

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO, INVESTIGACIÓN,  
RELACIONES Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL.**

**CEPIRCI**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE:  
MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**TEMA:**

**“IMPACTO AMBIENTAL DE LA LUMINARIAS DE VAPOR DE  
MERCURIO UTILIZADAS EN LOS EDIFICIOS DE LA UNIVERSIDAD  
LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ-CAMPUS MANTA”**

**AUTOR:**

**ING. JHON D. HORMAZA MUÑOZ**

**TUTOR:**

**ING. JOSÉ ANTONIO BAZURTO ROLDÁN, MBA.**

**MANTA – MANABÍ - ECUADOR**

**2014**



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO, INVESTIGACIÓN,  
RELACIONES Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL.**

**CEPIRCI**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE:  
MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**TEMA:**

**“IMPACTO AMBIENTAL DE LA LUMINARIAS DE VAPOR DE  
MERCURIO UTILIZADAS EN LOS EDIFICIOS DE LA UNIVERSIDAD  
LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ-CAMPUS MANTA”**

**AUTOR:**

ING. JHON D. HORMAZA MUÑOZ

**TUTOR:**

ING. JOSÉ ANTONIO BAZURTO ROLDÁN, MBA.

**MANTA – MANABÍ - ECUADOR**

**2014**

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO, INVESTIGACIÓN,  
RELACIONES Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL CEPIRCI

TEMA:

"IMPACTO AMBIENTAL DE LA LUMINARIAS DE VAPOR DE  
MERCURIO UTILIZADAS EN LOS EDIFICIOS DE LA UNIVERSIDAD  
LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ-CAMPUS MANTA"

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión y Sustentación de  
Tesis de Grado del Centro de Estudios de Postgrado, Investigación,  
Relaciones y Cooperación Internacional, como requisito previo a la  
obtención del Grado de:

Magíster en Gestión Ambiental

Aprobada por el Tribunal

---

Ing. José Antonio Bazurto Roldán. MBA.

**Tutor**

Presidenta del Tribunal \_\_\_\_\_

Miembro del Tribunal \_\_\_\_\_

Miembro del Tribunal \_\_\_\_\_

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Director de Tesis certifico:

Haber dirigido y revisado el documento de la Investigación sobre el tema: “IMPACTO AMBIENTAL DE LA LUMINARIAS DE VAPOR DE MERCURIO UTILIZADAS EN LOS EDIFICIOS DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ-CAMPUS MANTA”, desarrollado por el Ing. JHON D. HORMAZA MUÑOZ, por tanto, doy fe que fue desarrollado bajo las normas técnicas para la elaboración de una investigación, de cuyo análisis se desprende una amplia concepción teórica, con carácter de originalidad propia de un trabajo académico universitario.

El documento contiene los elementos necesarios aplicables al caso investigado y demuestra un apropiado conocimiento del tema, el cual se lo expone con solvencia, cumpliendo con elementos técnicos y metodológicos exigidos por la universidad.

Me permito dar a conocer la culminación de este trabajo investigativo, con mi aprobación y responsabilidad correspondiente.

Considero que el mencionado trabajo investigativo cumple con los requisitos y tiene los méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del jurado examinador que las autoridades de UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO designen.

---

Ing. José Antonio Bazurto Roldán. MBA  
Director de Tesis

### **DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA**

La argumentación, la propuesta, el sustento de la investigación y de los criterios vertidos, son originalidad del autor y es responsabilidad del mismo.

---

ING. JHON HORMAZA MUÑOZ

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento especial a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, por haberme brindado la oportunidad de estudiar y actualizar mis conocimientos, a través de su centro de estudios de post-grado, con la guía de un selecto grupo de profesores nacionales e internacionales a los cuales le debemos la orientación y las enseñanzas impartidas.

También debo de agradecer a todas aquellas personas, compañeros y amigos que en algún momento me brindaron su apoyo para seguir con paso firme hacia la meta; en especial a mi sobrina Dallas y mi primo Karlos, excelentes compañeros de grupo.

