

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS”**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**



**EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA DEL AHORRO DE  
ENERGÍA ELÉCTRICA DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE  
ILUMINACIÓN: ESTUDIO DE CASO PABELLÓN FICIAM -  
UNTRM, CHACHAPOYAS - AMAZONAS, 2017**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

**Br. MUÑOZ RODRÍGUEZ, KELITA YANETH**

ASESOR:

**Ing. WAGNER GUZMÁN CASTILLO**

CHACHAPOYAS – PERÚ

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS”**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**



**EVALUACIÓN TÉCNICA – ECONÓMICA DEL AHORRO DE  
ENERGÍA ELÉCTRICA DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE  
ILUMINACIÓN: ESTUDIO DE CASO PABELLÓN FICIAM –  
UNTRM, CHACHAPOYAS - AMAZONAS, 2017**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

**Br. MUÑOZ RODRÍGUEZ, KELITA YANETH**

ASESOR:

**Ing. WAGNER GUZMÁN CASTILLO**

CHACHAPOYAS – PERÚ

**2018**

## DEDICATORIA

*A mis padres Florecila Rodríguez Ludeña y Presbítero Muñoz Guevara, quienes fueron los que siempre me apoyaron incondicionalmente para seguir adelante, por su esfuerzo que pusieron durante todo el tiempo de mis estudios para poder lograr mi meta.*

*A mi hermano William Muñoz Rodríguez por estar siempre ahí día a día brindándome su apoyo en todo momento. A todos mis familiares quienes de una u otra manera siempre estuvieron ahí presentes apoyándome y dándome sus consejos para seguir adelante.*

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, por brindarme el soporte económico para poder terminar mis estudios y así poder desarrollar el presente trabajo de investigación e impulsarme a seguir adelante en mi carrera profesional.

A la universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza- Amazonas, por brindarme las herramientas para poder desarrollar mis estudios, así como impulsar la investigación; a cada uno de los docentes que me impartieron sus conocimientos durante toda mi carrera profesional.

A mi asesor Ing. Wagner Guzmán Castillo, por compartir sus experiencias y conocimientos en temas de investigación y ambiente, y por su apoyo en todo momento del desarrollo de la investigación.

A mi jurado porque fueron personas claves en el desarrollo y mejoramiento de mi trabajo de investigación.

A todos mis compañeros y amigos que de una u otra forma ayudaron en el desarrollo de mi investigación.

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI**  
*Rector*

**Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN**  
*Vicerrector Académico*

**Dra. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN**  
*Vicerrectora de Investigación*

**Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES**  
*Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental*

## **JURADO DE TESIS**

---

Lic. JOSÉ LUIS QUISPE OSORIO  
*Presidente*

---

Ing. JORGE CHÁVEZ GUIVIN  
*Secretario*

---

Msc. GINO ALFREDO VERGARA MEDINA  
*Vocal*

## **VISTO BUENO DEL ASESOR**

Yo Wagner Guzmán Castillo, docente de la UNTRM-A, hago constar que he asesorado la ejecución de la tesis titulada “Evaluación Técnica – Económica del Ahorro de Energía Eléctrica de un Sistema Inteligente de Iluminación: Estudio de Caso Pabellón Ficiam – Untrm, Chachapoyas - Amazonas, 2017”, elaborado por la tesista Kelita Yaneth Muñoz Rodríguez, egresada de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental.

El docente de la UNTRM-A que suscribe, da el Visto Bueno al informe final de la tesis en mención.

Chachapoyas, 29 de Mayo de 2018.

---

**Ing. Wagner Guzmán Castillo**  
**Asesor**

## **DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO**

Yo **KELITA YANETH MUÑOZ RODRÍGUEZ**, en mi condición de bachiller en la carrera profesional de Ingeniería ambiental, de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza – Amazonas, con documento de identidad N° 48097304, con domicilio en el jirón Triunfo N° 225 – pasaje interior – Barrió la Laguna en la ciudad de Chachapoyas.

Declaro bajo juramento que:

He realizado mi informe de tesis “**Evaluación Técnica – Económica del Ahorro de Energía Eléctrica de un Sistema Inteligente de Iluminación: Estudio de Caso Pabellón Ficiam – Untrm, Chachapoyas - Amazonas, 2017**”; por lo cual certifico haberla realizado mediante la observación y revisión bibliográfica y sin lugar a plagio alguno.

En tal sentido, suscribo la presente Declaración, acogiéndome a los principios de veracidad y me someto a las sanciones a lugar en caso de falsedad.

Chachapoyas, 29 de mayo del 2018

---

**KELITA YANETH MUÑOZ RODRIGUEZ**

**DNI: 48097304**



# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	iii
JURADO DE TESIS.....	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	v
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. OBJETIVOS.....	5
2.1 Objetivo general.....	5
2.2 Objetivos específicos.....	5
III. MARCO TEÓRICO.....	6
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
4.1 Materiales.....	19
4.1.1 Descripción del caso de estudio.....	19
4.1.2 Reloj programador CHNT.....	20
4.1.3 Medidor electrónico monofásico ELSER:.....	20
4.2 Métodos.....	21
4.2.1 Periodo de estudio.....	21
4.2.2 Selección de la muestra de estudio:.....	21
4.2.3 Instalación del sistema controlador de iluminación.....	21
4.2.4 Registro del consumo de energía eléctrica.....	23
4.2.5 Consumo de energía eléctrica antes y después la implementación del sistema controlador de iluminación.....	23
4.2.6 Análisis estadístico.....	23
V. RESULTADOS.....	24

5.1	Selección de lugar de estudio: .....	24
5.2	Registro de la cantidad de equipos fluorescentes .....	24
5.3	Lecturas del Medidor .....	25
5.4	Consumo de energía eléctrica (kW-h) .....	26
5.5	Consumo y ahorro de energía eléctrica.....	28
5.6	Ahorro de la energía eléctrica en el pabellón de la Ficiam y en la Untrm – A	28
VI.	DISCUSIÓN.....	31
VII.	CONCLUSIONES.....	34
VIII.	RECOMENDACIONES.....	35
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	36
X.	ANEXOS.....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características Eléctricas del reloj programador CHINT .....	20
Tabla 2: Registro de horas de clase por las noches en las aulas del primer piso del pabellón de la Ficiam. ....	24
Tabla 3: Registro de luminarias en el primer piso del pabellón de la Ficiam. ....	24
Tabla 4: Registro de consumo de la energía eléctrica (kW-h) en las aulas del primer piso del pabellón de la Ficiam antes de la implementación del sistema. ....	25
Tabla 5: Registro de consumo de la energía eléctrica (kW-h) en las aulas del primer piso del pabellón de la Ficiam después de la implementación del sistema. ....	26
Tabla 6: Consumo de la energía eléctrica en el primer piso del pabellón de la Ficiam. ....	27
Tabla 7: Consumo de la energía eléctrica antes de la implementación del sistema en el pabellón de la Ficiam.....	29
Tabla 8: Consumo de energía eléctrica después de la implementación del sistema en el pabellón de la Ficiam.....	29
Tabla 9: Ahorro de la energía eléctrica mensual en el pabellón de la Ficiam. ....	29
Tabla 10: Proyección del de ahorro de la energía eléctrica a cinco años en el pabellón de la Ficiam. ....	29
Tabla 11: Proyección del de ahorro de la energía eléctrica en el semestre académico 2017-II en la Untrm. ....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Lugar de Estudio pabellón de la Ficiam.....	19
Figura 2: Plano del sistema eléctrico del primer piso del pabellón de la Ficiam .....	22
Figura 3: Consumo de energía eléctrica antes y después de la implementación del sistema control de iluminación. ....	27
Figura 4: Ahorro de energía eléctrica con la implementación del reloj controlador. ....	28

## RESUMEN

El presente estudio se orienta a evaluar un sistema de control eléctrico, aplicado en el primer piso del pabellón de la Ficiam en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. La investigación contempló fases de diagnóstico, intervención y evaluación. Se realizó un análisis comparativo entre el consumo de energía eléctrica antes de la implementación del sistema de control eléctrico y el consumo de energía eléctrica después la implementación del sistema, los resultados revelaron que existe un ahorro energético y económico al implementar el sistema controlador de energía eléctrica del 38 %, estos resultados representan en términos económicos un ahorro de S/ 82.92 mensuales en el primer piso el pabellón y un ahorro S/ 208.35 mensuales al proyectarlo hacia el pabellón de la Ficiam. Esta investigación demuestra que la tecnología de iluminación ofrece un alto rendimiento que optimiza el ahorro energético reduciendo a su vez costos en el pago por el servicio de energía eléctrica. Desde el punto de vista medioambiental supone una importante reducción en emisiones de CO<sub>2</sub>.

**Palabras clave:** energía eléctrica, sistema control de iluminación, ahorro energético.

## **ABSTRACT**

The present study is aimed at evaluating an electrical control system, applied on the first floor of the Ficiam pavilion at the Toribio Rodríguez de Mendoza National University of Amazonas. The research included phases of diagnosis, intervention and evaluation. A comparative analysis was made between the electric power consumption before the implementation of the electric control system and the electric power consumption after the implementation of the system, the results revealed that there is an energy and economic saving when implementing the electric power controller system of 38%, these results represent in economic terms a savings of S / 82.92 monthly on the first floor of the pavilion and a savings of S / 208.35 per month when projected to the pavilion of the Ficiam. This research shows that lighting technology offers a high performance that optimizes energy savings while reducing costs in payment for electric power service. From the environmental point of view, it means a significant reduction in CO2 emissions.

**Keywords:** electric power, lighting control system, energy saving.

## I. INTRODUCCIÓN

En el mundo la generación de energía eléctrica depende principalmente de combustibles fósiles (Monroy, 2002), por lo que se debería disminuir el consumo de combustibles, un incremento en el consumo de la energía eléctrica, se debe a la compra e instalación de equipos electrónicos para investigación y a la construcción de nuevas áreas de la consulta externa (Nieto, Murillo, Rojo, & Asai, 2008); la demanda nacional de energía en las últimas décadas se viene incrementado en forma exponencial, influenciado por el crecimiento económico y demográfico, el desarrollo tecnológico y los hábitos de consumo o estilos de vida (Lazo, Rojas, & Luis, 2009); está muy relacionada con el desarrollo de un país (Ramos, Montenegro, 2012); el uso de la energía eléctrica está implícito en todas las labores del ser humano, por su gran utilidad se convierte en la forma de energía más utilizada (Osai et al., 2012) en el desarrollo económico, sustenta gran parte de las actividades productivas, comerciales y de fin doméstico (Pablo, 2013).

Los requerimientos energéticos en la economía son ciertamente elevados, por una creciente demanda de energía que trae consecuencias negativas para el ambiente (Güendolain, Miguel, y Paliza, 2007); la mayor demanda de energía eléctrica la solicita el sector industrial (Lazo et al., 2009), un ahorro de energía y menos pérdidas genera un equilibrio entre la generación de energía eléctrica y la demanda estrechamente enlazada con el crecimiento poblacional (Ramos-Gutiérrez, 2012); por medio del sistema de generación, distribución, transformación y comercialización, la energía eléctrica se ha vuelto vital para el abastecimiento de los diferentes sectores económicos implicados en la generación de valor agregado (Pablo, 2013); existe una relación inversa entre el consumo promedio de electricidad por usuario, respecto al porcentaje de usuarios que consumen hasta los 30 KW/h.mes (FISE, 2015); el suministro de electricidad brinda una fuente de energía que impulsa la actividad económica, posibilita el comercio internacional, mantiene el buen funcionamiento de los mercados y genera bienestar al permitir que los ciudadanos tengan altos estándares de calidad de vida (OSINERGIM, 2016).

El uso de combustibles fósiles, para la producción de electricidad, genera emisiones contaminantes locales y gases de efecto invernadero, principalmente el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y la lluvia ácida (Monroy, 2002); que tienen consecuencias negativas, como la contaminación atmosférica, asociada al cambio climático que inciden negativamente sobre la salud de la población y la sustentabilidad de diversos ecosistemas

(Güendolain et al., 2007); el crecimiento no controlado de estos gases provoca un incremento entre 2 a 50 °C de temperatura sobre la superficie de la tierra, ocasionando un aumento del nivel del mar y alteraciones climáticas (sequías e inundaciones) y pérdidas económicas (Osál et al., 2012); el cambio climático es cada día más notorio, gran parte de estos cambios son ocasionados mayormente por el uso inmoderado de combustibles fósiles para la producción de energía (González-Ventura, Campos-Cantón, Camacho-Juárez, & Núñez-Olvera, 2016).

