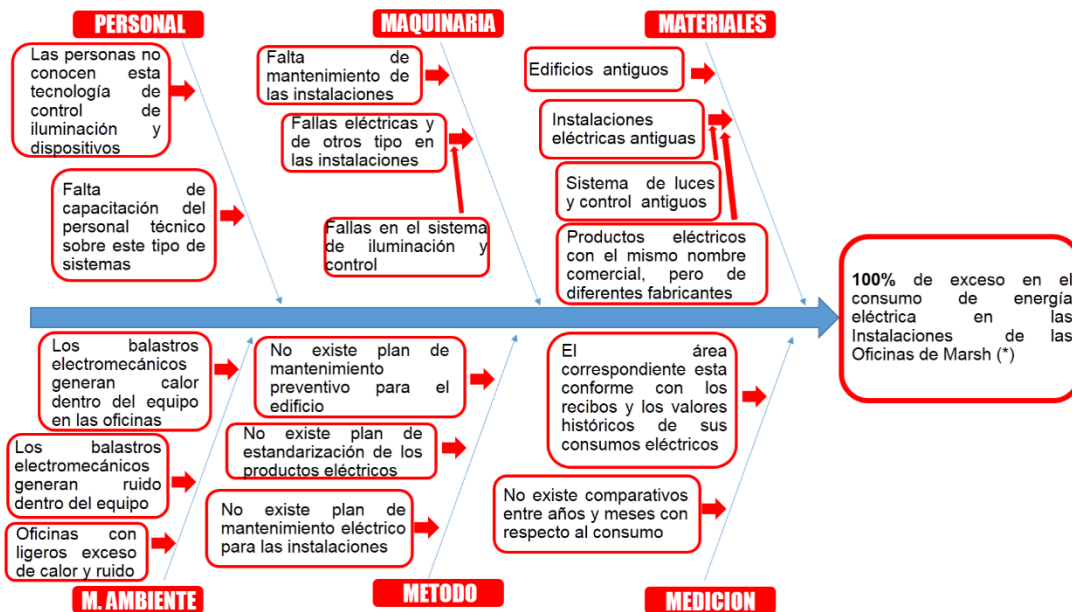
solo se encuentra por un periodo corto de tiempo. Lutron Energi TriPak. (s.f)

3.3 Identificación de la problemática

Luego de conocer el sistema de control de iluminación convencional, se procedió a identificar las causas que generan que este tipo de sistema sea obsoleto con respecto a la iluminación controlada, para esto se utilizó la herramienta de calidad llamada espina de pescado (causa – efecto), a continuación, presento las causas que originan la baja eficiencia de control de este sistema.

Figura 19

Diagrama de Ishikawa Principales causas



Nota* según la figura 19 se observa el diagrama Ishikawa

(*) Iluminación convencional en edificaciones, solo se controla las luces prendiéndolas y apagándolas, no existe control de iluminación ni ahorro energético en este sistema, si por casualidad se dejaran encendidas todas las luces o una parte de estas encendidas dentro de las instalaciones, estarían encendidas hasta que el personal se dé cuenta y las apague, el tiempo en este caso puede ser prolongado o corto.

En el diagrama de Ishikawa se identificó las principales causas que originan el poco

control lumínico del sistema convencional de iluminación, de los cuales se mencionaran los más representativos:

1. Sistema de iluminación y control antiguos.
2. Productos eléctricos con el mismo nombre comercial, pero de diferente fabricante, no existe estandarización de los elementos de control.
3. Fallas en el sistema eléctrico y de iluminación.
4. Los usuarios y personal administrativo o de gestión no conocen esta tecnología de control de iluminación y por ende del ahorro.
5. No existe comparativo histórico de consumo eléctrico.
6. No existe un plan de mantenimiento preventivo de las instalaciones eléctricas.

Después de determinar las causas más resaltantes, se procedió a evaluar cada una de ellas, con el fin de identificar el de mayor impacto económico.

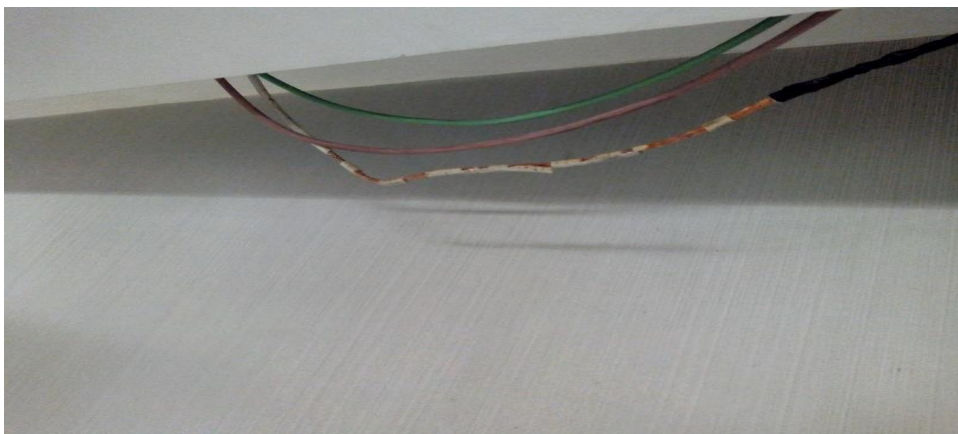
La evaluación va a ser gráfica y por análisis de datos, para obtener todos los datos hemos de utilizar las imágenes de las instalaciones cuando el sistema de control es convencional y luego cuando se implementó el sistema con el control de iluminación.

3.3.1 Sistema de Iluminación convencional y sin control

Instalaciones eléctricas antiguas, se aprecia los cables recalentados y pelados

Figura 20

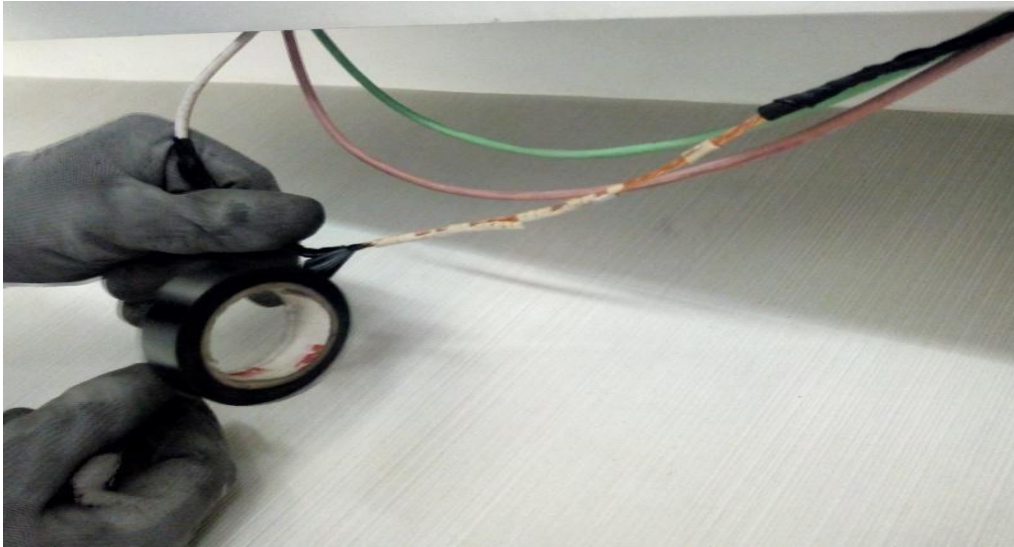
Instalaciones Eléctricas Antiguas se aprecia los cables recalentados y pelados



Elaboración Propia.

Figura 21

Instalaciones eléctricas antiguas, resane de los cables recalentados y pelados



Elaboración Propia.

Figura 22

Instalaciones eléctricas antiguas, se aprecia la luminaria que no enciende



Elaboración Propia

Figura 23

Instalaciones antiguas luminarias encendidas



Elaboración Propia

3.4 Fallas en el sistema eléctrico y de iluminación.

Figura 24

Sistemas de luces antiguos, se aprecia la luminaria con bastante uso



Nota: También se ve que le acoplaron otro balastro, ya que por la longitud no concuerda con el contenedor metálico original.

Para la evaluación se tomó como referencia las Oficinas Administrativas Marsh Perú, cuando sus instalaciones se encontraban con el sistema convencional de iluminación, evaluación del antes.

Figura 25

Tubos fluorescentes de 28w, utilizados en su recambio sistema convencional



Elaboración Propia.

Figura 26

Cajas de cambio de tubos fluorescentes de 28w y 54 w de dos pines por extremo, ubicados en el almacén



Elaboración Propia.