**JHON D. HORMAZA MUÑOZ**

## **DEDICATORIA**

Esta dedicatoria, será casi igual, a la que contempla mi tesis para la obtención del título de Ingeniero, con la única diferencia de señalar a dos personas especiales al final:

A Jehová Dios por bendecirme y mantenerme incólume, fuerte y firme para continuar, a pesar de las adversidades repentinas.

A mi querida madre, hermanos y sobrinos por estar siempre a mi lado apoyándome y convirtiéndose en lo más valioso que poseo.

Esta vez agregaré, a la razón de mi vida “mi chica bella” Anhellita mi amada hija, que es la prueba tangible de mi paso por este mundo en el tiempo y el espacio.

Por último a mi padre, instalado en la vida eterna.

## ÍNDICE GENERAL

FIRMAS DEL TRIBUBAL .....	i
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA .....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
SUMMARY .....	xix
INTRODUCCIÓN .....	xx
1. CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	1
1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	1
1.2.1. CONTEXTO MACRO.....	1
1.2.2. CONTEXTO MESO.....	2
1.2.3. CONTEXTO MICRO.....	3
1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.2.5. DELIMITACION DEL PROBLEMA .....	4
1.3. OBJETIVOS .....	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	5
1.4. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA.....	5
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....	8

2.1.	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	8
2.2.	FUNDAMENTOS FILOSOFICOS.....	9
2.2.1.	EL CONSUMO DE ENERGÍA.....	9
2.2.2.	LAS FUENTES DE ENERGÍA.....	11
2.2.3.	LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO.....	13
2.2.4.	EL CONSUMO DE ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE.....	15
2.2.5.	EL OJO HUMANO Y SU CAPACIDAD DE APRECIACIÓN.....	16
2.2.6.	CANDELA.....	17
2.2.7.	FLUJO LUMINOSO.....	18
2.2.8.	LUMEN.....	19
2.2.9.	LUMINANCIA.....	20
2.2.10.	LUMINOSIDAD.....	21
2.2.11.	LUXES.....	22
2.2.12.	PRINCIPIO DE LA ILUMINACION FLUORESCENTE.....	23
2.2.13.	LUCES LED.....	24
2.2.14.	EFICIENCIA.....	26
2.2.15.	BENEFICIOS DE LA LUZ LED.....	26
2.2.16.	DIÓXIDO DE CARBONO (CO2).....	27
2.2.17.	UTILIZACIÓN DEL CO2.....	28
2.2.18.	QUE ES EL MERCURIO.....	29
2.2.19.	UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO DE MANABÍ”.....	30
2.3.	FUNDAMENTACION LEGAL.....	31

2.3.1.	MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL.....	31
2.3.1.1.	MARCO DE REFERENCIA LEGAL Y ADMINISTRATIVO AMBIENTAL.....	31
2.3.2.	ORDEN JERÁRQUICO DE LAS NORMAS.....	31
2.3.3.	CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.....	32
2.3.4.	CONVENIOS Y TRATADOS INTERNACIONALES.....	32
2.3.4.1.	LA AGENDA 21, DEL 9 DE JUNIO DE 1992.....	33
2.3.4.2.	CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA, DEL 29 DE DICIEMBRE DE 1993	33
2.3.4.3.	CONVENIO MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO	33
2.3.4.4.	PROTOCOLO DE KYOTO.....	34
2.3.4.5.	CONVENIO DE ESTOCOLMO SOBRE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES (COPS).....	34
2.3.5.	NORMATIVA ESPECÍFICA.....	34
2.3.5.1.	LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	34
2.3.5.2.	LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.....	35
3.	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	36
3.1.	MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	36
3.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	36
3.3.	HIPOTESIS.....	36
3.4.	SEÑALAMIENTOS DE VARIABLES.....	36
3.4.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	36
3.4.2.	VARIABLE DEPENDIENTE.....	36