El consumo de energía eléctrica es cada vez mayor, por ende, el pago por el servicio también se va incrementado, en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (Untrm) al año se ha ido incrementado los pagos en un 27% desde el año 2009 hasta el año 2017, de acuerdo al estado de cuenta emitido por la empresa Electro Oriente, el pago promedio mensual en el año 2009 era de 1,979.00; al año 2017 se pagó en promedio 12,274.00, existiendo un incremento de 10,295.00, esto se debe a que se cuentan con un sistema eléctrico de iluminación convencional en los pabellones de la universidad, además de que se mantienen las luces encendidas durante las noches sin ningún uso, debido a que no existe conciencia de ahorro energético, por lo que un cambio en la implementación de los sistemas de iluminación disminuirá considerablemente el consumo de energía eléctrica y el pago por el mismo (Gámez, Cabrera, López, Reta, & Cruz, 2008), se está demandando con mayor intensidad la transformación de las fuentes de iluminación convencional a soluciones más eficientes y duraderas basadas en sistemas de iluminación LED (Luis, Serrano, Martínez, Guarddon, & Santolaya, 2015), otra forma de disminuir el consumo energético es a través del uso de controladores, reguladores energéticos, sensores con detectores de presencia y movimiento (Carrillo Rojas & Andrade Rodas, 2014), la tecnología ha evolucionado en el campo de la iluminación artificial generando una mayor eficiencia energética en las luminarias (Monteoliva, 2013).



## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Determinar el valor del ahorro de energía eléctrica, con el uso de un sistema inteligente de iluminación en el pabellón de la Ficiam - Untrm, Chachapoyas, Amazonas.

### **2.2 Objetivos específicos**

- ❖ Caracterizar los terminales en las aulas del pabellón de la Ficiam - Untrm.
- ❖ Analizar el comportamiento de un sistema inteligente de iluminación en un tiempo determinado.
- ❖ Determinar el valor económico de la disminución del pago por el servicio de energía eléctrica al realizar la implementación de un sistema inteligente de iluminación en la Untrm - A.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Antecedentes de la investigación

Existen estudios sobre el ahorro de energía eléctrica, al implementar un sistema inteligente de iluminación; entre los más recientes se encuentran:

Filipo, Cano, & Chaves, (2009), instalaron un sistema para control de iluminación tipo "plug and play", con un sensor de movimiento pasivo, que detecta una ocupación entre X-Y, en un ángulo de  $X = 82^\circ$  y de  $Y = 100^\circ$  en oficinas de una altura aproximada a los 3 metros, siendo sensible a los movimientos que se produzcan en un área de 4x4 metros, el sensor tiene como principio de funcionamiento trabajar con la diferencia entre la temperatura del cuerpo humano versus la temperatura del entorno en oficinas, garantizando un confort máximo y un ahorro económico en energía del 75%.

De la Cruz, (2010), alumno del Instituto Politécnico Nacional de México, para obtener el Título de Maestría en Tecnología de Computo, realizo una tesis sobre sistema inteligente para el ahorro de energía en lámparas fluorescentes en la ciudad de México, donde determinó que al realizar la incorporación de sensores se ahorraría un 50% de la energía.

Chacho, Sotomayor y Delgado, (2013), Alumnos de la facultad de ingenierías, de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, Colombia, realizaron su tesis, sobre el diseño e implementación de un sistema automático de alumbrado Led Publico inteligente controlado vía wireless e instalado en la casa de Don Bosco de Guayaquil, donde obtuvieron resultados en el ahorro de energía y la disminución de la contaminación ambiental con el uso de luminarias Led en un 60%.

Gutiérrez, (2014) En la Universidad de la Laguna, Santa Cruz de Tenerife, España. Desarrollo un trabajo sobre Iluminación Led. Ahorro, Eficiencia e Innovación. "Proyecto de Mejora de la Iluminación de un Hotel"; en el cual han conseguido un ahorro del 90% instalando iluminación LED. Para ello, han llevado a cabo un proyecto de reemplazo, para el cual adquirieron 900 Leds GU10 luz cálida y 5 led par 30. Esta nueva iluminación es de 5w, lo que equivale a una bombilla halógena de 60 W, donde obtiene más de un 90% de ahorro en energía eléctrica.

Durán & Quinto, (2015), Desarrollaron una tesis para obtener el Título de Ingeniero Electricista, en el Instituto Politécnico Nacional de México sobre Ahorro de energía eléctrica en invernaderos mediante el uso de iluminación Led; determinando que al usar la tecnología Led se podría ahorrar un 50% en consumo de energía, así como disminuir los costos en la instalación de los invernaderos.

## **3.2 Bases Teóricas**

### **3.2.1 Energía Eléctrica**

La energía eléctrica es el movimiento de electrones que se trasladan por un conductor eléctrico durante un determinado periodo; es considerada una fuente de energía secundaria, pues se genera a partir del consumo de fuentes de energía primaria como carbón, petróleo, energía nuclear o energía cinética y potencial gravitatoria del agua, vinculando su desarrollo al resto de industrias conexas (Tamayo, Salvador, Vásquez, & Carlo, 2016), puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía luminosa o luz, la energía mecánica y la energía térmica permite la funcionalidad de equipos eléctricos, (industrias, hogares y gobierno) (Osinergmin, 2014).

En el Perú, la energía eléctrica es obtenida principalmente por dos métodos; mediante centrales hidroeléctricas, aprovechando la energía cinética del agua, que al caer por un desnivel, acciona generadores y mediante centrales térmicas convierten la energía térmica en energía eléctrica; el 70% de la producción de electricidad proviene de centrales hidroeléctricas y el resto de centrales térmicas; el uso de la energía eléctrica en el país, más de la mitad de la electricidad es utilizada en el sector industrial, una cuarta parte por el sector residencial y el resto por el sector comercial y alumbrado público (MEM, 2014).

### **3.2.2 Sistemas de Iluminación**

Un sistema de iluminación es un conjunto de elementos, que se diseña para proporcionar una visibilidad clara de los aspectos estéticos requeridos en un espacio y actividades definidas, se selecciona las mejores luminarias y lámparas que proporcionan el nivel de iluminación adecuado para cada tarea, buscando en todos los casos optimizar el uso de energía y reducir el costo operativo (Ramirez, Ricoy, & Sánchez, 2012).

Un sistema de iluminación está integrado por los siguientes elementos:

*Lámparas.* Son las encargadas de transformar la energía eléctrica en luminosa.

*Luminarios.* Son los gabinetes que contienen a las lámparas y en algunos casos también el balastro, además sirven para controlar y dirigir el flujo luminoso de una o más lámparas.

*Balastos.* Son dispositivos electromagnéticos, electrónicos o híbridos, los cuales limitan la corriente de las lámparas y cuando es necesario, la tensión y corriente de encendido.

*Dispositivos de control.* Son dispositivos tales como apagadores, fotoceldas, controladores de tiempo, sensores de movimiento, etc. Para el control de los sistemas de iluminación.

### **3.2.3 Sistema inteligente de iluminación**

Para el presente trabajo el sistema inteligente de iluminación fue denominado al reloj controlador de energía eléctrica CHINT.

### **3.2.4 La Ecoeficiencia**

La Ecoeficiencia es la ciencia que combina los principios de la ecología con la economía para generar alternativas de uso eficiente de las materias primas e insumos; así como para optimizar los procesos productivos y la provisión de servicios, se aplica a las municipalidades, industrias, empresas de servicios y oficinas administrativas del sector público y privado (MINAM, 2012).

### **3.2.5 Ahorro Energético**

El ahorro energético es la gestión adecuada del consumo de los diferentes tipos de energía, se puede realizar de dos maneras: disminuyendo la potencia consumida por el utilizador o disminuir su tiempo de trabajo (MEM, 2010); se aplica a los diferentes ámbitos de la vida del ser humano, desde una pequeña vivienda hasta las grandes industrias (Gamio, 2010), ahorrar energía trae dos ventajas: disminuir la emisión de los gases de efecto invernadero y disminuir los costos por consumo de energía (Fiestas, 2011).

*Disminución de emisión de gases de efecto invernadero:* como se sabe, los gases de efecto invernadero son causados, fundamentalmente, por la emisión de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera en la quema de combustibles fósiles y biomasa (gas natural, petróleo, combustibles, leña) en procesos industriales, transporte, y

actividades domiciliarias (cocina y calefacción), al disminuir el consumo energético se disminuirá también la emisión de dióxido de carbono y, como resultado, se desacelerará el efecto invernadero.

*Disminuir los costos por consumo de energía:* debido a que disminuye el consumo energético, disminuye los gastos por consumo de energía; dependiendo de la situación y de la gestión que se realice, se puede llegar a conseguir ahorros considerables, debido a la escasez de los hidrocarburos, los costos de los mismos está aumentando trayendo consigo el aumento de los costos de la energía, por lo que el ahorro de consumo de energía es valioso cuando se cuantifica monetariamente.

### **3.2.6 Ahorro de la energía en iluminación**

La iluminación puede ser considerada como un sistema conversor de energía, en donde la energía de origen eléctrico, es transformada en condiciones de visión, confort y atmósfera visual (Tomé, 2010), una buena iluminación es esencial para el bienestar y la salud. Se estima que podrían lograrse reducciones de entre el 30% y el 50% en el consumo eléctrico debido a la iluminación, gracias al uso de componentes más eficaces, empleo de sistemas de control y a la integración de la luz natural.

### **3.2.7 Eficiencia energética.**

La eficiencia energética es el conjunto de actividades enfocadas a reducir el consumo de energía en términos unitarios, mejorando la utilización de la misma, con el fin de proteger el medio ambiente, reforzar la seguridad de abastecimiento y crear una política energética sostenible (Luna, 2010), la eficiencia es un instrumento fundamental para dar respuesta a los cuatro grandes retos del sector energético mundial: el cambio climático, la calidad, la evolución de los mercados y la disponibilidad de las fuentes de energía, es por ello que necesitamos obtener más con menos (Macías & Andrade, 2013). Para lograr la eficiencia energética se debe asegurar el suministro energético necesario para cubrir los requerimientos de los usuarios mediante la diversificación de fuentes y la utilización de tecnologías limpias que garanticen la sostenibilidad, tanto medioambiental como económica (Fernández, 2014).

### **3.2.8 Medidas de uso ecoeficiente de energía eléctrica**

Se aplican luego de identificar las oportunidades de mejora en materia de energía eléctrica dentro de cada institución pública (MINAM, 2012).

Las medidas más baratas, incluso gratuitas, y con mayor capacidad de reducir el gasto energético son las que tienen que ver con nuestros hábitos, la buena gestión y mantenimiento de los servicios comunes permite reducir considerablemente la factura energética; lo ideal es combinar al máximo las tres opciones: hábitos de consumo, gestión, mantenimiento, y tecnología, para obtener los mejores resultados ya que se pueden obtener ahorros de hasta el 31% del consumo total de energía dentro de edificios del sector público, por lo que cada institución pública deberá de procurar implementar medidas de ecoeficiencia para el uso eficiente de este recurso.

### **3.2.9 Buenas prácticas y mantenimiento en la Iluminación:**

El D.S N° 009 -2009-MINAM. Medidas de Ecoeficiencia para el sector público se presenta lo siguiente:

- Limpieza periódica de luminarias y de ventanas; el periodo de limpieza será establecido por la Oficina General de Administración (OGA) de cada entidad, debiendo llevar un registro de su cumplimiento; asimismo, se establecerá una mayor de limpieza de ventanas destinadas para iluminación natural durante el día.
- Disposición de los puestos de trabajo para un mejor aprovechamiento de la luz y ventilación natural.
- Optimización de las horas de funcionamiento de oficinas con luz natural, racionalizar la iluminación artificial en horas nocturnas.
- Disponer avisos sobre el buen uso de la energía en la institución.
- Pintar de color claro las paredes y techos del edificio público.
- Controlar las horas de operación, en particular en horas punta.
- Apagar las lámparas innecesarias y reducir al mínimo imprescindible la iluminación en exteriores.
- Considerar colores claros de mobiliario en las oficinas.
- Separar los circuitos de iluminación para que su control no dependa de un solo interruptor y se ilumine solo los sectores necesarios.