Figura 27

Cajas de tubos fluorescentes de 28 w, modelo de 4 pines



Elaboración propia

Figura 28

Luminaria con tubos fluorescentes de 28W, el modelo de la luminaria es circular.



Elaboración Propia.

Figura 29

Luminaria con tubos fluorescentes de 28W, el modelo de la luminaria es RT5



Elaboración Propia

3.5 Sistema de iluminación no convencional y con control

Se realizó el cambio de luminarias y el sistema eléctrico y de iluminación, se cambió por sistemas de luces modernos, llamados LED, se consideró para el cambio la misma cantidad de luminarias, se adjunta imágenes del cambio.

Figura 30

Se cambió por luminarias con luces LED de una tira, Oficinas administrativas Marsh



Elaboración Propia. Según la figura 30 se aprecia luces modernas y estandarizadas

Figura 31

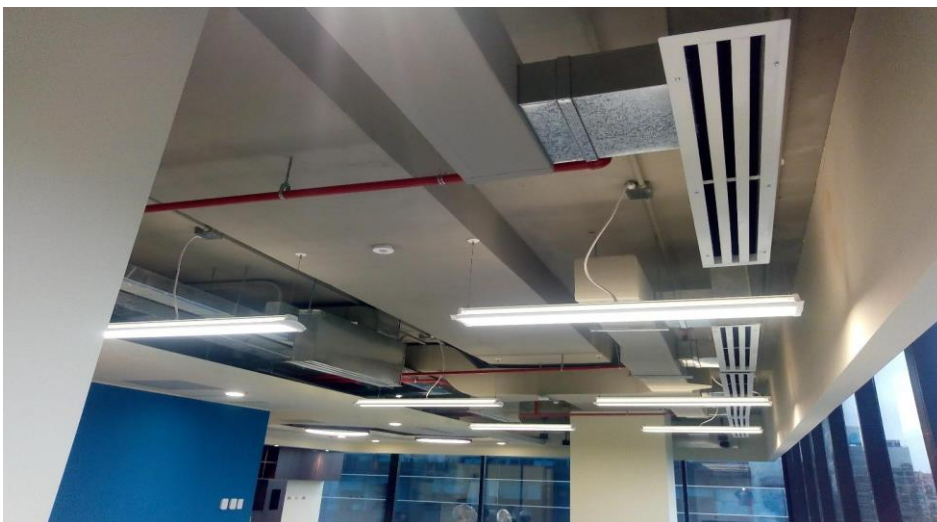
Sistemas de luces modernos con sistema de control de Iluminación, se aprecia la estandarización de la iluminación



Elaboración Propia

Figura 32

Sistemas de Luces Led en las Oficinas administrativas



Nota según la figura 32 se observa los sistemas estandarizados colocados esparcidos en las áreas del techo cubriendo proporcionalmente las áreas que lleguen la iluminación.

Figura 33

Luces LED circulares,



Nota según la figura 33 se observa las Luces LED circulares irradiando su luminiscencia.

Figura 34

El tono blanco de la luz



Nota según la figura 34 se observa Perspectiva de las luces led, se aprecia el tono blanco de la luz

Figura 35

Iluminación junto a las ventanas



Nota según la figura 35 se observa Iluminación junto a las ventanas, se aprecia el dispositivo de control luz día

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Análisis de la situación Inicial

4.1.1 Análisis inicial

Los cálculos se realizarán partiendo en las instalaciones de las Oficinas Administrativas Marsh Perú, cuando contaban con el sistema de control convencional de iluminación en sus ambientes de trabajo, ósea el sistema de encendido y apagado común, no contando el ahorro energético como prioridad, se va a realizar el cálculo de las luminarias instaladas en los pisos, que comprende del piso 9 al piso 15, para esto se va a detallar las cantidades de luminarias y lámparas fluorescentes instaladas con sus respectivas potencias de trabajo , de estas forma se va a calcular la potencia total de consumo de las instalaciones operando al 100% de la carga, ya que este sistema no tiene control.

Tabla 1

Descripción de componentes en las luminarias convencionales, antes de la implementación

Ítem	Componentes	Características	Potencia del accesorio (Watts)
1	Luminaria carcasa metálica	Rectangular col. blanco	14,24,28,54
2	Tubo Fluorescente 28W	Luz blanca	28
3	Tubo Fluorescente 54W	Luz blanca	54
4	Balastro electrónico 2x28 TL5	100% electrónico	28
5	Balastro electrónico 2x54 TL5	100% electrónico	54

Fuente: elaboración propia

Tabla 2

Cantidad total de Luminarias instaladas, luminarias fluorescentes de 28W

Ítem	Luminarias RT5	Piso n9	Piso n10	Piso n11	Piso n12	Piso n13	Piso n14	Piso n15	Total
1	Luminaria 2x28	23	23	23	23	23	23	12	150
2	Luminaria 1x28	42	42	42	42	42	42	12	264
Total, luminarias									414

Fuente: elaboración propia

Tabla 3
Cantidad total de Luminarias instaladas, luminarias fluorescentes de 54W

Ítem	Luminarias RT5	Piso n9	Piso n10	Piso n11	Piso n12	Piso n13	Piso n14	Piso n15	Total
1	Luminaria 2x54	64	64	64	64	64	64	22	406
2	Luminaria 1x54	0	0	0	0	0	0	0	0
Total, luminarias									406

Fuente: elaboración propia

Tabla 4
Total, de luminarias y lámparas de 28 W instaladas en los pisos

Ítem	Detalles de luminarias	Numero de luminarias P9-P15	Numero de lámparas por luminarias	Potencia (Watts)
1	Luminaria 2x28	150	300	28
2	Luminaria 1x28	264	264	28
Total, de luminarias		414	564	28

Fuente: elaboración propia

Tabla 5
Total, de luminarias y lámparas de 54 W instaladas en los pisos

Ítem	Detalles de luminarias	Numero de luminarias P9-P15	Numero de lámparas por luminarias	Potencia (Watts)
1	Luminaria 2x54	406	812	54
2	Luminaria 1x54	0	0	0
Total, de luminarias		406	812	54

Fuente: elaboración propia

Tabla 6
Total, de lámparas de 28 w y 54 w instaladas en los pisos sin control de iluminación

Ítem	Cantidad total de luminarias	Numero de lámparas P9-P15	Potencia (Watts)	Numero de lámparas*Potencia(W)
1	414	564	28	15792
2	406	812	54	43848

Elaboración Propia

4.1.2 Análisis económico del consumo de energía sin control de iluminación

La carga total instalada de iluminación (Potencia Total, con luminarias RT5), con el sistema convencional en las oficinas Administrativas Marsh, desde el P9 al P15, se determina de la siguiente manera:

$$P1 \text{ total de } 28w = 15792.00 \text{ (W)}$$

$$P2 \text{ total de } 54w = 43848.00 \text{ (W)}$$

$$PT = P1 + P2 = 59640 \text{ (W)}$$

4.1.2.1 El consumo de las lámparas fluorescentes en una hora es:

Potencias de lámparas Fluorescentes en una hora: $59640W = 59640 * (1kw/1000) * (1h)$
=59.64 Kwh.

4.1.3 Costo en Kwh de la empresa eléctrica

El costo de Kwh de la empresa eléctrica (Luz del Sur S.A.A) en el distrito de San Isidro, donde se encuentran las oficinas administrativas Marsh Perú SAC, es de:

=0.6364 soles, lo llevamos a dólares (tipo de cambio 3.7 soles por dólar) = $0.6364/3.7$
=\$0.172

4.1.4 El costo de la Iluminación sin control en una hora es:

El costo en Kwh de la empresa LDS es de \$0.172 dólares americanos.

El consumo de las lámparas fluorescentes en una hora es 59.64 Kwh.

$$= 0.172 * (59.64) = \$10.25808 \text{ (dólares americanos) Ecuación 1 Costos de Iluminación}$$

Teniendo en cuenta que las oficinas empiezan a operar desde las 7 am hasta las 19 pm (7pm), se tiene en total de 12 horas de labor diaria, horas en que las luces en las oficinas empiezan a trabajar de forma constante, no se consideran las horas extras por ser muy esporádicas.