3.5.	POBLACION Y MUESTRA.....	37
3.6.	RECOLECCION DE INFORMACIÓN.....	37
3.6.1.	CRONOLOGÍA DE LA RECOPIACIÓN DEL DIAGNÓSTICO:.....	38
3.6.2.	INSTALACIÓN DE NUEVAS LUMINARIAS TIPO LED:.....	39
3.7.	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	39
4.	CAPÍTULO III: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	41
4.1.	CÁLCULO DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE LAS LUMINARIAS DE VAPOR DE MERCURIO. ....	41
4.1.1.	CONTEO DE LAS LUMINARIAS EN LA ULEAM.....	41
4.1.2.	DESCRIPCIÓN DE LOS TIEMPOS DE ENCENDIDO DE LAS LÁMPARAS SEGÚN EL ÁREA DONDE SE ENCUENTRAN. ....	42
4.1.3.	CONSUMO ELÉCTRICO DE LAS LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO EN LA ULEAM. ....	43
4.1.4.	FACTOR DE EMISIÓN DE CO2 CON RELACIÓN A LA ENERGÍA CONSUMIDA (MWH) DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO (SIN).....	45
4.1.5.	CÁLCULO DE LA EMISIÓN DE CO2 DEL USO DE LAS LUMINARIAS DE VAPOR DE MERCURIO EN LA ULEAM.....	46
4.2.	EVOLUCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE 10 AÑOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA ULEAM.....	48
4.2.1.	DESCRIPCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE 12 MESES ENTRE LOS AÑOS 2002-2003.....	48
4.2.2.	DESCRIPCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE 12 MESES ENTRE LOS AÑOS 2013-2014.....	49
4.2.3.	DESCRIPCIÓN DE LA EVOLUCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE 10 AÑOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA ULEAM.....	50

4.3.	DESCRIPCIÓN DE LA PROPORCIÓN DE CONSUMO DE LAS LUMINARIAS FLUORESCENTES RESPECTO AL CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA ULEAM.....	52
4.4.	INSTALACIÓN DE NUEVAS LUMINARIAS TIPO LED.....	52
4.5.	RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS A ESTUDIANTES SOBRE LAS LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO VERSUS LAS LÁMPARAS TIPO LED. ....	57
4.6.	ANÁLISIS TEÓRICO DEL CAMBIO DE LUMINARIAS DE VAPOR DE MERCURIO A LUMINARIAS TIPO LED. ....	64
4.6.1.	CÁLCULO DEL REQUERIMIENTO DE NÚMERO DE UNIDADES PARA REEMPLAZAR LAS LUMINARIAS POR ÁREA DE TRABAJO. ....	64
4.6.2.	CÁLCULO PRESUPUESTADO DEL CONSUMO Y DE LA HUELLA DE CARBONO DE LAS LUMINARIAS LED POR ÁREA DE TRABAJO EN LA ULEAM.....	66
4.7.	COMPARACIÓN DEL USO DE LAS LUMINARIAS DE VAPOR DE MERCURIO Y LAS LUMINARIAS LED. ....	67
5.	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	71
5.1.	CONCLUSIONES.....	71
5.2.	RECOMENDACIONES.....	73
6.	CAPÍTULO VI: PROPUESTA.....	75
6.1.	ANTECEDENTES.....	75
6.2.	OBJETIVOS DE LA PROPUESTA.....	79
6.3.	JUSTIFICACIÓN.....	80
6.4.	RESUMEN DE LAS LUMINARIAS DE VAPOR DE MERCURIO Y CARACTERÍSTICAS.....	81
6.5.	PRECIOS UNITARIOS DE LOS SUMINISTROS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE LÁMPARA TIPO LED. ....	82