- Animar al personal a abrir persianas en lugar de encender las luces. Asegúrese de que las ventanas se pueden abrir manualmente (especialmente junto a las ventanas) o instale sensores de luz.
- Instalar controles de detección de iluminación en lugares de uso constante, por ejemplo, servicios, almacenes y salas de reuniones.
- Asegurarse que los controles de iluminación estén claramente identificados, especialmente si están agrupados.
- Si se trata de instalaciones nuevas, asegurarse que dispone de varios circuitos independientes de modo que las luces de las zonas más oscuras se puedan encender de forma independiente de las zonas mejor iluminadas.
- Poner en marcha una campaña de “Apagar”. Siempre resulta más barato apagar las luces, incluso en caso de períodos muy cortos de tiempos.
- Evitar el olvido “crónico” y apagar las luces que no están siendo utilizadas.
- Asegurar una gestión apropiada de los tubos fluorescentes y bombillas, pues son residuos especiales.
- Retirar las lámparas quemadas y/o defectuosas puesto que causan un consumo innecesario de electricidad.

### **3.2.10 Medidas de implementación tecnológica:**

- Sustituir progresivamente las antiguas bombillas incandescentes y tubos fluorescentes, por focos ahorradores o luminarias LEDs.
- Usar interruptores independientes para iluminar sólo las zonas necesitadas.
- Se recomienda utilizar en todas las áreas posibles luminarias eficientes como LEDs o lámparas fluorescentes T5 o T8 y balastos electrónicos.
- El conjunto de lámparas y luminaria debería lograr una eficacia de luminaria (“luminaire efficacy rating”) superior a 60 lúmenes/Watt.
- Se recomienda diseñar los circuitos de iluminación de las áreas de tal forma que sea posible ajustar la operación de las lámparas según la disponibilidad de luz natural y las necesidades de iluminación.
- Para lograr un mejor aprovechamiento de la luz generada por las luminarias, se recomienda mantener una altura de techo estándar (2.5 a 2.7 metros) en todas las áreas posibles (MINAM, 2012, pág. 61).

### **3.2.11 Tecnologías utilizadas por los Sistemas de iluminación**

#### **3.2.11.1 Principales tecnologías aplicadas a la iluminación**

La implementación de sistemas de control reduce los costos energéticos de mantenimiento de la instalación e incrementa la flexibilidad del sistema de iluminación, este control permite realizar encendidos selectivos y regulación de las lámparas durante diferentes períodos de actividad, o según el tipo de actividad cambiante a desarrollar (IDAE, 2004), se distinguen cuatro tipos fundamentales:

1. Regulación y control bajo demanda del usuario por interruptor manual, pulsador, potenciómetro o mando a distancia.
2. Regulación de la iluminación artificial según aporte de luz natural.
3. Control del encendido y apagado según presencia en la sala.
4. Regulación y control por un sistema centralizado de gestión.

#### **3.2.11.2 Control de la iluminación artificial mediante interruptores manuales y temporizados**

Los interruptores locales de pared son los más usados para el control de los dispositivos de iluminación locales (Dilouie, 2005; Montalvo, 2010), proporcionan flexibilidad a los sistemas de control de iluminación (Montalvo, 2010); en una oficina y/o aula los ocupantes pueden apagar el alumbrado durante su ausencia en horas de comidas, entre otras, pero no es realizado en la práctica (Osram, 2007); También se tienen los interruptores activados por llave, los cuales se encuentran en las paredes para encender o apagar las lámparas mediante una llave (Dilouie, 2005).

El control de iluminación mediante interruptores temporizados es un sistema más radical que los manuales, las lámparas son apagadas desde un panel central a la misma hora cada día, los usuarios son libres de reencender aquellas lámparas que consideren necesarias (Osram, 2007); los dispositivos con control horario no se usan, por lo general, para encender luces, quedando esta función como atributo de los ocupantes que las ejecutan según sus necesidades, resulta menos problemático y beneficioso ya que es frecuente que algunos ocupantes permanezcan en los lugares de trabajo más allá de los horarios establecidos (Osram, 2007; Montalvo, 2010).



### **3.2.11.3 Control de iluminación artificial mediante controladores de Luz Natural:**

La luz natural puede aportar incrementos en la eficiencia del sistema de iluminación, en particular cuando se combinan con sistemas automáticos de regulación de luz artificial, debe ser propiciado en primera fase por la incorporación en la propia estructura elementos arquitectónicos como ventanas, lucernas y paramentos verticales acristalados, en segunda fase, con la realización de un proyecto de regulación de los sistemas de iluminación artificial acorde a la contribución de la luz natural (Trento, 2004).

### **3.2.11.4 Tipos de sistemas de regulación:**

*Todo/Nada:* La iluminación se enciende y apaga por debajo o por encima de un nivel de iluminación prefijado.

*Regulación progresiva:* La iluminación se va ajustando progresivamente según el aporte de luz exterior hasta conseguir el nivel de luz prefijado (EPEC, 2006; Montalvo, 2010)

Aprovechar la luz natural con el sistema de control convencional significa considerar, en diferentes circunstancias, si la luz que está ingresando por la ventana es suficiente para la remisión total o parcial de la luz artificial (Gossmann & Meixner, 2001).

### **3.2.11.5 Control de Iluminación Artificial Mediante Detectores de Presencia.**

Los detectores de presencia responden a la ausencia de personas en la sala con el apagado del alumbrado artificial (Gassman & Meixner, 2001); valores de desperdicio por las luces encendidas, en locales desocupados de un edificio, pueden ser del 25 % de la energía total disipada en iluminación (IDAE, 2004), el sensor ocupacional es un dispositivo que detecta la presencia de personas en los locales para realizar el control (Pallas, 1998; Montalvo, 2010).

Existen dos tipos de detectores de presencia (Roso Electric Supply, 2007)

*Tecnología de infrarroja:* Los sensores infrarrojos pasivos PIR, detecta la ocupación del espacio por diferencias de temperatura entre los cuerpos en movimiento y el ambiente, la principal ventaja es que son económicos y el área de control está perfectamente delimitada.

*Tecnología Ultrasónica:* Actúan por efecto Doppler producido por el movimiento de la fuente emisora, la señal ultrasónica reflejada por los objetos del local, es recibida por uno o más receptores, permitiendo la detección de movimiento por cambios en el tiempo de retorno de la señal. Debido a que el sonido se propaga en todas direcciones, se denominan también detectores volumétricos, característica que deberá considerarse cuando se realiza el diseño de una instalación con este tipo de sensores, en cuidado a la existencia de fuentes de perturbación que ocasionen falsos disparos (Sinclair, 2001).

### **3.2.11.6 Regulación y control por un sistema centralizado de gestión.**

En edificios destinados a usos múltiples, como son las escuelas o universidades, es cada vez más interesante disponer de un sistema que permita el manejo y el control energético de las instalaciones de iluminación (Gassman & Meixner, 2001), donde supone una serie de ventajas, entre las que se citan:

- ❖ Posibilidad de encendido/apagado de zonas mediante órdenes centrales, bien sea manuales o automáticas (control horario).
- ❖ Modificación de circuitos de encendido a nivel central sin obras eléctricas.
- ❖ Monitorización de estado de los circuitos y consumos de los mismos.

Si el sistema centralizado dispone simultáneamente de control local, permitirá un considerable ahorro de energía, aplicando un buen control horario, de acuerdo con las necesidades del usuario, que evite luces olvidadas (Osram, 2007), la industria de la iluminación ha desarrollado un nuevo estándar digital de comunicación para aplicaciones en iluminación, llamado DALI, abreviatura de la expresión inglesa: Digital Addressable Lighting Interface (Pallas Areny, 1998; Montalvo, 2010), ha sido creado de manera conjunta por todos los principales fabricantes de equipos de conexión electrónicos (ECE) para garantizar un estándar unificado en la industria de la iluminación (Gamio, 2010).

### **3.2.12 Facturación de energía eléctrica**

Es la forma de expresar y saber la cantidad de energía eléctrica que se ha consumido en un período de un mes y los costos que representa, según las tarifas que se tenga (Aguilar & Díaz, 2004); la forma de realizar la facturación consiste en el cargo por consumo de energía (kW-h) y por demanda (kW) (Córdoba & De La Rosa, 2011)

### **3.2.13 Cargo por consumo de energía**

Es el producto directo de la energía eléctrica utilizada para la generación de trabajo mecánico o generación de calor (potencia activa) durante un tiempo determinado, multiplicado por la tarifa (Bs./kW-h) (Del Rosario, 2002).

Para obtener reducciones en este concepto se debe asegurar que aquellos equipos que estén utilizando la energía eléctrica, produzcan un trabajo mecánico o generen un calor, que se pueda dar un uso productivo (Córdoba & De La Rosa, 2011).

### **3.2.14 Cargo por demanda**

En el cargo por demanda es donde hay lugar a posibles reducciones y esto depende en gran medida de la comprensión que se tenga de algunos aspectos técnicos (Osinergmin, 2010), tiene implicaciones que penalizan el mal uso de la energía eléctrica, ya sea por falta de control de operación de la planta (picos de demanda), o por el uso indebido que se le puede dar a la energía, es decir un bajo factor de potencia (MEM, 2008). La demanda es registrada por un medidor, el cual requiere de una lectura sostenida superior a la registrada previamente (Luis, Serrano, Martinez, Guarddon, & Santolaya, 2015).

## **3.3 Definición de términos básicos**

### **3.3.1 Sistema eléctrico**

Es una serie de elementos o componentes eléctricos o electrónicos, tales como resistencias, inductancias, condensadores, fuentes, y/o dispositivos electrónicos semiconductores, conectados eléctricamente entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales electrónicas o eléctricas (Correina, 2009), abarca los diversos tipos de equipos que se usan y el grupo de consumidores que integran un sector (Landeros, 2008).

### **3.3.2 Potencia activa**

Es la razón a la cual se efectúa el trabajo útil en un circuito eléctrico. La unidad que por lo regular se usa es el vatio (W) o kilovatio (kW). El kilovatio-hora representa la potencia eléctrica de un kilovatio actuando en un intervalo de una hora; así pues, éste representa una medida del trabajo total que realiza un circuito eléctrico (Córdoba & De La Rosa, 2011).

### **3.3.3 Potencia reactiva**

Es la potencia que no se traduce en trabajo útil, pero representa la interacción de la energía magnética que hace posible el funcionamiento de las máquinas eléctricas. Se representa en los sistemas de potencia, como una reactancia (Luna , 2010).

### **3.3.4 Potencia aparente**

Es la potencia suministrada por la fuente de energía y se obtiene como la suma factorial de la potencia activa y reactiva, el conjunto de ellas forma el llamado triángulo de potencia, la unidad de medida se expresa en voltios - amperios (VA) (Córdoba & De La Rosa, 2011).

### **3.3.5 Demanda**

La demanda de una instalación o sistema es la carga en las terminales receptoras tomada en un valor medio a determinado intervalo. En esta definición se entiende por carga la que se mide en términos de potencia (aparente, activa, reactiva) o de intensidad de corriente (Córdoba & De La Rosa, 2011, pág. 21).

### **3.3.6 La demanda depende del monto mayor incurrido de acuerdo a los siguientes criterios:**

- Demanda mínima.
- Demanda máxima
- Demanda asignada contratada.

### **3.3.7 Demanda mínima**

Corresponde al cargo que se efectúa en aquellos casos en que la demanda leída en el mes, es menor a la demanda mínima de la tarifa y demanda asignada contratada (Córdoba & De La Rosa, 2011, pág. 21).

### **3.3.8 Demanda máxima**

Corresponde a la lectura máxima registrada durante el período de un mes (Carrillo Rojas & Andrade Rodas, 2014).

### **3.3.9 Demanda contratada**

Es la demanda de referencia contratada por la empresa para ser suministrada, y se considera la demanda máxima incurrida en cualquiera de los meses previos como referencia para su asignación (Córdoba & De La Rosa, 2011, pág. 22).