4.1.5 Cálculo del costo de iluminación sin control

Los días de labor son de lunes a viernes, considerando 30 días calendario (mes

contable), y cuatro semanas (lunes a viernes), haciendo un total de 22 días de labor

20 días laborables + 02 días laborables + 08 días de descanso (sábados y domingos) =
30 días

Total, de días laborables = 22 días

Total, de horas diarias laboradas en las Oficinas Administrativas Marsh = 12 horas

El costo de la **Iluminación sin control** en un mes:

El consumo en dólares en un mes de energía, de 12 horas y 22 días debido a la
Iluminación es:

$$= \frac{10.25808}{1h} * \frac{12 h}{1dia} * \frac{22 dias}{1 mes} \quad \text{Ecuación 2 Costos total horas diarias laboradas}$$

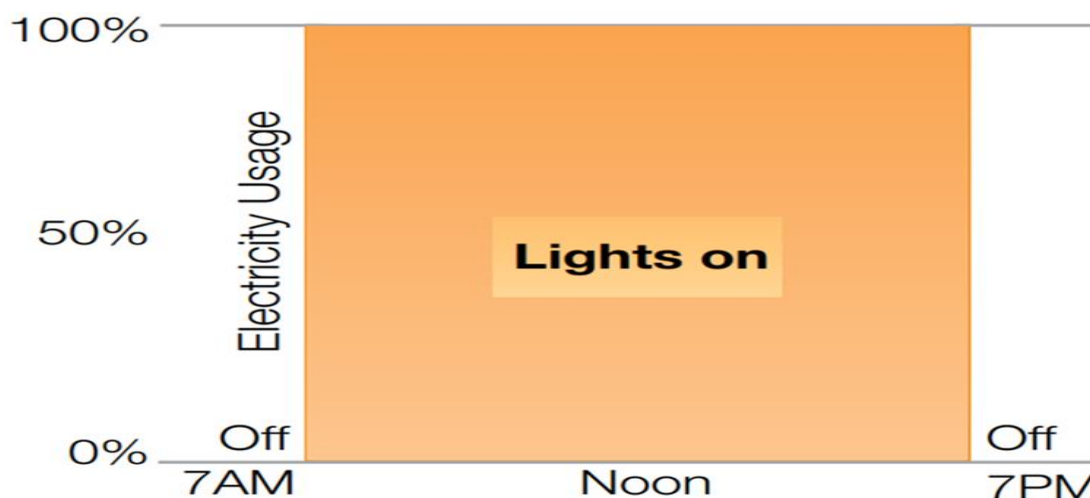
$$= 2708.13312 \text{ dólares/mes}$$

4.1.6 Análisis del consumo total sin utilizar el sistema de control

Para este análisis se considera las horas en las cuales está operando las Oficinas administrativas Marsh Perú S.A.C, sin utilizar el sistema de control de iluminación, se determinó 12 horas de labor en las oficinas el control de luces es manual, área del rectángulo.

Figura 36

Consumo total sin control de iluminación



Nota según la figura 36 se observa el área indica el consumo total sin control de iluminación

Calculamos el consumo con la fórmula del rectángulo base por altura.

CT= Consumo Total, luces trabajando al 100% sin atenuación.

$CT = 12 \cdot 100(h.%)$ Ecuación 3 Consumo Total, luces trabajando al 100% sin atenuación

Consumo Total Sin Control = $1200h\%$

4.2 Análisis de la situación final

4.2.1 Análisis con el sistema de control de iluminación

Para nuestros cálculos se ha considerado la implementación del sistema no convencional de control de iluminación de la marca americana Lutron, ya que esta marca trabaja en nuestro país desde hace varios años con este sistema, implementándolo en oficinas, edificaciones, hospitales, centros comerciales, entre muchos proyectos, desde inicio del proyecto hasta la finalización de este. Implementado este sistema de iluminación mediante su producto llamado Ecosystem y sus componentes de control aplicado a las oficinas Administrativas Marsh Perú S.A.C, ya que en este caso en particular estas oficinas trabajaban con el sistema convencional de iluminación, siendo hasta el momento el primer proyecto en realizar el cambio de sistema de iluminación convencional al sistema de iluminación no convencional, por este motivo se da este análisis, podremos ver el antes y después de cada sistema.

La eficiencia de este control lumínico ofrece una oportunidad de ahorro de energía en cuanto a la iluminación respecta.

Para este sistema de gestión energética se utilizó los siguientes dispositivos de control:

- Sensor de Ocupancia / Vacancia
- Sensor de luz día
- Interruptor de control

4.2.2 Análisis de los dispositivos de control de iluminación

4.2.3 Análisis de sensor de ocupancia / vacancia, ósea de presencia/ ausencia

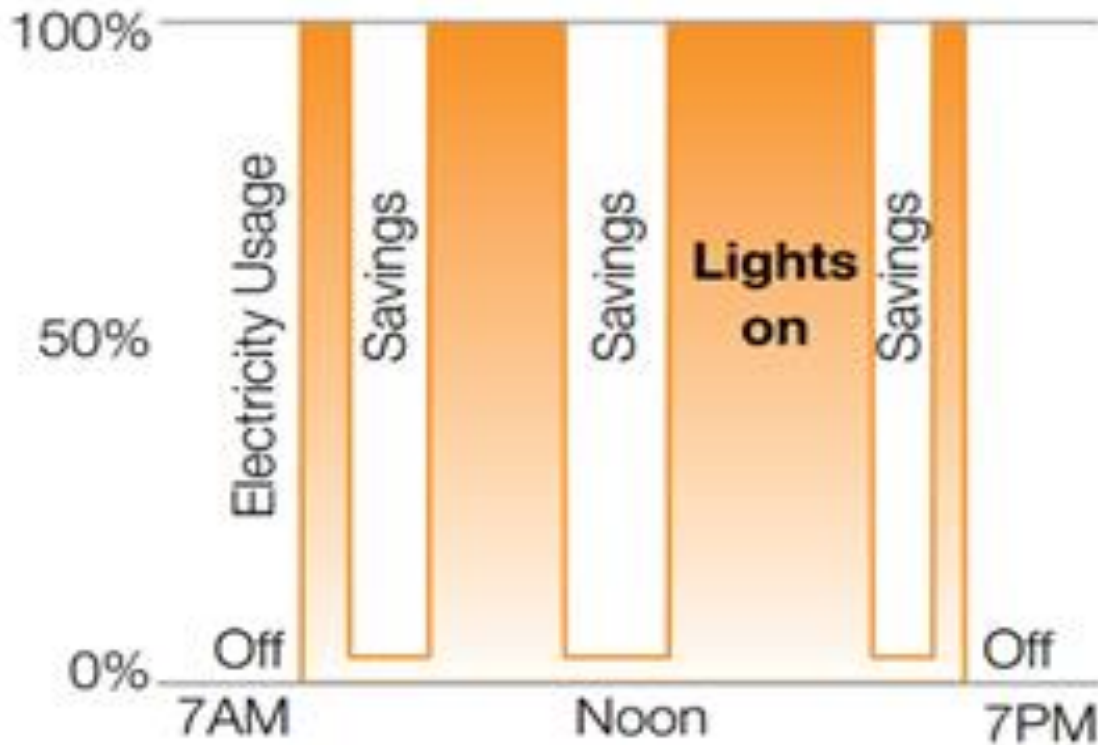
En la figura 37, se muestra gráficamente como opera el sensor de presencia en un turno de 12 horas de 7 am a 7pm, el rango de trabajo inicia desde 0% (Luz apagada), hasta el 100% (luz completamente encendida), acoto que la luz completamente encendida no necesariamente está al 100%, puede estar en un rango mucho menor, llegando a estar incluso a un 10% de encendido, ya que el sistema se puede programar a un rango de trabajo determinado. El sensor solo activa y desactiva el sistema de luz, detectando al usuario en el ambiente de trabajo.

Se observa en el grafico que el área de color naranja indica que están las luces encendidas, por lo tanto, el usuario o los usuarios están dentro del área realizando alguna actividad, el área de color blanco indica que no existe presencia del usuario por ende el sensor manda a apagar las luces del sistema, esto genera ahorro energético dentro de las instalaciones.

Como se observa los rangos de trabajo del sensor, son variables durante todo el día, nótese que al mediodía(noon), el área es mayor, esto significa que los usuarios no están dentro de las oficinas por ende las luces se encuentran apagadas, esto se debe a que los usuarios han salido a almorzar. Podemos deducir que el % de luz es equivalente al % de potencia utilizada por el usuario.