6.6. PRECIOS UNITARIOS DE MANO DE OBRA PARA LA INSTALACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE LÁMPARA TIPO LED.....	85
6.7. COSTO TOTAL PRESUPUESTADO PARA EL REEMPLAZO DE LAS LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO POR LÁMPARAS TIPO LED EN LAS INSTALACIONES ACADÉMICAS DE LA ULEAM.....	87
6.8. CRONOGRAMA DE TRABAJO PROPUESTO PARA EL CAMBIO DE LUMINARIAS DE VAPOR DE MERCURIO POR LUMINARIAS TIPO LED EN LA ULEAM. ....	88
6.9. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL CAMBIO DE LUMINARIAS DE VAPOR DE MERCURIO POR LUMINARIAS TIPO LED EN LA ULEAM.....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	93
ANEXOS.....	99

## INDICE DE GRÁFICOS.

<b>Gráfico No.01</b> Consumo de Energía Eléctrica Per Cápita del Ecuador. .	11
<b>Gráfico No.02</b> Valores comparativos mensuales de consumo de energía (Kwh-mes).....	50
<b>Gráfico No.03</b> Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Conoce usted que la utilización de la energía eléctrica contribuye al deterioro del medio ambiente? .....	58
<b>Gráfico No.04</b> Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Estaría dispuesto a utilizar nuevos sistemas de iluminación más eficientes y con mejores resultados en iluminación con el fin de conservar el medio ambiente? .....	60
<b>Gráfico No.05</b> Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Nota usted la diferencia entre la iluminación del aula con iluminación LED y el aula contigua con iluminación fluorescente? .....	62
<b>Gráfico No.06</b> Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Nota usted si la actual iluminación ha mejorado? .....	63
<b>Gráfico No.07</b> Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Esta nueva iluminación LED le ayuda al desarrollo de las actividades en su aula de clases?.....	65
<b>Gráfico No.08</b> Comparación del consumo de las lámparas de vapor de mercurio y el consumo presupuestado de las lámparas LED.....	72

## INDICE DE ILUSTRACIONES.

<b>Ilustración No.01</b> Anatomía del Ojo. ....	17
<b>Ilustración No.02</b> Ejemplo de iluminación y luminancia.....	19
<b>Ilustración No.03</b> Ejemplo de lumen. ....	20
<b>Ilustración No.05</b> Ejemplo ilustración de intensidad de luminosidad.....	22
<b>Ilustración No.06</b> Explicación sobre medición de luxes.....	23
<b>Ilustración No.07</b> Descripciones en la composición de una lámpara fluorescente.....	24
<b>Ilustración No.08</b> Composición de la luz Led. ....	25
<b>Ilustración No.09</b> Ejemplo de trabajos realizado con iluminación Led. ...	27
<b>Ilustración No.10</b> Representación del efecto invernadero.....	28
<b>Ilustración No.11</b> Sistema de depuración de dióxido de carbono. ....	29
<b>Ilustración No.12</b> Uso de mercurio en lámpara fluorescente.....	30
<b>Ilustración No.13</b> Edificio de la Facultad de Trabajo Social de la ULEAM. .....	53
<b>Ilustración No.14</b> Toma de medidas de iluminación utilizando un luxómetro.....	55
<b>Ilustración No.15</b> Repeticiones de las medidas del luxómetro en diferentes puntos de medición de intensidad de luz.....	56
<b>Ilustración No.16</b> Recepción de encuestas a los estudiantes que utilizaron las aulas con los dos tipos de iluminación.....	57
<b>Ilustración No.17</b> Edificio de la facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.....	79
<b>Ilustración No.18</b> Edificio de la facultad de Comunicación de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.....	79
<b>Ilustración No.19</b> Descripción gráfica de los componentes de una lámpara fluorescente con sistema de arranque balastro electromagnético, similar a las utilizadas en la ULEAM. ....	80

<b>Ilustración No.20</b> Descripción gráfica de los componentes de una lámpara fluorescente compacta, similar a las utilizadas en la ULEAM.	81
<b>Ilustración No.21</b> Esquema tomado de la campaña nacional de cambio los focos incandescentes por los focos ahorradores de vapor de mercurio. ....	82