### **3.3.10 Controlador de energía eléctrica para luminarias**

Los sistemas de control de tiempo permiten apagar las luces según un horario establecido para evitar que las mismas estén encendidas más tiempo del necesario, son uno de los dispositivos más simples, económicos y eficientes en materia de ahorro de energía ( Soriano, 2011). Un temporizador es un aparato con el que podemos regular la conexión o desconexión de un circuito eléctrico después de que se ha programado un tiempo, tiene un contador binario, encargado de medir los pulsos suministrados por algún circuito oscilador, con una base de tiempo estable y conocida; el tiempo es determinado por una actividad o proceso que se necesite controlar (Avtron, 2012).

### **3.3.11 Reloj programador digital**

Es usado para el control horario tanto en instalaciones domésticas como industriales, es totalmente programables por minutos y esta preparado para trabajar diaria/semanalmente y en períodos vacacionales; mediante el uso de relojes-programadores es posible establecer un control horario exacto para la obtención de un importante ahorro de energía (CHINT Electrics, 2008).

### **3.3.12 Tipos de Lámparas**

**3.3.12.1 Balastos electrónicos:** Son la fuente de alimentación para las lámparas fluorescentes, pero debido a los avances tecnológicos presentan mejoras notables con respecto a los balastos convencionales (Aguilar & Díaz, 2004).

**3.3.12.2 Reflectores especulares:** Se instalan dentro de las luminarias para aumentar su eficiencia lumínica, su forma geométrica redobla la luz a los lugares donde se necesita; no hay disminución en la calidad de la iluminación (Aguilar & Díaz, 2004).

**3.3.12.3 Sensores de ocupación:** son dispositivos de control que se encargan de encender y apagar automáticamente las cargas eléctricas en áreas de trabajo, en función de la presencia humana (Córdoba & De La Rosa, 2011, pág. 23).

**3.3.12.4 LEDs:** Diodos emisores de luz, ofrecen mejor calidad de iluminación que las bombillas incandescentes, duran hasta 20 veces más, la tecnología LED disipa menos calor y utilizan menos energía que las lámparas fluorescentes compactas, son muy útiles para carteles de salida, luces de emergencia, entre otros (ISTAS, 2010).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Materiales

#### 4.1.1 Descripción del caso de estudio

La edificación objeto del presente estudio corresponde al edificio institucional de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental (Ficiam), el cual está ubicado en el campus de la Universidad nacional Toribio Rodríguez de Mendoza - Amazonas (Untrm-A), en la ciudad de Chachapoyas - Amazonas. Este edificio, entró en funcionamiento a inicios del 2015, cuenta con un área total construida de aproximadamente 1.370 m<sup>2</sup> distribuida en cuatro pisos.

El interior del edificio cuenta en su mayoría con aulas de clases, usadas principalmente por las escuelas de Ingeniería Ambiental e Ingeniería Civil, además el pabellón cuenta con oficinas, auditorio y sala de profesores. Es importante resaltar que el pabellón de la Ficiam no fue concebido bajo la aplicación de parámetros de sostenibilidad y por ende tampoco siguió programas de certificación de edificaciones verdes como LEED.



**Figura 1:** Lugar de estudio pabellón de la Ficiam.

#### 4.1.2 Reloj programador CHINT

El reloj programador NKG2, es aplicable al control de encendido y apagado de iluminación de calles, oficinas, anuncios luminosos, tiendas o cualquier otro uso que requiera la maniobra control de circuitos de corriente alterna de 50/60Hz, con tensión nominal de 220/230V y contactos de  $I_{th}=5A$  (CHINT Electric, 2008).



**Tabla 1:** Características eléctricas del reloj programador CHINT

Características Eléctricas	
<b>Normas</b>	UNE EN60947-5-1
<b>Tensión nominal de servicio <math>U_e</math></b>	230Vca
<b>Frecuencia nominal <math>f</math></b>	50/60 Hz
<b>Corriente Nominal <math>I</math></b>	5 A.
<b>Canales</b>	1
<b>Contactos</b>	1 NA/NC
<b>Programas</b>	Diario/Semanal
<b>Conmutación Manual</b>	Si
<b>Display LCD</b>	Si
<b>Batería</b>	Cuarzo
<b>Precisión</b>	<2seg día
<b>Memorias</b>	16 programas

Fuente: CHINT Electric, 2008

#### 4.1.3 Medidor electrónico monofásico ELSER:

El medidor A102C, ofrece las ventajas de la tecnología de medición electrónica de vanguardia, con medición en Clase 1 para energía activa y Clase 2 para energía reactiva, registrador unidireccional o siempre positivo y herramienta antifraude, el display de cristal líquido posee caracteres de alto contraste y gran tamaño que pueden ser vistos desde distintos ángulos; la lectura automática de medidores (AMR) es posible a través de la salida serial que incluye datos de facturación, seguridad y estado ( Elster Medidores SAC., 2008).





## **4.2 Métodos**

### **4.2.1 Periodo de estudio**

La selección de la muestra se dió durante el semestre académico 2017 - II, a través de la visita al pabellón de la Ficiam, a partir de las cinco de la tarde (5:00) pm durante cuatro semanas, del 28 de agosto al 22 de septiembre del año 2017.

### **4.2.2 Selección de la muestra de estudio:**

Se determinó observando el uso regular de los cuatro ambientes académicos en horario que fue necesario el uso de la iluminación. El primer piso del pabellón de la Ficiam se definió como área de estudio en horario de 5:00 a 11:20 pm, por ser las aulas de código PF101, PF102, PF103 y PF104 las más usadas en dichos horarios.

### **4.2.3 Instalación del sistema controlador de iluminación**

- a) Medidor eléctrico monofásico Elster A102c, se instaló en la caja de registro principal del pabellón, tomando acción sobre toda la serie de luminarias del primer piso, los siguientes consumos de energía eléctrica se tomaron por el periodo de lunes a sábado a las 7:30 am a partir del día 26 de septiembre al 08 de diciembre del 2017, se encuentra en la ficha datos (Anexo 03).
  
- b) Reloj controlador CHINT, se instaló en el tablero general PJ, hacia las cuatro aulas del primer piso del pabellón, donde se programó para un encendido a partir de las 5:00 pm hasta las 11:00 pm de lunes a viernes a partir del día 30 de octubre al 08 de diciembre del 2017, continuando con el reporte de consumo de energía en el mismo horario programado.

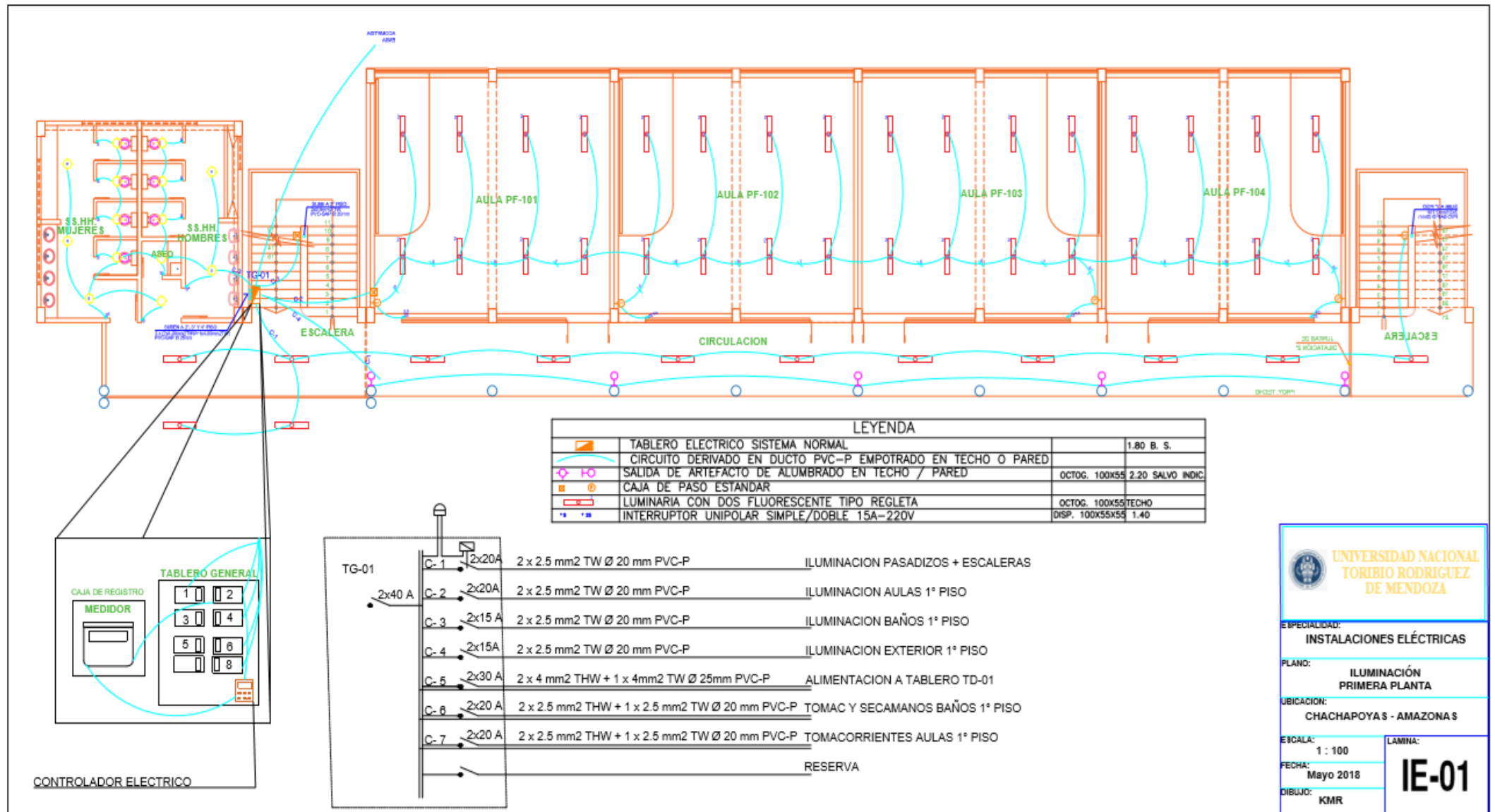


Figura 2: Plano del sistema eléctrico del primer piso del pabellón de la Ficiam.

#### **4.2.4 Registro del consumo de energía eléctrica**

El registro del consumo de energía eléctrica se realizó a partir del día 26 de septiembre al 30 de octubre del 2017 sin el sistema controlador de iluminación y desde el 31 de octubre al 09 de diciembre usando el sistema controlador de iluminación, en ambos casos se tomaron las lecturas en el periodo de lunes a sábado, en el horario de 7:30 am.

#### **4.2.5 Consumo de energía eléctrica antes y después la implementación del sistema controlador de iluminación.**

Se determinó la cantidad de energía eléctrica consumida a través de la diferencia de lecturas tomadas del medidor durante un mes sin el sistema controlador de iluminación y dos meses después de la instalación, se realizó una comparación de la cantidad de consumo de energía eléctrica antes y después de la instalación del sistema controlado de iluminación, en el primer piso del pabellón Ficiam, Sabiendo que por cada kW-h consumido cuesta S/. 2.4937.

#### **4.2.6 Análisis estadístico**

Se realizó un análisis estadístico descriptivo a través de Microsoft Excel, se ingresaron todos los datos obtenidos del consumo energético durante los dos meses, con la finalidad de determinar cuánto es el consumo del primer piso del pabellón, antes y después de la implementación del sistema controlador de iluminación calculando un consumo promedio mensual y haciendo una comparación entre el consumo y el pago que se realiza por el servicio de energía eléctrica en la Untrm.

## V. RESULTADOS

### 5.1 Selección de lugar de estudio:

A través de la observación, horarios de clase y entrevistas a los estudiantes se ha podido ver que las aulas con mayor presencia de clases durante las noches son las del primer piso las cuales fueron utilizadas durante las horas académicas de 5:20 pm hasta las 11:10 pm, con un total de 94 horas pedagógicas a la semana (Tabla 02), frente a los demás pisos (Anexo 01).