Figura 37

Área de Funcionamiento de Control del sensor Ocupancia



Nota según la figura 37 se observa el Lighting Control System (s.f) Área de Funcionamiento de Control del sensor Ocupancia / Vacancia

4.2.4 Análisis de sensor de luz día

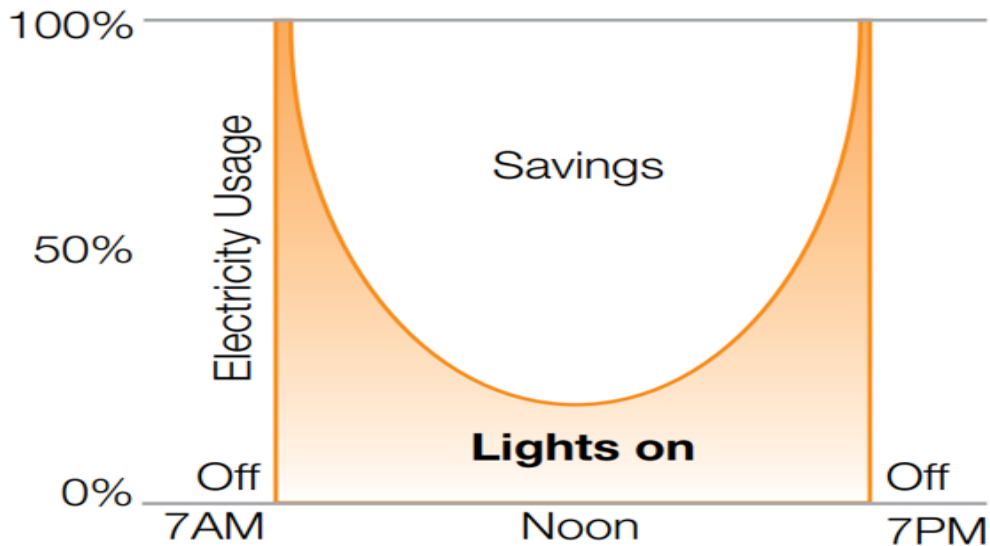
El control de iluminación por sensor luz día es aplicable a edificaciones que cuenten con amplias ventanas ya que aprovecha la luz natural disponible, su función es la de regular la intensidad de luz entrante (luz natural) de forma continua y discreta, de esta forma regula la intensidad de las luminarias aprovechando el entorno (ventanas en las oficinas). En la figura 38, se muestra gráficamente como opera el sensor luz día en un turno de 12 horas de 7 am a 7pm, se observa que en la mañana a las 7am cuando empieza a aclararse el día, el sensor permanece inactivo, por ende, las luces operan en el porcentaje graduado (luces encendidas, área de color naranja), según transcurre el día el sensor empieza a operar de forma más permanente ya que el sol va saliendo, siendo su punto máximo de trabajo al mediodía (noon, área de color blanco y es cuando se da el mayor ahorro en iluminación), ya que el sol a esta

hora brilla con mayor intensidad, transcurre el tiempo y llegado a las 7 pm el sensor permanece inactivo, ya que no existe presencia de sol y empieza a trabajar los otros sistemas de controles.

4.2.5 Detalle de Funcionamiento de Control de Iluminación con sensor luz día

Figura 38

Funcionamiento de Control de Iluminación Luz día



Nota según la figura 38 se observa Funcionamiento de Control de Iluminación Lighting Control System (s.f)

En la figura 39, se muestra gráficamente como opera el interruptor inalámbrico/ alámbrico en un turno de 12 horas de 7 am a 7pm, este tipo de control permite el uso manual del usuario, de esta forma la elección del usuario es más personal con respecto a la iluminación del ambiente, este control permite encender y apagar las luces, también se destaca que en este tipo de control se puede variar la intensidad de luz (dependiendo del modelo de interruptor). Como se observa en el grafico mientras el usuario este en el ambiente (área de color naranja), las luces se mantienen encendidas en todo momento, y cuando el usuario sale (como por ejemplo a otra área, o tiene una reunión, este usuario apaga de forma manual la luz), en ese momento (área de color blanco), se está dando el ahorro energético en ese lapso de tiempo, de la misma forma se observa que al mediodía el área correspondiente se mantiene apagada en lo

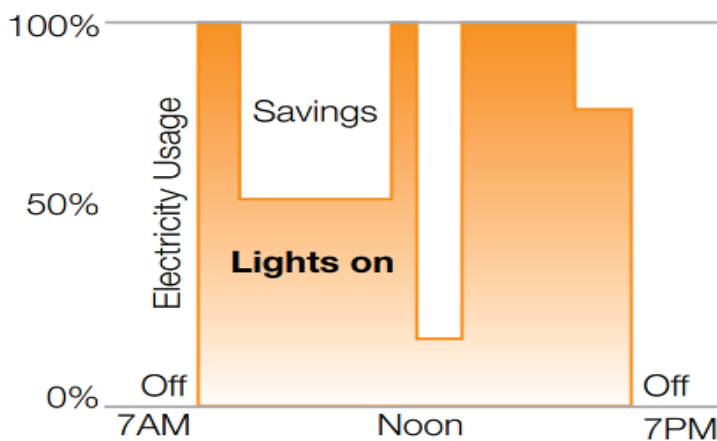
que demora el usuario en regresar de su refrigerio, en un día laboral normal pueden ocurrir muchos escenarios de control con este sistema, ya que por ejemplo si el usuario no asiste a su oficina, entonces las luces están completamente apagadas durante todo ese día, si el usuario sale a almorzar y regresa solo se va a apreciar el apagado completo durante su hora de refrigerio, un día normal puede ser el grafico aquí descrito.

4.2.6 Detalle de Funcionamiento de Control manual del interruptor

Figura 39

Control manual del interruptor

Para nuestros cálculos no se considera este control manual, ya que su análisis es muy variable, ya que los escenarios de funcionamiento son muy diversos.



Nota según la figura 39 se observa Lights Control System traducido "Sistema de Control de Luces". (s.f)

4.2.7 Estrategias de ahorro de energía utilizando sistemas de control

Todos los puntos de control son inalámbricos, para una fácil instalación sin necesidad de cableado.

Procedimientos de programación por pulsación de botones para todos los dispositivos.

Programable por el instalador.

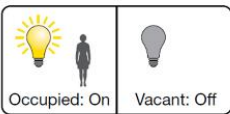

Costes totales de mano de obra y cableado reducidos gracias a la comunicación inalámbrica sin necesidad de cableado adicional.

4.2.8 Ahorros potenciales utilizando los dispositivos de control

El sistema de iluminación controlado, indica el porcentaje de ahorros que puede alcanzar utilizando los dispositivos de ocupancia / vacancia y luz día.

Figura 40

Ahorros potenciales de energía de los dispositivos de control

		Ahorros potenciales
	<p>Sensor de presencia/ausencia enciende las luces cuando los ocupantes se encuentran en el espacio y las apaga o atenúa cuando se ausentan del mismo.</p>	<p>20–60% en iluminación⁵</p>
	<p>Aprovechamiento de luz natural regula las luces eléctricas cuando hay luz natural disponible para iluminar el espacio.</p>	<p>25–60% en iluminación⁶</p>

Nota según la figura 40 se observa Lights Control System traducido "Sistema de Control de Luces". (s.f)

4.2.9 Análisis del consumo utilizando el sistema de control por sensor ocupación /vacancia (análisis gráfico)

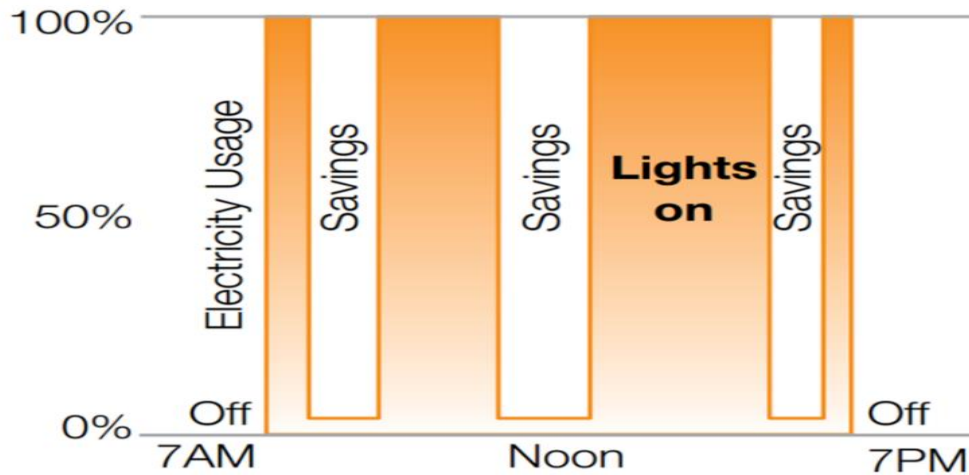
Antes de las 7am, las oficinas se encuentran apagadas (al 100%) el sensor no detecta usuarios. Después de las 7pm, las oficinas se encuentran apagadas (al 100%) el sensor no detecta usuarios. El que estén apagadas en estos horarios no significa que no funcionen, si un usuario ingresa en estos horarios el sensor encenderá las luminarias asociadas al área programada, si el usuario transita por estas áreas el sensor lo detectara y encenderá las luces por un periodo determinado (de 1 minuto a 30 minutos, según programación manual) de tiempo.