## INDICE DE TABLAS.

<b>Tabla No.01</b> Diferentes tipos de luminosidades en candelas.....	17
<b>Tabla No.02</b> Levantamiento de datos en la ULEAM.....	41
<b>Tabla No.03</b> Horas por semana de funcionamiento de las luminarias dependiendo de las áreas. ....	42
<b>Tabla No.04</b> Resumen de consumo de energía (Kw-h-año y MW-h-año) de las luminarias de vapor de mercurio en las distintas edificaciones de la ULEAM. ....	44
<b>Tabla No.05</b> Resumen de consumo de energía (KWH-año) en luminarias y toneladas de CO2 (tCO2).....	46
<b>Tabla No.06</b> Valores de 12 meses (2002-2003) costo facturado (usd) - energía consumida (kWh)- potencia máxima (kW) de la ULEAM obtenido de registro del sistema Emelmanabi S.A. ....	48
<b>Tabla No.07</b> Valores de 12 meses (2013-2014) costo facturado (usd) - energía consumida (kWh)- potencia máxima (kW) de la ULEAM obtenido del registro de la CNEL EP.....	49
<b>Tabla No.08</b> Resúmenes del crecimiento de la demanda de energía en un periodo de 10 años (2003-2014) de la ULEAM. (Valores promedios). ....	51
<b>Tabla No.09</b> Resumen de consumo de energía anual (2013-2014) y valor facturado – porcentaje.....	52
<b>Tabla No.10</b> Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Conoce usted que la utilización de la energía eléctrica contribuye al deterioro del medio ambiente? .....	58
<b>Tabla No.11</b> Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Estaría dispuesto a utilizar nuevos sistemas de iluminación más eficientes y con mejores resultados en iluminación con el fin de conservar el medio ambiente? .....	60

<b>Tabla No.12</b>	Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Nota usted la diferencia entre la iluminación del aula con iluminación LED y el aula contigua con iluminación fluorescente? .....	62
<b>Tabla No.13</b>	Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Nota usted si la actual iluminación ha mejorado? .....	63
<b>Tabla No.14</b>	Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Esta nueva iluminación LED le ayuda al desarrollo de las actividades en su aula de clases?.....	64
<b>Tabla No.15</b>	Número de luminarias led necesarias para remplazar las luminarias de (2X40 -3X40 -4X40 - 2X32 -3X32 - 3X17 - 4X17 - 2X17 WATT) en las diferentes áreas de trabajo.....	66
<b>Tabla No.16</b>	Número de luminarias led necesarias para remplazar los focos de 12 y 22w en las diferentes áreas de trabajo. ....	67
<b>Tabla No.17</b>	Consumo presupuestado con las nuevas luminarias led en las diferentes áreas de trabajo. ....	68
<b>Tabla No.18</b>	Comparación del consumo eléctrico de las luminarias de vapor de mercurio versus las luminarias led en kwh al año. ....	69
<b>Tabla No.19</b>	Comparación del costo de la energía eléctrica de las luminarias de vapor de mercurio versus las luminarias led en dólares (usd).....	70
<b>Tabla No.20</b>	Comparación de la huella de carbono de las luminarias de vapor de mercurio versus las luminarias led en toneladas de CO2 al ambiente.....	71
<b>Tabla No.21</b>	Tabulación total del número de luminarias tipo fluorescente existentes en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, y definición del tipo de Luminaria tipo LED de reemplazo.....	84
<b>Tabla No.22</b>	Análisis de precios unitarios del suministro e instalación de tubos led para lámparas 2X32W. ....	85
<b>Tabla No.23</b>	Análisis de precios unitarios del suministro e instalación de tubos led para lámparas 2x17w.....	86