**Tabla 2:** Registro de horas de clase por las noches en las aulas del primer piso del pabellón de la Ficiam.

Primer piso del pabellón de la Ficiam																														
horas	Aula - 101					Aula - 102					Aula - 103					Aula - 104														
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V										
5:20 - 6:10 pm	■	■	■	■	■						■	■	■	■	■						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6:10 - 7:00 pm	■	■	■	■	■						■	■	■	■	■						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7:00 - 7:50 pm	■		■	■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7:50 - 8:40 pm	■	■		■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8:40 - 9:30 pm	■	■		■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
9:30 - 10:20 pm				■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
10:20 - 11:10 pm				■	■	■	■	■	■	■						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
11:10 - 12:00 am																														

 Horario de clases con el uso de la iluminación.

### 5.2 Registro de la cantidad de equipos fluorescentes

Se identificó que en todo el pabellón de la facultad de ingeniería civil y ambiental se utilizan un solo tipo de luminarias que son los tubos fluorescentes philipis de 60 W de potencia, el primer piso cuenta solamente con un total de 58 lámparas debido a que algunos tubos fluorescentes se encuentran malogrados y no han sido cambiados (Tabla 03).

**Tabla 3:** Registro de luminarias en el primer piso del pabellón de la Ficiam.

Área	Número de luminarias	Potencia de la lámpara (kW)	Operación (horas/día)
Aula - 101	16	0.06	08 - 10
Aula - 102	16	0.06	08 - 10
Aula - 103	12	0.06	08 - 10
Aula - 104	14	0.06	08 - 10
<b>Total</b>	<b>58</b>		

### 5.3 Lecturas del Medidor

Se llevó la cuenta diaria de las lecturas, teniendo una lectura inicial de 000275.0 kW-h, el día 26 de septiembre se realizó la segunda lectura a la misma hora teniendo una lectura de 000277.4 kW-h, hasta el día 08 de diciembre que finalizó el semestre académico II, donde se obtuvo una lectura de 414.2 kW-h, (Tabla 4 y 5).

**Tabla 4:** Registro de consumo de la energía eléctrica (kW-h) en las aulas del primer piso del pabellón de la Ficiam antes de la implementación del sistema.

		Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
		25		26		27		28		29	
Septiembre	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	
	275.0	277.4	277.4	280.6	280.6	283.8	283.8	287.9	287.9	290.7	
	<b>2.4</b>		<b>3.2</b>		<b>3.2</b>		<b>4.1</b>		<b>2.8</b>		
		2		3		4		5		6	
	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	
	290.7	294.2	294.2	297.8	297.8	300.3	300.3	302.3	302.3	304.4	
	<b>3.5</b>		<b>3.6</b>		<b>2.5</b>		<b>2</b>		<b>2.1</b>		
		9		10		11		12		13	
Octubre	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	
	307.8	310.3	310.3	313.8	313.8	316.5	316.5	319.5	319.5	322.7	
	<b>2.5</b>		<b>3.5</b>		<b>2.7</b>		<b>3</b>		<b>3.2</b>		
		16		17		18		19		20	
	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	
	325.9	328.9	328.9	332.3	332.3	336.6	336.6	339.7	339.7	342.6	
	<b>3</b>		<b>3.4</b>		<b>4.3</b>		<b>3.1</b>		<b>2.9</b>		
		23		24		25		26		27	
	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	
	345.9	348.6	348.6	351.6	351.6	353.9	353.9	355.9	355.9	357.8	
	<b>2.7</b>		<b>3</b>		<b>2.3</b>		<b>2</b>		<b>1.9</b>		

**Tabla 5:** Registro de consumo de la energía eléctrica (kW-h) en las aulas del primer piso del pabellón de la Ficiam después de la implementación del sistema.

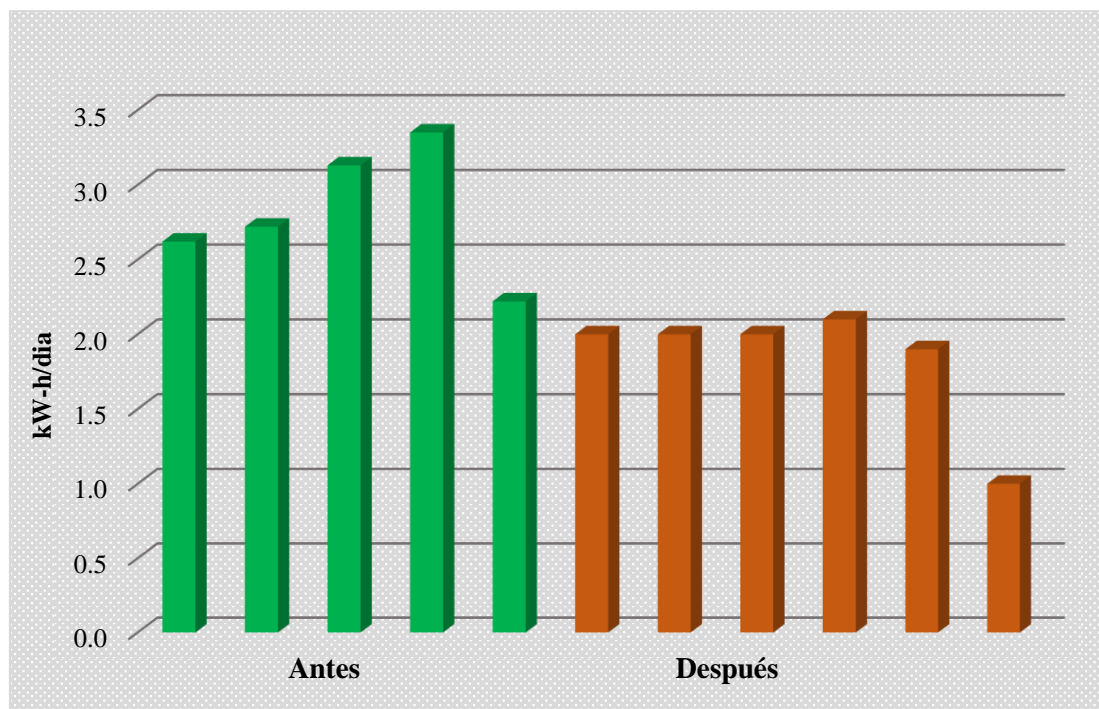
		Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
Consumo de la energía eléctrica (kW-h) después de la implementación	Noviembre	30		31		1		2		3	
		Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino
		359.2	361.3	361.3	363.2	363.2	365.0	365.0	367.2	367.2	369.2
		<b>2.1</b>		<b>1.9</b>		<b>1.8</b>		<b>2.2</b>		<b>2</b>	
		6		7		8		9		10	
		Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino
	371.3	373.2	373.2	375.3	375.3	377.2	377.2	379.8	379.8	381.4	
	<b>1.9</b>		<b>2.1</b>		<b>1.9</b>		<b>2.6</b>		<b>1.6</b>		
	13		14		15		16		17		
	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	
	383.3	385.5	385.5	387.4	387.4	389.1	389.1	391.1	391.1	393.2	
	<b>2.2</b>		<b>1.9</b>		<b>1.7</b>		<b>2</b>		<b>2.1</b>		
20		21		22		23		24			
Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino		
395.4	397.1	397.1	399.7	399.7	401.1	401.1	403.9	403.9	405.2		
<b>1.7</b>		<b>2.6</b>		<b>1.4</b>		<b>2.8</b>		<b>1.3</b>			
27		28		29		30		1			
Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino		
407.7	409.3	409.3	411.5	411.5	413.2	413.2	415.7	415.7	417.6		
<b>1.6</b>		<b>2.2</b>		<b>1.7</b>		<b>2.5</b>		<b>1.9</b>			
4		5		6		7		8			
Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino	Inicio	Termino		
419.3	420.6	420.6	421.9	421.9	422.9	422.9	423.8	423.8	424.6		
<b>1.3</b>		<b>1.3</b>		<b>1</b>		<b>0.9</b>		<b>0.8</b>			

#### 5.4 Consumo de energía eléctrica (kW-h)

El consumo de energía eléctrica antes de la implementación del sistema controlador de iluminación a partir del día 25 de septiembre al 29 de octubre del 2017 fue de **2.9** kW-h en promedio al día, luego de la implementación del sistema controlador de iluminación a partir del día 30 de octubre al 8 de diciembre del 2017, se obtuvo un consumo promedio de 1.8 kW-h al día, se observó una disminución de 1 kW-h al día menos consumido en el primer piso del pabellón de la Ficiam (Tabla 6).

**Tabla 6:** Consumo de la energía eléctrica en el primer piso del pabellón de la Ficiam.

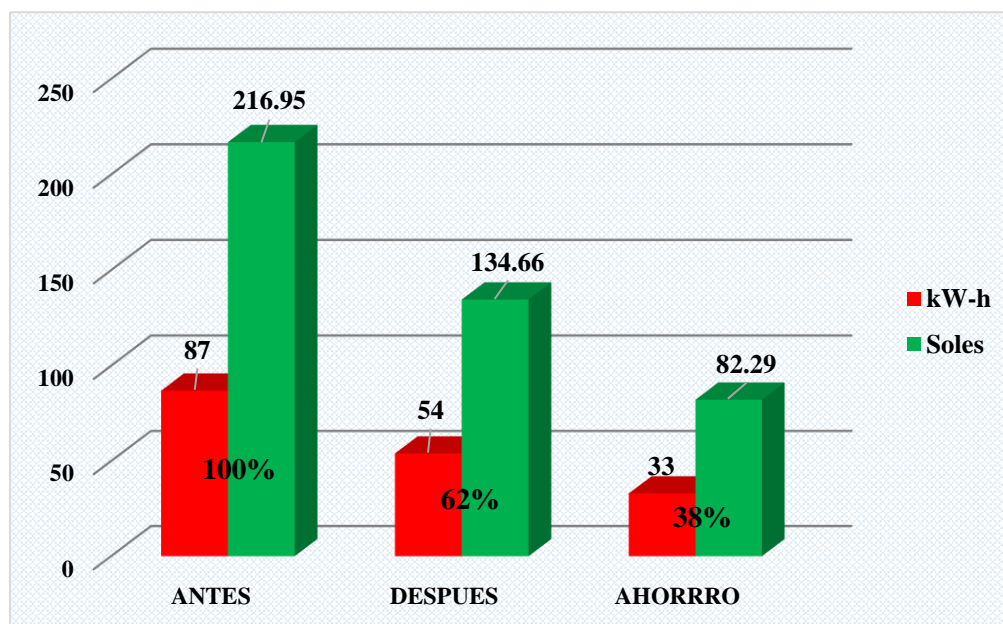
Consumo antes de la implementación kW-h/día				Consumo después la implementación kW-h/día			
Día	kW-h	Día	kW-h	Día	kW-h	Día	kW-h
L	2.4	L	3	L	2.1	L	1.7
M	3.2	M	3.4	M	1.9	M	2.6
M	3.2	M	4.3	M	1.8	M	1.4
J	4.1	J	3.1	J	2.2	J	2.8
V	2.8	V	2.9	V	2	V	1.3
L	3.5	L	2.7	L	1.9	L	1.6
M	3.6	M	3	M	2.1	M	2.2
M	2.5	M	2.3	M	1.9	M	1.7
J	2	J	2	J	2.6	J	2.5
V	2.1	V	1.9	V	1.6	V	1.9
L	2.5			L	2.2	L	1.3
M	3.5			M	1.9	M	1.3
M	2.7			M	1.7	M	1
J	3			J	2	J	0.9
V	3.2			V	2.1	V	0.8
<b>Promedio</b>		<b>2.9</b>		<b>Promedio</b>		<b>1.8</b>	



**Figura 3:** Consumo de energía eléctrica antes y después de la implementación del sistema control de iluminación.

## 5.5 Consumo y ahorro de energía eléctrica

El consumo promedio mensual fue de 87 kW-h/mes antes de la implementación del sistema y un consumo de 54 kW-h/mes después de la implementación del sistema controlador de iluminación, obteniéndose un ahorro de 33 kW-h equivalente al 38%, además se calculó un ahorro monetario de **S/. 82.29** (Ochotenta y dos con 29/100 soles) en el primer piso del pabellón de la Ficiam, teniendo una inversión de S/ 200.00 soles ( Figura 04).