En el horario de trabajo de 7am a 7pm (12 horas de labor), las oficinas no se apagan completamente, se le da el nivel de atenuación del 10% de iluminación en ausencia del usuario, dentro de las horas laborables.

4.3. Para desarrollar este análisis se utilizará el criterio de cálculo de áreas

Figura 41

Análisis criterio de cálculo de áreas



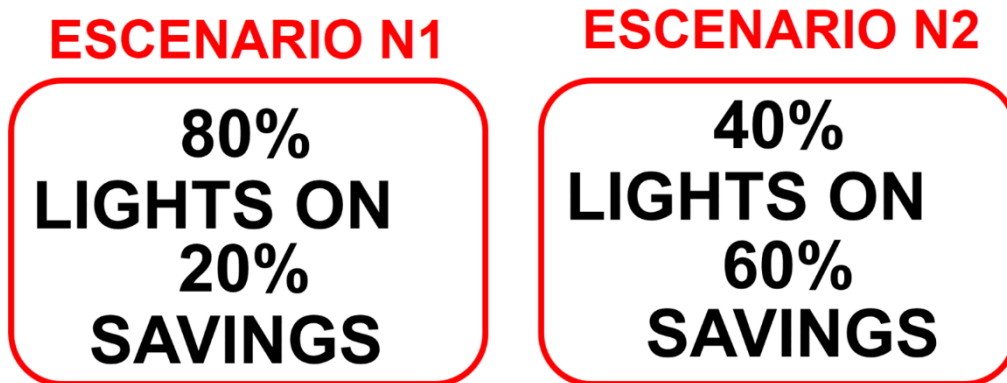
Nota según la figura 41 se observa que la gestión de la iluminación en un entorno de oficina durante el horario laboral, que va desde las 7 a.m. hasta las 7 p.m. Durante estas 12 horas de trabajo, las luces de las oficinas no se apagan por completo. En lugar de apagarse, se ajusta la intensidad de la iluminación al 10% cuando no hay usuarios presentes, pero esto solo ocurre durante las horas de trabajo. Este enfoque ayuda a conservar energía al mantener una iluminación mínima cuando no se detecta la presencia de personas en las oficinas.

4.3.1 Calculando el promedio ponderado para el sensor ocupancia/vacancia

Para calcular este dato, tomare como referencia los valores que coloca el fabricante basado en sus estudios, detallados en sus referencias y manuales (datos de la Fig. 40, sensor de presencia /ausencia). Usare la herramienta matemática llamada cálculo promedio ponderado fig. 42, para aproximarme al valor en porcentaje (notamos que son áreas rectangulares), del sensor de presencia/ ausencia:

Figura 42

Escenarios de Ahorro Potencial del Sensor Presencia/Ausencia



Nota según la figura 42 se observa que el "80% de luces encendidas, 20% de ahorro".

4.3.1.1 cálculo de ahorro por atenuación ponderada del sensor de ocupancia / vacancia

$$\text{Atenuación Promedio} = 80 \cdot 20 + 40 \cdot 60 / (80 + 40) = 4000 / 120 = 33,33 \% \text{ atenuación}$$

ponderada con el sensor presencia/ausencia

Ecuación 4 Atenuación Ponderada

Según la Fig.42, el valor de porcentaje de ahorro para el sensor de presencia / ausencia el valor oscila desde los 20% hasta los 60%, siendo para nuestro calculo el valor de 33.33% de ahorro, valor considerado en el intervalo de ahorro según el fabricante.

4.3.2 cálculo del porcentaje de luces encendidas con el sensor ocupancia /vacancia

Para calcular el valor restante, ósea el valor en que las luces se encuentran encendidas, tomo como referencia el cálculo del área encendida al 100%(Fig.36), al realizar la diferencia de áreas tenemos el siguiente resultado:

$$100\% - 33.33\% = 66.67\% \text{ Ecuación 5 Diferencias}$$

mantiene las luces encendidas las luces se mantienen encendidas en las áreas que tienen este sensor.

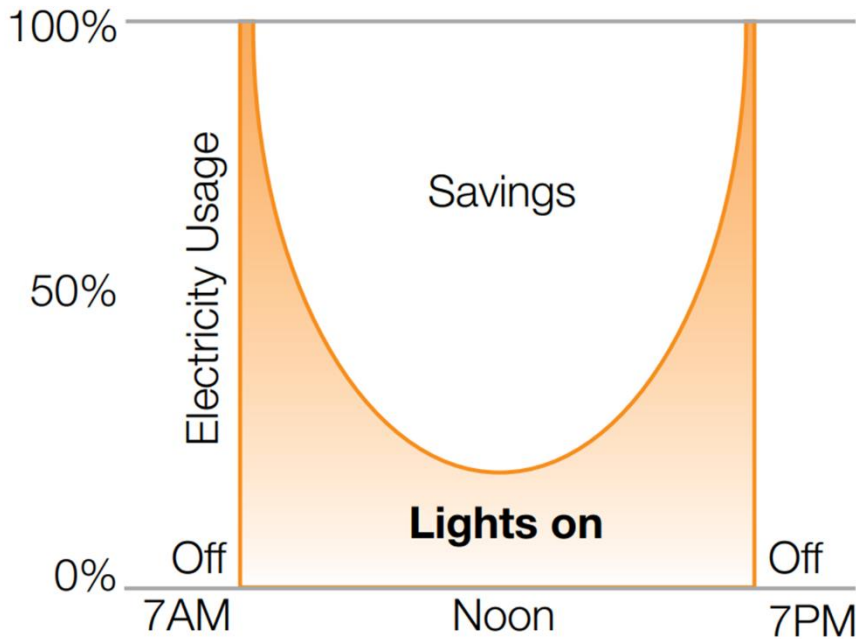
4.3.3 Análisis del consumo utilizando el sistema de control por sensor de luz día (análisis gráfico)

Se utiliza este sensor ya que en el proyecto de implementación en las oficinas Administrativas Marsh Perú, cuenta con grandes ventanas, lo cual le permite tener una muy

buena iluminación natural especialmente en los días con bastante sol, esto se da mayormente en las estaciones de primavera y verano.

Figura 43

Grafica del comportamiento del sensor luz día



Nota según la figura 43 se observa que se está utilizando un sensor específico en el proyecto de implementación en las oficinas administrativas de Marsh Perú. La razón para elegir este sensor está relacionada con el hecho de que estas oficinas cuentan con grandes ventanas, lo que facilita una iluminación natural considerable, especialmente en días soleados. Esta situación es más notable durante las estaciones de primavera y verano. En resumen, el sensor se adapta a las condiciones de iluminación natural específicas de las oficinas, aprovechando la luz del sol en días luminosos.

4.3.4 Calculo en porcentaje de las luces encendidas bajo el área de la gráfica del sensor luz día

Para el análisis de esta gráfica, utilizaremos la ecuación canónica de la parábola:

$$(X - H)^2 = \mp 4P(Y - K) \text{ Ecuación 6 ecuación de la Parábola}$$

Para esto analizaremos la ecuación que gobierna el sensor luz día, viene dado por:

$$Y = 2.5X^2 - 60X + 370$$

Dándole la forma a esta ecuación y demostrándola:

$$2.5X^2 - 60X = Y - 370$$

$$X^2 - 24X = Y/2.5 - 148$$

$$X^2 - 24X + 144 = Y/2.5 - 148 + 144$$

$$(X-12)^2 = 0.4Y - 4$$

$(X-12)^2 = 0.4(Y - 4)$ Forma de la ecuación de la Parábola

$$(X - 12)^2 = 0.4(Y - 4)$$

$$P = 0.1$$

$$H = 12$$

$$K = 10$$

Usando el cálculo por integrales para determinar el área

Consideraciones:

“C” es un punto del intervalo (a, b)

A y b son coordenadas del eje “x”

Ecuación 7: Calculo del área que caracteriza al área debajo de la Parábola

$$\int_7^{19} (2.5X^2 - 60X + 370) dx \quad \text{Ecuación 8 Integrales}$$

$$A = (0.83x^3 - 30x^2 + 370) \uparrow \frac{19}{7}$$

$$A = 488.28h\%$$

Este resultado significa que el sensor este encendido en un 488.28h% (en el horario de 7am a 7pm), significa que se encuentra en estado de iluminación muy bajo (atenuación de luz al 10%, en su punto más bajo al mediodía), ya que es el momento en el que la luz solar ingresa por las ventanas hacia las oficinas, esta luz natural regula al sensor y este regula la intensidad de luz que va a brindar la luminaria, para lo cual se tiene un ahorro en esas horas (12 horas, de 7am a 7pm).