<b>Tabla No.24</b> Análisis de precios unitarios (APU) del rubro suministro e instalación de foto led para reseton.....	87
<b>Tabla No.25</b> Análisis de precios unitarios (APU) del rubro instalación de tubos led para la carcasa de lámparas 2x32w - 3x32w- 2x40w - 3x40w. ....	88
<b>Tabla No.26</b> Análisis de precios unitarios (APU) del rubro instalación de foco led para reseton.....	89
<b>Tabla No.27</b> Cálculo del costo total de los suministros y mano de obra de instalación del cambio de luminarias presupuestado para la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.....	90
<b>Tabla No.28</b> Cronograma de trabajo propuesto para el cambio de luminarias de vapor de mercurio por luminarias tipo led en la ULEAM.	92
<b>Tabla No.29</b> Cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) en 5 años del cambio de luminarias de vapor de mercurio por luminarias tipo LED en la ULEAM. ....	95

## RESUMEN EJECUTIVO

El uso de la iluminación es indispensable para las actividades académicas y administrativas que se desarrollan dentro de la Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí” (ULEAM). En los últimos 10 años, el consumo de energía eléctrica de la ULEAM, se ha incrementado más del doble (132%). El consumo de iluminación interna representa el 44,5% del consumo total. Se realizó un levantamiento de los tipos de luminarias en los edificios en cada área, además, se midieron los tiempos de uso de estos dispositivos en una semana por cada área de trabajo. Existen 4741 dispositivos de iluminación a base de vapor de mercurio en los interiores de los edificios universitarios, estos se utilizan desde 5 a 14 horas al día dependiendo de su ubicación. En un año se consumen 1.551,98 Megawatios-hora(MWh), que multiplicados por el factor de emisión de CO<sub>2</sub> con relación a la energía consumida (MWh) del Sistema Nacional Interconectado (0,7079 toneladas de CO<sub>2</sub>/MWh) se obtiene que se emiten 1.098,65 toneladas de dióxido de carbono a la atmósfera. Los dispositivos de iluminación LED, son una alternativa para reducir el consumo de energía, se probaron en un aula con un grupo de estudiantes y se obtuvieron respuestas positivas con respecto a su iluminación. Con el cambio de las luminarias al tipo LED se proyecta un ahorro del 62,4% del consumo eléctrico en la iluminación, que representa un ahorro del 27,8% del consumo total de energía eléctrica. Utilizar dispositivos LED reducirá la huella de carbono en 860.28 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. La inversión del cambio de luminarias es de 352.916,14 dólares, valor que es recuperable en un poco menos de 6 años, solamente con el ahorro que produce en la planilla la reducción del consumo eléctrico.

**Palabras claves:** Iluminación, huella de carbono, consumo, electricidad, medio ambiente.

## SUMMARY

The use of lighting is essential for academic and administrative activities taking place within the Secular University "Eloy Alfaro of Manabí" (ULEAM). In the last 10 years the consumption of electric energy ULEAM has been increased more than double (132%). The internal lighting consumption represent 44.5 % of total consumption. A survey of the types of lighting in buildings was performed in each area also times using these devices in a week for each work area were measured. There are 4571 lighting devices based on mercury vapor in the interior of the university buildings, these are used from 5-14 hours a day depending on their location. In one year they consume 1551.98 megawatt - hour (MWh), which multiplied by the CO<sub>2</sub> emission factor in relation to energy consumption (MWh) of the National Interconnected System (0.7079 tons of CO<sub>2</sub> / MWh) we obtain 1098.65 tonnes of atmospheric carbon dioxide that are emitted . LED are lighting devices that are an alternative to reduce energy consumption, were tested in a classroom with a group of students and positive responses were obtained regarding their lighting. With the change of the type LED luminaires savings of 62.4 % of electricity consumption in lighting a savings of 27.8 % of total electricity consumption is projected. Use LED devices will reduce the carbon footprint of 860.28 tonnes of CO<sub>2</sub> per year. Reversing the change of lighting is \$ 352.916,14, recoverable value in a little less than 5 years with the savings that only occur in the form of reducing the electricity consumption.