**Figura 4:** Ahorro de la energía eléctrica con la implementación del sistema controlador de iluminación.

## 5.6 Consumo y Ahorro de la energía eléctrica en el pabellón de la Ficiam

A través de la proyección en la cantidad de horas que se utilizó la energía eléctrica, se determinó que, en el pabellón de la Ficiam, antes de la implementación del sistema controlador de energía, el consumo es de 220 kW-h y un pago de S/ 549.30 mensualmente (Tabla 07), después de la implementación del sistema el consumo es de 136.7 kW-h y un pago de S/ 340.95 mensuales (tabla 08), obteniéndose un ahorro de **83. 56 kW-h** y un ahorro en el pago de **S/ 208.35** (doscientos ocho con 35/100 soles), mensualmente que equivale al **38 %** de ahorro mensual (Tabla 09), el sistema controlador de iluminación tiene cinco años de vida útil, por lo que se realizó una proyección a cinco años, teniendo una inversión de **S/. 800.00** (ochocientos con 00/100 soles) para el pabellón de la Ficiam, y un ahorro de **S/ 833.40** en el semestre 2017 II obteniendo un ahorro **S/. 7,500.60** (siete mil quinientos con 60/100 soles) para cinco años (Tabla 11).



**Tabla 7:** Consumo de la energía eléctrica antes de la implementación del sistema en el pabellón de la Ficiam.

Piso	h.p/sem.	kW-h	S/.
1	94	87	216.95
2	45	41.6	103.86
3	53	49.1	122.32
4	46	42.6	106.17
<b>TOTAL</b>	<b>238</b>	<b>220.3</b>	<b>549.30</b>

\* h.p/sem. Horas pedagógicas por semana.

**Tabla 8:** Consumo de energía eléctrica después de la implementación del sistema en el pabellón de la Ficiam.

Piso	h p/sem.	kW-h	S/.
1	94	54	134.66
2	45	25.9	64.46
3	53	30.4	75.93
4	46	26.4	65.90
<b>TOTAL</b>	<b>238</b>	<b>136.7</b>	<b>340.95</b>

**Tabla 9:** Ahorro de la energía eléctrica mensual en el pabellón de la Ficiam.

	kW-h	S/.	%
ANTES	220.3	549.30	100%
DESPUES	136.7	340.95	62%
<b>AHORRO</b>	<b>83.6</b>	<b>208.35</b>	<b>38%</b>

**Tabla 10:** Proyección del de ahorro de la energía eléctrica a cinco años, sin el sistema en el pabellón de la Ficiam.

Año	kW-h	S/.
2017	881.2	2197.2
2018	1762.4	4,394.40
2019	1762.4	4,394.40
2020	1762.4	4,394.40
2021	1762.4	4,394.40
<b>Ahorro Total</b>	<b>7930.8</b>	<b>19,774.80</b>

**Tabla 11:** Proyección del de ahorro de la energía eléctrica a cinco años, con el sistema en el pabellón de la Ficiam.

<b>Año</b>	<b>kW-h</b>	<b>S/.</b>
2017	546.8	1363.8
2018	1093.6	2,727.60
2019	1093.6	2,727.60
2020	1093.6	2,727.60
2021	1093.6	2,727.60
<b>Ahorro Total</b>	<b>4921.2</b>	<b>12,274.20</b>

**Tabla 12:** Proyección del de ahorro de la energía eléctrica a cinco años en el pabellón de la Ficiam.

<b>Año</b>	<b>kW-h</b>	<b>S/.</b>	<b>% Ahorro</b>
2017	334.4	833.40	38%
2018	1093.6	1,666.80	38%
2019	1093.6	1,666.80	38%
2020	1093.6	1,666.80	38%
2021	1093.6	1,666.80	38%
<b>Ahorro Total</b>	<b>3009.6</b>	<b>7,500.60</b>	<b>38%</b>

### 5.7 Ahorro de la energía eléctrica en la Untrm – A.

Tomando las características diferentes para todos los pabellones en cuanto a (horarios de clases, usos de la iluminación, tipo de luminarias y otras), podemos inferir una proyección de ahorro para toda la Untrm de **1317.3 kW-h**, y **S/ 3,284.58** para el semestre académico 2017-II.

**Tabla 11:** Proyección del ahorro de la energía eléctrica en el semestre académico 2017-II en la Untrm.

<b>Pabellón</b>	<b>h.p./sem.</b>	<b>Kw-h</b>	<b>Ahorro S/.</b>
Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental	238	334.24	<b>S/ 833.40</b>
Facultad de Ciencias de la Salud	170	238.7	S/ 595.29
Facultad de Enfermería	120	168.5	S/ 420.20
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias,	160	224.7	S/ 560.27
Facultad de Ingeniería Zootecnia, Agro negocios y Biotecnología	100	140.4	S/ 350.17
Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables	150	210.7	S/ 525.25
<b>Total</b>		<b>1317.3</b>	<b>S/ 3,284.58</b>

## VI. DISCUSIÓN

De la tabla 02 y anexo 01, se puede ver que las aulas del primer piso del pabellón de la Ficiam son más utilizadas, con un total de 94 horas pedagógicas de clase equivalente a 78.83 horas cronológicas a la semana, respecto a los demás pisos, por lo que fue seleccionado como muestra de estudio, el sector de la construcción es el responsable de notables impactos ambientales debido a los altos consumos de energía eléctrica (González, 2011)

El tipo de luminarias con las que cuenta el pabellón de la Ficiam son las tubular T8 de 60 W de potencia con una vida útil promedio de 8 000 a 16 000 horas, tienen una eficacia promedio de 65 – 96 Lm/W, las aulas del primer piso cuentan con un total de 58 luminarias, debido a que en dos aulas se identificó que 4 luminarias se encuentran en mal estado; las luminarias combinadas con un sistema de control para iluminación se obtiene todo un sistema que aprovecha un recurso natural para el ahorro de energía, sin pérdida de confort en los ambientes de trabajo (Sanches, 2005)

El consumo de energía eléctrica que se obtuvo antes de la implementación del sistema controlador de iluminación en el primer piso del pabellón de la Ficiam, que fue del día 25 de septiembre al 29 de octubre del 2017 fue de 87 kW-h y un pago de S/ 216.95 al mes, luego de la implementación del sistema controlador de iluminación a partir del día 30 de octubre al 8 de diciembre del 2017, se obtuvo un consumo de 54 kW-h y un pago de S/ 134.66 al mes, obteniéndose así un ahorro de **33 kW-h** y **S/ 82.29** mensualmente, equivalente al **38%** de ahorro mensual (Figura 02) ,los sistemas para control de iluminación son simples y fáciles de instalar en oficinas, escuelas, etc., garantizando un confort máximo y un ahorro de energía de hasta 75% (Fillipo, Cano, & Chavez, 2009).

Al proyectarlo a todos los pisos del pabellón de la Ficiam, antes de implementar el sistema controlador de iluminación, se tendría un consumo de 220 kW-h y un pago de S/. 549.30 mensualmente (Tabla7), después de la implementación del sistema se obtendría un consumo de 136.7 kW-h y un pago de S/. 340.95 mensualmente (Tabla 8), obteniéndose un ahorro de **83. 56 kW-h** y un ahorro en el pago de **S/ 208.35** mensualmente que equivale al **38 %** de ahorro mensual (Tabla 09), al realizar la incorporación de controladores a los sistemas de iluminación en las oficinas del edificio institucional Centro Ático, el cual está ubicado en el campus de la Pontificia Universidad

Javeriana (PUJ) en la ciudad de Bogotá - Colombia, se podría ahorrar en un 50% por el pago de la energía eléctrica (Ribero, Garzón , & Alvarado, 2016); en todo el semestre académico 2017-II se obtuvo un ahorro de **S/ 833.44** en el pabellón de la Ficiam; al implementar sistemas para control de iluminación más el uso de los sensores detectores de presencia y movimiento en las oficinas de la Universidad Tecnológica de Pereira, se obtiene un ahorro de energía de 30% hasta un 70%, garantizando un uso de los recursos de forma apropiada (Andrés et al., 2009), por lo que si se implementaría juntamente al sistema controlador de iluminación los sensores con detección de presencia y movimiento en el pabellón de la Ficiam, se lograría obtener un ahorro de **70%**, debido a que la programación del sistema fue de 5:00 pm a 11:00 pm, y en todas las aulas del pabellón no se tenían clase en ese horario se logró obtener un ahorro del **38%**.

La implementación del sistema en el pabellón de la Ficiam tendría un costo inicial de **S/. 800.00** (ochocientos con 00/100 soles), donde se obtendría un ahorro de S/ 208.35 mensuales, y un ahorro de **334.2 kW-h** y **S/ 833.40** (ochocientos treinta y tres con 40/100 soles) para todo el semestre académico 2017 – II (Tabla 10) , por lo que si se lo proyecta con la misma lógica a 5 años, que es la vida útil del sistema controlador de iluminación, en el pabellón de la Ficiam a cinco años se obtiene un ahorro de **3008.2 kW-h**, y **S/ 7,500.60** (siete mil quinientos con 60/100 soles), con una buena iluminación, se estima que podrían lograrse reducciones de entre el 30% y el 50% en el consumo eléctrico, gracias al uso de componentes más eficaces, empleo de sistemas de control y a la integración de la luz natural (Castelló, 2000), al aplicar buenas prácticas de eficiencia, se obtiene una reducción del 48% en las emisiones GEI, realizando modificaciones en la iluminación (Carrillo & Rodas, 2014).

Al proyectar la implementación del sistema controlador de iluminación en los demás pabellones de las diferentes facultades de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, tomando las mismas características en cuanto a (horarios de clase, uso de la iluminación, tipos de luminarias y otros), se obtendría un ahorro de **1317.3 kW-h** y **S/. 3,284.58** (tres mil doscientos ochenta y cuatro con 58/100 soles), para el semestre académico 2017-II (Tabla 11), ), mensualmente en la Untrm se paga por el servicio de energía eléctrica en promedio **S/ 12,000.00**, por lo que se estaría ahorrando un **6.8%** en el pago en todo el semestre académico; la eficiencia energética constituye una pieza clave en el desarrollo de las economías en los mercados globales, el sector de la iluminación podría ahorrar un 45% de la energía eléctrica consumida gracias a la

utilización profesional de la tecnología (Serrano, Martínez , Guarddon , & Santolaya, 2015), si se prolonga el tiempo de vida útil de un sistema de iluminación en un 100%, dependiendo de la tarifa de electricidad representa un ahorro monetario importante (Montalvo, 2010). Según la Oficina de Eficiencia Energética y Energías Renovables de los Estados Unidos, (2009) el cambio de tecnología en iluminación podría suponer, un ahorro de \$250 billones en costos de energía, reduciendo el consumo eléctrico en iluminación en torno al 50%, evitando así la emisión de 1800 millones de toneladas métricas de emisiones de dióxido de carbono.

## VII. CONCLUSIONES

El ahorro de energía eléctrica que permitió la aplicación del sistema controlador de iluminación fue de 83.56 kW-h y un ahorro monetario de S/. 208.35 soles, para el primer piso del pabellón de la Ficiam.

- ❖ El pabellón de la Ficiam, cuenta con un total de 41 luminarias de tipo fluorescentes tubulares T8 de la marca Philips de 60 W de potencia, en todos sus ambientes, las aulas con mayor presencia de clases fueron las del primer piso, las cuales cuentan con 16 lámparas fluorescentes por cada aula.
- ❖ Con la proyección de la implementación del sistema controlador de iluminación en el primer piso fue de 87 kW-h y un pago de S/ 216.95 mensuales, luego de la implementación del sistema controlador de iluminación, se obtuvo un consumo de 54 kW-h y un pago de S/ 134.66 al mes, obteniéndose así un ahorro de **33 kW-h** y **S/ 82.29** mensualmente, equivalente al **38%** de ahorro mensual.
- ❖ Antes de implementar el sistema controlador de iluminación, en todo el pabellón de la Ficiam se obtiene un consumo de 220 kW-h y un pago de S/. 549.30 mensualmente, y después de la implementación del sistema controlador de iluminación se obtiene un consumo de 136.7 kW-h y un pago de S/. 340.95 mensuales, obteniéndose así un ahorro de **83. 56 kW-h** en el consumo y un ahorro en el pago de **S/ 208.35** mensuales, equivale al **38 %** de ahorro.
- ❖ Con la proyección del sistema controlador de iluminación para los pabellones de la Untrm, con las mismas características en cuanto a los horarios de clase se obtiene un ahorro de **1317.3 kW-h** y un ahorro en el pago de **S/. 3,284.58** para el semestre académico 2017-II, que equivale al **6.8 %** de ahorro en el pago mensual por el servicio de la energía eléctrica.