4.3.4.1 cálculo del porcentaje de ahorro utilizando sensores luz día

Para calcular el porcentaje de ahorro, consideremos el resultado cuando las luces estén al 100% encendidas ósea sin control de iluminación, este resultado lo obtuvimos de la fig38 el cual nos indica que las luces al 100% en las 12 horas (7am a 7pm) es de:

CT =1200h%, Ecuación 9 Calculo Ahorro utilizando sensores

(área total del rectángulo, área sin control de iluminación).

Luego restaremos el área hallada bajo la misma área rectangular calculada previamente, cuando el sensor luz día está trabajando (los parámetros son los mismos de 7am a 7pm).

El área de ahorro con el sensor de luz día y viene determinado por lo siguiente:

=1200h% (área sin control de luz) - 488.28h% (área atenuable con el sensor)

=711.72h% (área de ahorro con control de Iluminación)

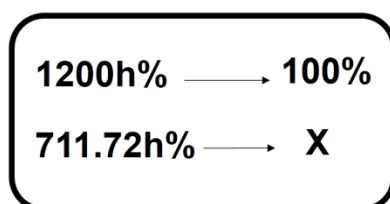
4.3.5 Análisis del consumo y atenuación utilizando el sistema de control por sensor de luz día

Para comprender mejor este resultado llevaremos este porcentaje calculado a un porcentaje más conocido como es el del 100% (expresión para las 12 horas de labor).

Figura 44

Regla de 3 Simples

Utilizaremos el método de 3 simples, para calcular el porcentaje equivalente de ahorro



Nota según la figura 44 se aprecia la regla de 3 simples Ecuación 10 Regla de 3 Simples

Si 1200h% equivale al 100% de iluminación sin control, entonces el 711.72%, equivale a la iluminación con control, hallamos x, entonces x será:

X = 59.31% es el ahorro que brinda el sensor luz día

El fabricante coloca un rango de ahorro por atenuación del 25% al 60%(Fig.40), lo cual

queda demostrado.

Figura 45

RT5



Nota según la figura 45 se observa la iluminación volumétrica

4.3.6 análisis económico del consumo de energía

En las oficinas administrativas Marsh Perú se implementaron en total 7 pisos, del piso 9 al piso 15, el total de luminarias instaladas antes y después, va a ser la misma que para la nueva implementación

Tabla 7

Características Luminiscencias 28w y 54w

Detalle de las características de la luminaria fluorescentes RT de 28w y 54w y la temperatura de color (grados Kelvin)

Ítem	Cantidad total de luminarias Modelo RT5 /2 Fluorescentes	Potencia (Watts)	Temperatura de color (K)
1	414	28	4100
2	406	54	4100
	820		

Nota según la tabla 7 se observa Cantidad total de luminarias Modelo RT5/2 Fluorescentes: Indica el número total de luces o lámparas del modelo RT5/2 que están presentes en algún contexto específico, como un edificio, una instalación, etc.

Con 414,28 watts es la potencia total consumida por todas las luminarias mencionadas anteriormente. Indica la cantidad total de energía en vatios que estas luminarias utilizan cuando

están encendidas.

Tabla de potencias de las luminarias de 28w y 54w

4.3.7 Cálculo de la potencia ponderada de los Fluorescentes en el sistema sin control de iluminación

Mediante el cálculo ponderado determinamos el valor.

Figura 46

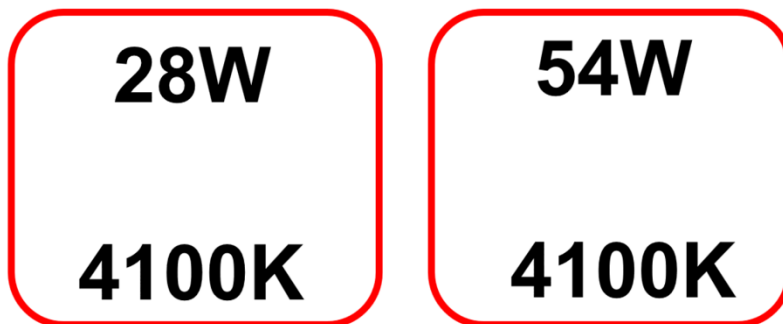
Cálculos de potencia

ORDERING INFORMATION		For shortest lead times, configure products using bolded options .				Example: 2RT55 28T5 MVOLT GEB95 LPM835P	
Series	Trim type	Lamp type	Voltage	Ballast	Lamp	Options	
2RT55	(blank)	28T5	MVOLT ²	GEB95 .95 ballast factor GEB95S .95 ballast factor, step dimming GEB115 1.15 ballast factor GEB115S 1.15 ballast factor, step dimming GEB10PS 1.0 ballast factor, program start ¹ GEB80 .80 ballast factor GEB80S .80 ballast factor, step dimming GEB90 .90 ballast factor GEB90S .90 ballast factor, step dimming	LPM835P Premier 3500° K 28W lamp LPM830P Premier 3000° K 28W lamp LPM841P Premier 4100° K 28W lamp L835XP Premier XP 3500° K 28W lamp L830XP Premier XP 3000° K 28W lamp L841XP Premier XP 4100° K 28W lamp LP835 3500° K 54W lamp LP830 3000° K 54W lamp LP841 4100° K 54W lamp	GLR Internal fast-blow fuse ⁴ PWS1836 6' prewire, 3/8" diameter, 18-gauge, 3-wire (n/a with GEB115S) ³ PWS1846 6' prewire, 3/8" diameter, 18-gauge, 4-wire ⁸ EL14 Emergency battery pack; see Life Safety section	
	Grid	28W T5 (46")					347 ²
	F	54T5SHO					Premier 3000° K 28W lamp
	Flanged	54W T5 (46") ¹					Premier 4100° K 28W lamp
							Premier XP 3500° K 28W lamp
							Premier XP 3000° K 28W lamp
							Premier XP 4100° K 28W lamp
							3500° K 54W lamp
							3000° K 54W lamp
							4100° K 54W lamp

Elaboración Propia

Figura 47

Cálculos ponderados equivalente.



Nota según la figura 47 se observa 28 W a 4100 temperatura kelvin y 54W a 4100 kelvin

$$=28 \times 4100 + 54 \times 4100 / (4100 + 4100) = 41 \text{ Watts, potencia promedio de consumo.}$$

El promedio nos indica que el promedio ponderado de la potencia de las luminarias fluorescentes para el cambio en todos los pisos, en la nueva implementación de fluorescentes

a LED es de 41W. Aunque en los datos del fabricante no figura esta potencia, si figura la potencia de 45 W, y es este valor el que vamos a utilizar.

4.3.7.1. Luminaria LED modelo 24CZ

Para la implementación se utilizó Luminarias LED modelo 24CZ, datos de rendimiento y temperaturas.

Datos del fabricante sobre el rendimiento por Watts

Figura 48

Rendimiento

Rendimiento

- Eficacia de alto rendimiento de hasta 132 lúmenes por watt
- Ahorros en energía en más de 50% en comparación con las luminarias fluorescentes *troffer* tradicionales.
- Cuatro temperaturas de color relacionadas (3000K, 3500K, 4000K, 5000K) en CRI 85 típico
- 1' x 4': L82 en 60,000 hr
2' x 2': L83 en 60,000 hr
2' x 4': L89 en 60,000 hr
- Agrupamiento: Según ANSI, elipse de MacAdam de 3 pasos.

Tabla 8

Potencias y Temperaturas

Potencias y Temperaturas que considerar para la nueva implementación, 45W es la potencia que da el fabricante.

Ítem	Cantidad total de luminarias Modelo 24 CZ / Tira Led	Potencia (Watts)	Temperatura de color (K)
1	414	45	4000
2	406	45	4000
	820		

Nota según se observa Por cada 2 Fluorescentes (modelo RT5), la nueva implementación es por una tira LED (Modelo 24CZ)

4.3.8 Cálculos de potencias consumidas sin control y con control

Calculo de la Potencia sin la implementación:

$$PT = P1 + P2 = 59640 \text{ (W)}$$

Ecuación 11 Cálculos de Potencia

Modelo RT5 de 28W y 54W

El consumo de las lámparas fluorescentes en una hora es

Potencias de lámparas Fluorescentes en una hora: $59640W = 59640 * 1kw * 1h = 59.64$

Kwh.