## VIII. RECOMENDACIONES

- ❖ Debido a que esta investigación se realizó en un solo pabellón de la Universidad, se recomienda que se extienda a todos los pabellones que tengan las mismas características, en cuanto a la cantidad de horas de clase por las noches.
- ❖ Realizar la implementación además del sistema controlador de iluminación, instalar el detector de presencia con sensores de movimiento para obtener un mayor ahorro energético y monetario, en cuanto al consumo de la energía eléctrica en la Untrm.
- ❖ Realizar otros estudios experimentales con la implementación de la tecnología LED, Diodos Emisores de Luz (LED: Lighting Emitting Diode) están basados en semiconductores que transforman directamente la corriente eléctrica en luz, no poseen filamento, por lo que tienen una elevada vida (hasta 50.000 horas) y son muy resistentes a los golpes, además son un 80 % más eficiente que las lámparas fluorescentes; su única desventaja es el alto costo en la inversión inicial, que bien puede retornar a corto o mediano plazo.
- ❖ Los docentes de la Untrm, realicen incentivos a los alumnos a través de las notas, en el ítem del actitudinal, subirles un punto más, a la facultad que presente menor consumo de la energía eléctrica, así lograr cambiar sus hábitos de no apagar las luces al terminar su horario de clase por las noches.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, A., & Díaz, J. (2004). Una visión del mercado eléctrico Colombiano. Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). , Bogota.
- Andrés, J., Básicos, C., El, P., De, C., Fluorescente, I., & Valle, U. (2009). Redalyc. Conceptos básicos para el control de iluminación fluorescente.
- Avtron, N. (08 de noviembre de 2012). material electrico en Mexico. Obtenido de [www.info.bricos.com](http://www.info.bricos.com)
- Carrillo Rojas, G., & Andrade Rodas, J. (2014). Impacto de programas de eficiencia energética eléctrica, estudio de caso: Empresas alimentarias en Cuenca,, Ecuador. Impact of electrical energy efficiency, 41-48.
- Castelló B., F. (2000). Plan de ahorro y eficiencia energética de la comunidad Valenciana, AVEN. Valenciana.
- Chacho, G. J., Sotomayor, S. P., & Delgado, Q. N. (2013). Diseño e implementación de un sistema automático de alumbrado Led Publico inteligente controlado vía wireless e instalado en la casa de Don Bosco de Guayaquil. Recuperado el 07 de septiembre de 2016, de [dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5306/1/UPS-.pdf](http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5306/1/UPS-.pdf)
- CHINT Electric, S. (20 de abril de 2008). Reloj programador NKG2. Obtenido de [www.chinteletrics.es](http://www.chinteletrics.es)
- Colegio, E., & Guzmán, M. (2016). Reseñas y comentarios bibliográficos Lezama , José Luis ( 2014 ), Política energética, 31(2014), 239–245.ds\_009-2009-minam.pdf.
- Córdoba, M., & De La Rosa, S. (2011). Diseño del Plan de eficiencia Energetica para el uso racional de la energía Electrica en la Universidad de Cartagena, sede pierda de Bolivar. Recuperado el 05 de enero de 2018, de <http://www.docplayer.es/diseñodelplandeeficiencia>.
- Correina, A. (2009). Sistema Electrico. Recuperado el 18 de diciembre de 21017, de [www.monografias.com](http://www.monografias.com)
- Del Rosario, R. (2002). Ahorro de energía en el uso de los motores eléctricos. Ministerio de energía y minas. Obtenido de [siec.minem.gob.pe](http://siec.minem.gob.pe)
- De la Cruz , C. N. (2010). *Sistema Inteligente de Ahoorro de Energía* . Recuperado el Septiembre de 2016 de: <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle>



- Dilouie, C. (2005). *Advanced Lighting Controls*. United States of America: Fairmont press.
- Durán , S. J., & Quinto, V. A. (2015). *Ahorro de Energía en Invernaderos Mediante el uso de Iluminación Led.pdf*. Obtenido de: <http://www.tesis.ipn.mx>.
- Electro Oriente. (2017). *Estado de Cuenta Corriente*. Chachapoyas.
- Elster Medidores SAC. (10 de Abril de 2008). *Elster Medidores*. Obtenido de [www.elstermetering.com](http://www.elstermetering.com).
- EPEC, E. p. (2006). *Iluminación eficiente [en línea]* Argentina. Argentina. Recuperado en noviembre de 2017, de <http://www.epec.com.ar/iluminacioneficiente>.
- Fernández, M. (2014). *Actitud hacia un Sistema de Energía Eléctrica Prepago como Elemento de Mercadeo de este Servicio.Caso de Estudio: Municipio Naguanagua,Estado Carabobo, Año 2013*. Trabajo de Grado, Maestría en Administración de Empresas Mención Mercadeo., Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.
- Fiestas, B. (2011). *Ahorro energético en el sistema eléctrico de la Universidad de Piura - Campus Piura*. Tesis de Master en Ingeniería Mecánico-Eléctrica con Mención en Sistemas, Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería, Piura.
- Fillipo, V., Cano, H., & Chavez, J. (diciembre de 2009). *Conceptos Básicos Para El Control De Iluminacion Fluorescente*. *Scientia Et Technica*, XV(43), 321-325. Obtenido de: <http://www.redalyc.org/articulo>.
- FISE. (2015). *El consumo mínimo de energía eléctrica y su relación con la selección de beneficiarios de vale de descuento FISE*, (4), 1–5. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Gámez, A., Cabrera , J., López, F., Reta, M., & Cruz, O. (2008). *Impacto en la generación de electricidad con fuentes no convencionales de energia en el sistema electromagnetico mexicano*. *Revista de Ingenieria Energetica*, 29, 18 - 25. Obtenido de <http://search.ebscohost.com>

- Gamio, P. (2010). Cambio de matriz energética y desarrollo sostenible,. Obtenido de [http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/institucional/publicaciones/presentaciones/presentacion\\_vme.pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/institucional/publicaciones/presentaciones/presentacion_vme.pdf)
- Gassman, O., & Meixner, H. (2001). *Sensors in Intelligent Buildings*, Volumen 2. . Alemania: Betz-Druck.
- Guamán, J. I., Vargas, C. L., & García, M. G. (2017). Plataformas de Control Inteligente de Iluminación Interior integrados en, (13), 169–178.
- González-Ventura, J. R., Campos-Cantón, I., Camacho-Juárez, S., & Núñez-Olvera, O. F. (2016). Instrumentación de un impulsor para lámpara de LED. *Ingeniería, Investigación Y Tecnología*, 17(4), 445–452. <https://doi.org/10.1016/j.riit.2016>.
- Gutiérrez , H. M. (julio de 2014). Iluminación Led. Ahorro, Eficiencia e Innovacion. Proyecto de Mejora de la Iluminación de un Hotel.Pdf. Recuperado el 07 de septiembre de 2016, de <http://riull.ull.es/iluminacion/led./ahorro/eficiencia>.
- Güendolain, K. C., Miguel, L., & Paliza, G. (2007). El consumo de energía en México y sus efectos en el producto y los precios. *Revista Latinoamericana de Economía*, 38(148), 127–152. Recuperado de <http://revistas.unam.mx/index.php/pde/article>.
- IDAE, I. p. (2004). Guia técnica de eficiencia energetica de iluminación de hospitales y centros de atención primaria. Madrid, España. Obtenido de <http://www.idae.es/central.asp>
- Landeros, G. (2008). El Ahorro de Energía. Recuperado el 25 de noviembre de 2017, de <http://www.monografias.com>
- Lazo, R., Rojas, R., & Luis, J. (2009). Proyección del consumo de energía residencial en el Perú ( 2005-2030 ) mediante el software Maed \_ d.
- Luis, J., Serrano, A., Martinez, A., Guarddon, O., & Santolaya, J. (2015). A case study Análisis de ahorro energético en iluminación LED industrial . Analysis of energy saving in industrial LED lighting .
- Luna , C. (2010). Climatización y ahorro energético en el hogar. Obtenido de [www.santacruz.gov.ar/.../1-/Guía/Ahorro/Energético/Hogar.pdf](http://www.santacruz.gov.ar/.../1-/Guía/Ahorro/Energético/Hogar.pdf)

- Macías, A., & Andrade, J. (2013). Estudio de Generación Eléctrica bajo Escenario de Cambio Climático. Ministerio de Minas y Energía de Colombia, Bogotá.
- (MEM), M. d. (2008). Fondo para la estabilización del precio de los combustibles. Dirección general de hidrocarburos, Lima. Recuperado el 12 de diciembre de 2017, de [www.snmpe.org.pe](http://www.snmpe.org.pe)
- MEM, M. d. (2010). Fondo para la estabilización del precio de los combustibles. Dirección general de hidrocarburos, Lima. Recuperado el 05 de enero de 2018, de [www.snmpe.org.pe/...hidrocarburos/III.../FEPC/2002.07.08.pdf](http://www.snmpe.org.pe/...hidrocarburos/III.../FEPC/2002.07.08.pdf)
- MEM, M. d. (2014). Plan energético nacional 2014-2025. Dirección General de Eficiencia Energética, Lima.
- MINAM. (2012). Guía de ecoeficiencia - Ministerio del Ambiente. Lima. Recuperado el 09 de 2016, de <http://ecoefficiencia.minam.gob.pe/public/docs/28.pdf>
- MINAM, M. d. (2012). Guía de ecoeficiencia. Ministerio del Ambiente, Lima. Recuperado en enero 2018, de <http://ecoefficiencia.minam.gob.pe/docs/28.pdf>
- Monroy, L. (2002). La generación de energía eléctrica y el ambiente.
- Montalvo, V. (2010). Diseño De Un Sistema De Iluminación Inteligente. Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico, Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima.
- Monteoliva, J. (2013). Iluminación natural en aulas: análisis predictivo dinámico del rendimiento lumínico-energético en clima soleados. 235-248.
- Nieto, I., Murillo, S., Rojo, M., & Asai, M. (2008). Programa de Protección Ambiental y Bioseguridad en el Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente, 31(2), 111–117.
- Oficina de Eficiencia Energética y Energías Renovables de los Estados Unidos, (2009). Ahorro de energía con el cambio de tecnologías. pp 3-7. Disponible en [www.oeeerusaahorro.com.pe](http://www.oeeerusaahorro.com.pe)
- Osal, C., Sudriá, W., Yépez, A., Parra, W., Doyharzabal, I. R., Llosas, J., & Escuela, C. (2012). Nota Técnica 3ro Taller De “ Eficiencia Energética Para La Seguridad Y La Sostenibilidad De Iberoamérica ( Efesos )” Consumo Eléctrico ( kWh per capita ), 65–71

- Osinermin. (2010). Opciones tarifarias y condiciones de paliación de las tarifas a usuario final. Organismo de la Supervisión en Energía y Minas, Lima. Recuperado el 10 de 12 de 2017, de [www.osinerg.gob.pe](http://www.osinerg.gob.pe)
- Osinermin. (2014). Generación eléctrica con recursos energéticos renovables no convencionales en el Perú. Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria., Lima. Recuperado el Diciembre de 2017, de <http://www.osinergmin.gob.pe>
- Osram, D. (2007). Sistemas de Gestión de luz. Recuperado el 12 de octubre de 2017, de [http://www.osram.es/\\_global/pdf](http://www.osram.es/_global/pdf).
- Pablo, U. (2013). Elasticidades de demanda por electricidad e impactos macroeconómicos del precio de la energía eléctrica en Colombia.
- Pallas Areny, R. (1998). Sensores y Acondicionadores de Señal. Barcelona : Editorial: Marcombo S.A.
- Ramirez, J., Ricoy, J., & Sánchez, D. (2012). Proyecto de Eficiencia Energética en el Sistema de Alumbrado en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico. Mexico. Obtenido de [www.ptolomeo.unam](http://www.ptolomeo.unam).
- Ramos-gutiérrez, L. D. J. (2012). La generación de energía eléctrica en México. *Tecnología Y Ciencias Del Agua, III*, 197–211.
- Ribero, O., Garzón, D., & Alvarado, Y. (2016). Beneficios económicos de la certificación LEED. Edificio Centro Ático: caso de estudio. *Revista Ingeniería de Construcción RIC*, Vol 31 (Nº2 ), PAG 139-146 . Obtenido de [www.ricuc.cl](http://www.ricuc.cl)
- Roque, P. (2005). consumo de energia electrica. Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor de la Facultad de ingeniería Mecánica de la Universidad Central Marta Abreu, de Las Villas. cuba: cubasolar. Obtenido de Consumo de energia electrica: [www.cubasolar.co](http://www.cubasolar.co)
- Roso Electric Supply. (2007). Sensor de movimiento infrarrojo (PIR). Obtenido de <http://www.rosocontrol.com.pdf>
- Sanches, F. (2005). Manual práctico de Iluminación. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

- Serrano, A., Martínez, A., Guarddon, O., & Santolaya, J. (junio de 2015). Análisis de ahorro energético en iluminación LED industrial: Un estudio de cas. *Dyna*, 82(191), 231-239. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oaid>
- Sinclair, I. (2001). *Sensors and Transducers, Third Edition*. Great Britain: Butterworth - Heinemann .
- Soriano Tovar, R. (2011). *horro de energía en Hoteles de México*. Universidad Autónoma de Maxico, Mexico.
- Tamayo, J., Salvador, J., Vásquez, A., & Carlo, V. (2016). *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país*. OSINERGIM. Lima: Gráfica Biblos S.A.
- Tome Gil, M. (2010). *Ahorro y gestión eficiente de la energía*. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), Europa.