4.3.9 Calculo de la Potencia de la nueva implementación:

Cantidad total de luminarias modelo 24CZ (Tabla 48)

= $820 * 45 = 36900$ Watts potencia de los leds en los 7 pisos

= $36900 \text{ Watt} * 1Kh/1000 = 36.90$ Kwh (CONSUMO DE ILUMINACION CON

CONTROL EN UNA HORA)

4.3.10 El costo en Kwh para ambos sistemas de iluminación sin control y con control

El costo en Kwh, para la empresa Luz del sur es de:

= 0.6364 soles, lo llevamos a dólares $0.6364/3.7 = \$0.172$

$0.172 * 59.64 = \$10.25808$ -----AL 100% encendido sin control en una hora

$0.172 * 36.90 = \$6.34468$ -----AL100% encendido utilizando el sistema de control en

una hora

4.3.11 El cálculo ponderado del ahorro en 12 horas utilizando el sensor de ocupancia / vacancia y luz día.

lo calcularemos con los datos obtenidos

Figura 49

Regla de 3 Simples

59.31%	33.33%
12Hrs	12Hrs

Nota según la figura 49 se observa una regla de 3 simples cálculos ponderado.

= $(711.72 + 399.96) \%H/24H = 46.32\%$ (el promedio ponderado de ahorro con ambos

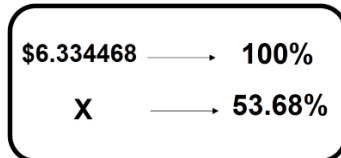
dispositivos de control de iluminación en una hora)

$=100\% - 46.32\% = 53.68\%$ (es el porcentaje que se enciende con el control de iluminación, en 12 horas de labor en las oficinas)

Cálculo de consumo en Kwh en iluminación utilizando el sistema de control sensor de ocupación/ vacancia y luz día.

Figura 50

Regla de 3 Simples



Nota se observa en la figura 50 una ecuación regla de 3 simple para calcular consumos Kwh

$X = \$3.4058$ (Consumo de Iluminación utilizado al 53.68% de encendido)

El consumo en un mes de 22 días en un rango de 12 horas de trabajo

$USD = \$10.25808 /h * 12h/1dia * 22dias/1mes = \$ 2708.133$ dólares al mes

$USD = \$3.4058 /h * 12h/1dia * 22dias/1mes = \899.1312 dólares al mes

4.3.12 Calculo de flujo de fondos

El flujo de fondos será nuestro valor anual que se paga por el consumo de energía en iluminación en las oficinas Administrativas Marsh Perú.

4.3.13 Sistema sin control, Iluminación convencional utilizado al 100%

$USD \text{ anual} = USD \times 12 \text{ meses}$

$USD \text{ anual} = \$2708.133 \times 12 \text{ meses}$

$USD \text{ anual} = \$32497.596$

4.3.14 Sistema con control, Iluminación no convencional

$USD \text{ anual} = USD \times 12 \text{ meses}$

$USD \text{ anual} = \$899.1312 \times 12 \text{ meses}$

$USD \text{ anual} = \$10789.5744$

4.3.15 Periodo de Recuperación de la Inversión

El período de recuperación de la inversión es un indicador que mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente. Puede revelarnos con precisión, en años, meses y días, la fecha en la cual será cubierta la inversión inicial.

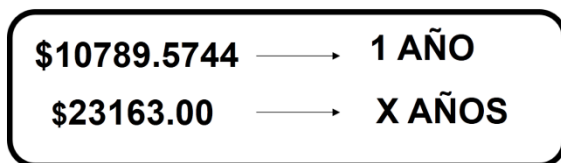
Tabla 9

Cálculo de los precios de los dispositivos de control utilizados en la implementación del P9 al P15

Ítem	Dispositivos de Control	Precio Unitario (\$)	Cantidad de dispositivos x piso	Número de pisos	Precio de dispositivos (\$)
1	Sensor de luz día	64	11	7	4928
2	Sensor ocupancia/ vacancia	42	40	7	11760
3	Módulo QSM	85	5	7	2975
4	Tablero de Control Ecosystem	500	1	7	3500
Precio Total del Proyecto de Control					23163

Elaboración Propia

Figura 51 *Cálculo del tiempo de recuperación de la inversión*



Elaboración Propia

$$X \text{ años} = 23163 / 10789.5744 = 2.14679 = 2.15$$

X= 2 años y 2 meses

4.4. Análisis costo -beneficio

El análisis de costo-beneficio es un proceso que se realiza para medir la relación que existe entre los costes de un proyecto y los beneficios que otorga. Su objetivo es determinar si una próxima inversión es rentable o no para una empresa.

El costo-beneficio (B/C) también es conocido como índice neto de rentabilidad. Esta herramienta es muy utilizada por las empresas, ya que les permite llevar la administración financiera en hojas de cálculo, sustentada en bases de datos. Esto ayuda a los dirigentes a tomar

decisiones más acertadas acerca de la inversión y manejo de recursos.

B/C mayor a 1: quiere decir que los ingresos son superiores a los costos, por lo que el proyecto es rentable.

B/C igual a 1: significa que no hay ni ganancias ni pérdidas, ya que uno absorbe al otro, así el proyecto no es viable.

B/C menor a 1: indica que los costos sobrepasan a los beneficios por lo que el proyecto no es rentable.

Relación Beneficio costo

El flujo de fondos se proyecta a 5 años, ya que en ese tiempo se puede determinar si es factible o no.

Utilizando el sistema de luces convencionales

$$(B/C) = \sum \text{Flujo de fondos/inversión}$$

Desarrollando lo calculado

$$(B/C) = \sum \text{Flujo de fondos/inversión} = 10789.5744 \times 5 / 23163 = 2.329$$

$$\text{Aproximadamente} = 2.33$$

B/C mayor a 1, por lo tanto, el sistema controlado de iluminación, implementado en las oficinas Administrativas Marsh, desde el punto de vista económico, es aconsejable,

ya que el periodo de recuperación es corto.

Tabla 10

Sistema convencional y sistema no convencional

Descripción	Sistema convencional de Iluminación	Sistema no convencional de iluminación
Ahorro de energía en Iluminación	No	Si
tipo de control	encendido/ apagado, convencional sin control	módulos atenuables más encendido / apagado
Tipo de tecnología	Sistema electromecánico	Uso de microprocesadores
Control de luminarias	Control de iluminación por circuito eléctrico, controlado por interruptor simple o por combinaciones de interruptores, como por ejemplo en modo conmutación.	Control por áreas y por zonas en los sistemas de Iluminación, regulación por atenuación y por programación por sistema del fabricante
tipo de tecnología	Mecánico/ eléctrica	Electrónica/programación
Topología de cableado	Cableado simple por circuitos, fase, neutro, retorno, tierra y cableado por conmutación, varia el interruptor(conmutación)	Cableado por circuito de la siguiente forma; fase, neutro, retorno, tierra, eco1, eco2(control)
Control manual del sistema	SI	NO
costo del sistema anual	USD anual = \$32497.596	USD anual = \$10789.5744

Nota según la Tabla 10 se observa una comparación entre el sistema convencional de control de Iluminación y el sistema no convencional de iluminación.

V.CONCLUSIONES

Referente al objetivo general, se concluye que un control adecuado de la iluminación, permitió mejorar la gestión energética de consumo en las Oficinas administrativas Marsh Perú S.A.C, generando así un importante ahorro en el consumo en un año, siendo el consumo la tercera parte del costo anterior, siendo el total de USD anual = \$10789.5744 dólares americanos, si lo expresamos en nuestra unidad monetaria, soles estamos en ;s/39921.4252 nuevos soles, frente al consumo anterior en un año con el sistema convencional de ; USD anual = \$32497.596 dólares americanos, equivalente en soles es S/ 120241.1052 nuevos soles, notamos la diferencia.

Para el primer objetivo específico, se realizó un análisis inicial calculando el consumo total de las luminarias sin sistema de control, óseas luminarias con sistema convencional de encendido y apagado y se determinó que el uso es del 100% de la potencia de consumo en las instalaciones, no generando ningún ahorro en las Oficinas administrativas Marsh Perú S.A.C, para lo cual la empresa determino el cambio de Sistema de iluminación, por un sistema con Control de iluminación, utilizando sistemas inmóticos para tal fin, aprovechando también la luz natural, ya que las oficinas cuentan con amplias ventanas en sus laterales, teniendo valores de ahorro en un margen de ahorro del 20% al 60%, demostrados en los análisis realizados.

Para el segundo objetivo específico, se desarrolló un análisis de los dispositivos de control a instalar dentro de las oficinas administrativas Marsh Perú S.A.C, siendo los principales el sensor de ocupancia y vacancia, el cual regula la intensidad de la luz cuando el usuario está dentro de las instalaciones, como oficinas y zonas de tránsito, graduando la intensidad de la luz hasta un 10% mínimo de atenuación, es así que en los gráficos se determinó el ahorro que brinda este dispositivo, siendo una constante de ahorro de 33.33% de ahorro por atenuación, en las instalaciones, estando este valor calculado en el margen de ahorro según el fabricante. Otro dispositivo que se analizó, es el sensor Luz día el cual es muy importante

dentro de este análisis, ya que las oficinas cuentan con ventanas en todos sus lados, permitiendo el ingreso de luz natural en las horas de trabajo, esto es muy importante, ya que nos va a permitir generar más control y ahorro energético ya que las luminarias van a responder a la intensidad de luz que ingresa por las ventanas, siendo la intensidad atenuable mínima del 10%, los cálculos bajo el área nos dan como resultado un ahorro de 59.31%, este parámetro de ahorro se encuentra en los rangos establecidos por el fabricante por lo cual concluimos que estos dispositivos facilitan el ahorro dentro de las instalaciones.

Para el tercer objetivo específico, el modelo de control de iluminación se da utilizando el sistema de control llamado ecosystem, del fabricante Lutron, el cual nos permite sincronizar todos los dispositivos a un tablero de control el cual va a comandar de forma ordenada todos los dispositivos y luminarias instaladas en las instalaciones de la empresa Marsh Perú S.A.C, para este fin se realizó un cálculo ponderado de las potencias de consumo a utilizar, determinándose de esta forma el modelo por el cual se va a optar , siendo este el modelo de luminaria Led 24CZ, de potencia 45W.

Para el cuarto objetivo específico, se demostró que el desaprovechamiento en las oficinas Administrativas Marsh Perú S.A.C, con el sistema de iluminación convencional eran de un 100%, ya que no existía un control para dicho sistema, se utilizaban tubos fluorescentes de distinta potencia como lo son 28W y 54W, con el sistema de control de iluminación se estandarizo la potencia a 45W utilizando luces Led que de por si generan ahorro, este ahorro se incrementó utilizando los dispositivos de control, con el nuevo sistema instalado se determinó un ahorro en consumo por hora 12 horas de labor de; 46.32% de ahorro utilizando el sistema de control en las horas de trabajo dentro de las oficinas.

Es importante contar con todos los datos de las oficinas, como, por ejemplo, numero de luminarias, numero de sensores, cantidad de tableros, estos datos los obtuve en campo, realizando un conteo manual de los mismos, ya que por políticas de confidencialidad no se me

permitió tener los datos directamente de los planos. Para poder realizar el diagnóstico inicial realicé la comparativa de las instalaciones antes con el sistema convencional y después, con el sistema no convencional, demostrando que este sistema es viable en su implementación y ejecución.

El desarrollo de esta implementación mostrada en el presente trabajo de investigación nos da luces de como una gestión aplicada a un campo como la iluminación, nos permite gestionar de forma adecuada uno de los recursos como son los costos por consumo, y el ahorro que estos me generan, teniendo como uno de los pilares la gestión de proyectos, aplicados a esta área específica.

REFERENCIA

- Asencio, J., Criado, J., Padilla, N., & Iribarne. (2019). Emulación de instalaciones domóticas a través de la tecnología web basada en componentes. *Sistemas Informáticos de Generación*, 9 Futura. 10.1016/j.futuro.2017.09.062
- BCRP. (2022). *El Sector Construcción Aumento 4.2%*.
<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Transparencia/Notas-Informativas/2022/nota-informativa-2022-12-26.pdf>
- Chavez Garcia, J., & Tello Sandoval, R. (2022). *La inmótica industrial en el Camal Municipal del Distrito de Picota en el año 2022*. Casma, [Tesis de Ingeniería, Universidad Cesar Vallejo] doi: <https://n9.cl/zd05x>
- Endesa. (2023). *Inmótica: un ahorro para tu empresa*. <https://www.endesa.com/es/blog/blog-de-endesa/empresas/inmotica-empresas-ahorro>
- Enel. (2023). *Empresa de Distribución Eléctrica Luz del Sur*. S.A.A. Enel. https://www.luzdelsur.com.pe/uploads/shares/PDF/Tarifas/2023/Tarifas_LDS_Octubre_2023_V2.pdf
- Esan. (2017). *El PRI: uno de los indicadores que más llama la atención de los inversionistas*. Diploma Internacional en Finanzas Corporativas de ESAN., <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/el-pri-uno-de-los-indicadores-que-mas-llama-la-atencion-de-los-inversionistas>
- Factorenergia. (2023). *La inmótica para reducir el gasto energético*. <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/la-inmotica-para-reducir-el-gasto-energetico/>
- Global, R. (2023). *Los beneficios de la eficiencia energética*. <https://goo.su/qvqcz6X>
- Lutron. (2023). *Modulo de Sensor QS*. <https://www.lutron.com/es-LA/Products/Paginas/Components/QSSensorModule/Overview.aspx>
- Lutron Electronics Co. (2023). *Paneles de Iluminación Inc. Commercial Systems Limited Warranty*. Lutron Electronics Co., https://assets.lutron.com/a/documents/ecosystem_complete.pdf
- Lutron, S. C. (2023). *Sensores de ocupación/vacancia*. Obtenido de <https://www.lutron.com/es-LA/Products/Paginas/Sensors/Occupancy-Vacancy/Occupancy.aspx>
- Meneses, E. (2023). *Qué es la inmótica y cuál es su panorama para Perú*. Latam ,Peru Construye. <https://peruconstruye.net/2023/01/12/que-es-la-inmotica/>

- Nuñez, C., & Salcedo, D. (2022). *La influencia de la inmótica en una comisaría tipo C para el sector Manuel Arévalo Trujillo 2022*. Trujillo, [Tesis de ingeniería, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/95742>
- Osce. (2019). *Bases integradas Concursos Publicos para la Contratacion del Servicio*. Editorial Osce. <https://n9.cl/1mxlm>
- Repsol.com. (2023). *Los beneficios de la eficiencia energética*. Obtenido de <https://goo.su/7YP42hm>
- Repsol.com. (2023). *Optimizar el consumo para mejorar la eficiencia energética*. <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/que-es-la-gestion-energetica/index.cshtml>
- Riso, C. (2023). *Beneficios del control de demanda en una red inteligente para compensar la volatilidad de las energías no convencionales*. (I. 01206230, Ed.) Revista Facultad de Ingeniería. 10.17533/10.17533/udea.redin.20190404
- Rodrigues, N., & Hubspot. (2023). *Cómo realizar un análisis de costo-beneficio (con ejemplos)*. <https://blog.hubspot.es/sales/analisis-costo-beneficio>
- Rodríguez Ortiz, A. (2016). *Implementacion de Sistemas Domoticos en una Aula Docente de la Universidad de Cantabria*. [Tesis de ingeniería, Universidad de Cantabria]. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/9229/387118.pdf?s>
- Rojas T., C., Chanchí G., G., & Villalba, K. (2020). Propuesta de una arquitectura iot para el control domótico e inmótico de edificios. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*. 20(e27). <https://n9.cl/hnpqm>
- Tamayo Rodriguez, M. (2016). *Estudio y Diseño de Domotica para el conjunto Villa Navarra*. [Tesis de ingeniería, Universidad Pontificie Catolica del Peru]. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11321/Tesis%20Dom%C3%B3tica%20Fernanda%20Tamayo.pdf?sequence=1>
- Von Neida, B., Tweed, A., & Maniccia, D. (2001). An Analysis of the Energy and Cost Savings Potential of Occupancy Sensors for Commercial Lighting Systems, *journal of The Illuminating Engineering Society*, 30(2) doi:<https://doi.org/10.1080/00994480.2001.10748357>
- Zavaleta, O. (2022). *Osmar Zavaleta: Energía eléctrica, desarrollo económico e impacto al medio ambiente*. El financiero ,Escuela de Negocios-ITESM / Osmar Zavaleta. <https://n9.cl/4z60ry>

ANEXOS

Anexo 1. Luces encendidas en porcentaje de un 50%, se aprecia el sensor luz día a la izquierda y el sensor de ocupancia/ vacancia a la derecha.



Anexo 2. Se aprecia las luces led encendidas en un 10% en estas luminarias rectangulares.



Anexo 3. Se aprecia las luces led encendidas en un 100% en estas luminarias rectangulares.