## **X. ANEXOS**

**Anexo 01: Horario de clases en todo los pisos del pabellon de la Ficiam**

Segundo piso del pabellón de la Ficiam																				
horas	Aula - 201					Aula - 202					Aula - 203				Aula - 204					
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
5:20 - 6:10 pm	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6:10 - 7:00 pm	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7:00 - 7:50 pm	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■
7:50 - 8:40 pm		■	■																	
8:40 - 9:30 pm		■	■																	
9:30 - 10:20 pm																				
10:20 - 11:10 pm																				
11:10 - 12:00 am																				

Tercer piso del pabellón de la Ficiam																				
horas	Aula - 301					Aula - 302					Aula - 303				Aula - 304					
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
5:20 - 6:10 pm	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6:10 - 7:00 pm	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7:00 - 7:50 pm			■	■	■				■	■		■	■	■	■		■	■	■	■
7:50 - 8:40 pm				■								■	■	■	■			■	■	■
8:40 - 9:30 pm																				
9:30 - 10:20 pm																				
10:20 - 11:10 pm																				
11:10 - 12:00 am																				

Cuarto piso del pabellón de la Ficiam																				
horas	Aula - 401					Aula - 402					Aula - 403				Aula - 404					
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
5:20 - 6:10 pm		■	■	■		■			■		■		■							
6:10 - 7:00 pm	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
7:00 - 7:50 pm	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
7:50 - 8:40 pm	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
8:40 - 9:30 pm	■					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
9:30 - 10:20 pm								■						■						
10:20 - 11:10 pm																				
11:10 - 12:00 am																				

**Anexo 02:** Registro de los equipos fluorescentes en el pabellón de la Ficiam

<b>Numero</b>	<b>Área</b>	<b>Número de luminarias</b>	<b>Potencia de la lámpara (kW)</b>	<b>Operación (horas/día)</b>
<b>16</b>	Aulas	16	0.06	06
<b>08</b>	oficinas	08	0.06	08
<b>02</b>	Sala de profesores	12	0.06	06
<b>01</b>	Auditorio	12	0.06	01
<b>10</b>	SS.HH.	04	0.06	05
<b>04</b>	Pasadizos	16	0.06	06

**Anexo 03:** Registro de las lecturas durante el semestre academico 2017 II.

**Mes de septiembre**

<b>Mes</b>	<b>Día</b>	<b>kW-h</b>	<b>kW-h/día</b>
<b>Septiembre</b>	L 25	275.0	0.0
	M 26	277.4	2.4
	M 27	280.6	3.2
	J 28	283.8	3.2
	V 29	287.9	4.1
	S 30	290.7	2.8
<b>Promedio</b>			<b>2.6</b>



## Mes de octubre

Mes	Día	kW-h	kW-h. día	Promedio	
<b>Octubre</b>	D	1			
	L	2	294.2	3.5	
	M	3	297.8	3.6	
	SEM 2	M	4	300.3	2.5
	J	5	302.3	2	2.7
	V	6	304.4	2.1	
	S	7	307.8	2.6	
	D	8			
	L	9	310.3	3.3	
	M	10	313.8	3.5	
	SEM 3	M	11	316.5	2.6
	J	12	319.5	3.1	3.1
	V	13	322.7	3.2	
	S	14	325.9	3.1	
	D	15			
	L	16	328.9	3.1	
	M	17	332.3	3.4	
	SEM 4	M	18	336.6	4.3
	J	19	339.7	3.1	3.4
	V	20	342.6	2.9	
	S	21	345.9	3.3	
	D	22			
	L	23	348.6	2.7	
	M	24	351.6	3	
	SEM 5	M	25	353.9	2.3
	J	26	355.9	2	2.2
	V	27	357.8	1.9	
	S	28	359.2	1.4	
	D	29			
	L	30	361.3	2.1	
	M	31	363.2	1.9	

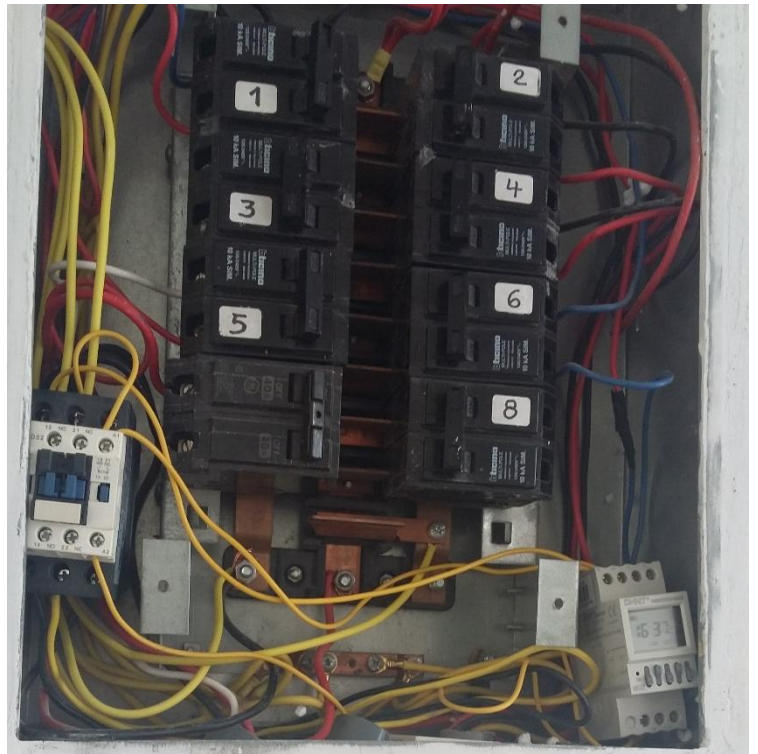
## Meses de noviembre y diciembre

Mes		Día	kW-h	kW-h. día	Promedio	
Noviembre	SEM 6	M	1	365.0	1.8	2.0
		J	2	367.2	2.2	
		V	3	369.2	2	
		S	4	371.3	2.1	
		D	5			
	SEM 7	L	6	373.2	1.9	2.0
		M	7	375.3	2.1	
		M	8	377.2	1.9	
		J	9	379.8	2.6	
		V	10	381.4	1.6	
		S	11	383.3	1.9	
		D	12			
	SEM 8	L	13	385.5	2.2	2.0
		M	14	387.4	1.9	
		M	15	389.1	1.7	
		J	16	391.1	2	
		V	17	393.2	2.1	
		S	18	395.4	2.2	
		D	19			
		L	20	397.1	1.7	
SEM 9	M	21	399.7	2.6	2.1	
	M	22	401.1	1.4		
	J	23	403.9	2.8		
	V	24	405.2	1.3		
	S	25	407.7	2.5		
	D	26				
	L	27	409.3	1.6		
SEM 10	M	28	411.5	2.2	1.9	
	M	29	413.2	1.7		
	J	30	415.7	2.5		
	V	1	417.6	1.9		
Diciembre	SEM 11	S	2	419.3	1.7	1.0
		D	3			
		L	4	420.6	1.3	
		M	5	421.9	1.3	
		M	6	422.9	1	
		J	7	423.8	0.9	
		V	8	424.6	0.8	
		S	9	425.2	0.6	

**Anexo 04:** Porcentaje de ahorro de la energía eléctrica en el primer piso del pabellón de la Ficiam.

	<b>kW - h/ mes</b>	<b>Soles - mes</b>	<b>%</b>
ANTES	87	216.95	100%
DESPUES	54	134.66	62%
<b>AHORRRO</b>	<b>33</b>	<b>82.29</b>	<b>38%</b>

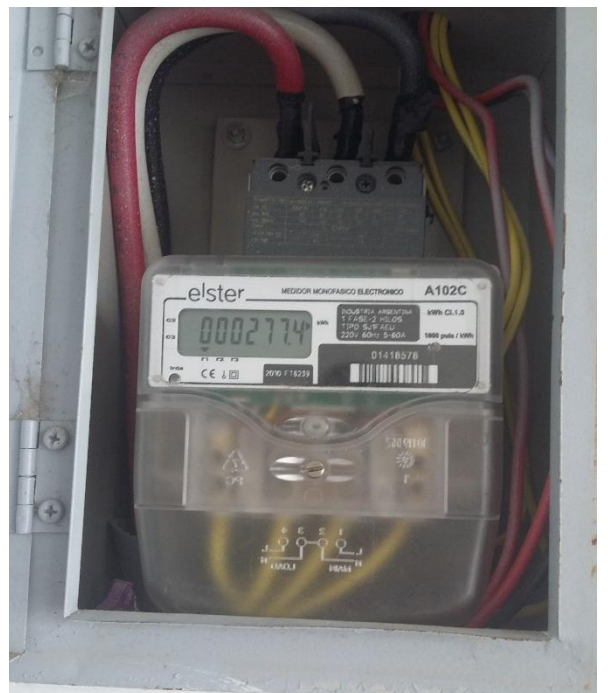
## Anexo 05: Panel Fotográfico



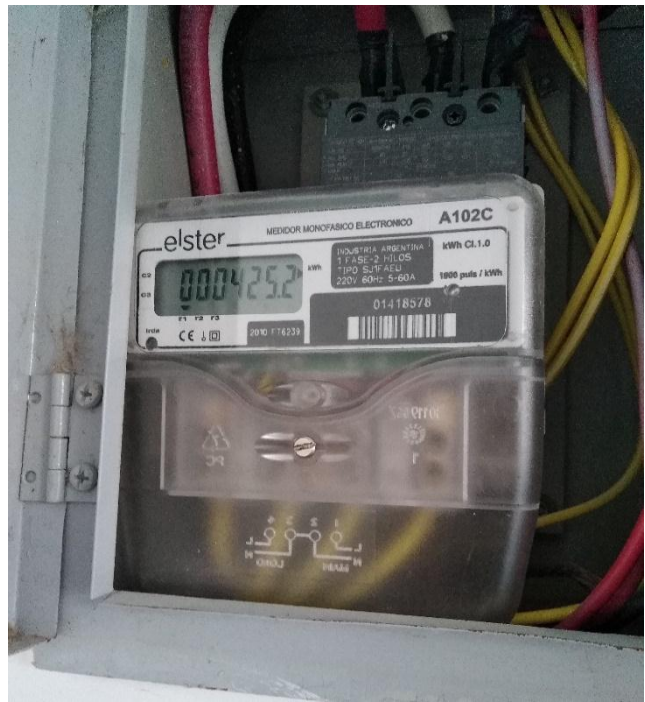
**Foto 01 y 02:** *Instalación del medido y reloj controlador de energía eléctrica*



**Foto 03:** *Programado del reloj controlador*



**Foto 04:** *Primera lectura*



**Foto 05, 06:** Tomado de lecturas del medidor



**Foto 07, 08:** Aulas en las que se realizan clases por las noches