**Key words:** Lighting, carbon footprint, energy consumption, electricity, environment.

## INTRODUCCIÓN

La preocupación por el medio ambiente es cada vez mayor a nivel de los gobiernos del mundo, las agrupaciones internacionales tienen agendas que incluyen políticas ambientales que deben atenderse con extrema seriedad, debido al consumo desmedido de los recursos naturales.

Existen muchas herramientas que se pueden aplicar para conocer los principales impactos que genera cualquier tipo de actividad antropológica, la principal es la minimización del uso de los recursos, promulgando el manejo eficiente de los mismos ya que su disponibilidad no es infinita en el planeta.

La huella de carbono, es un indicador del impacto ambiental que causan las actividades y procesos de producción o servicios; relaciona todo el gasto de materias primas y energías que se necesitaron para crear un producto o servicio y lo transforma en peso de dióxido de carbono, para de esta manera clasificar y priorizar los procesos según su medida de impacto.

En la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí se desarrollan actividades académicas y administrativas desde la mañana hasta la noche, utilizando iluminación en el interior de las edificaciones. Los dispositivos utilizados son a base de vapor de mercurio de diferentes potencias. El presente estudio calculará la huella de carbono del uso de la iluminación de las luminarias fluorescentes y propondrá medidas de mitigación tratando de llegar a la máxima eficiencia del consumo eléctrico.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN**

“Impacto ambiental de la luminarias de vapor de mercurio utilizadas en los edificios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-Campus Manta.”

#### **1.2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.**

Actualmente el régimen de educación superior se ha vuelto cada día más exigente para las instituciones educativas y además de más control en cada uno de los procesos académicos, de tal forma que nuestra institución, ha pasado a laborar tanto administrativamente como académicamente más de 14 horas al día, lo que exige que las actividades inicien a muy tempranas horas y culminen muy tarde en la noche; todo a contribuido a que el consumo de energía eléctrica en iluminación sea muy representativa en la estructuración de la planilla eléctrica de la Universidad.

Por lo antes manifestado, se hace prioritario buscar la manera más idónea, sin afectar las actividades administrativas y académicas, de optimizar el consumo de energía en la iluminación, buscando dispositivos eléctricos y electrónicos, que represente una alternativa viable, confiable y además que direcciona a un bajo consumo de energía, lo que representaría menos emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmosfera contribuyendo a la conservación de un buen ambiente para nuestro planeta.

##### **1.2.1. CONTEXTO MACRO.**

En la planificación de los países desarrollados, el uso de la energía ocupa un lugar importante en la agenda del gobierno. La importancia del uso eficiente de la energía en una nación se origina en su vinculación con la

competitividad industrial y comercial, el costo de vida de la población, los beneficios derivados de la seguridad de abastecimiento energético y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Al administrar recursos potenciales de manera efectiva resulta de bajo costo la energía como multiplicador rentable, para un progreso competente de empresas. En evidencia, la efectividad del uso adecuado de los potenciales energéticos minimiza las exigencias de gastos en nuevos diseños y el consumo de gastos en importaciones de recursos energéticos, de manera que constituye una mejor sostenibilidad en el manejo de los suministros energéticos frente al crecimiento de requerimientos, asumiendo el cambio de los valores a nivel mundial. Además de que la reserva y el adecuado uso de los recursos energéticos, constituyen un control del impacto en el ambiente.

### **1.2.2. CONTEXTO MESO.**

La Constitución de la República del Ecuador vigente fue publicada en el Registro Oficial No. 449 del 20 de octubre del 2008. Es la norma fundamental que contiene los principios, derechos y libertades de quienes conforman la sociedad ecuatoriana y constituye la cúspide de la estructura jurídica del Estado.

En los numerales 5 y 7 del Art. 3 nos dice que el Estado tiene como deber primordial la promoción del desarrollo sustentable y la protección del patrimonio natural del país, en el Art. 10 se reconoce a la Naturaleza o Pacha Mama como sujeto de derechos.

Además la Ley de Régimen del Sector Eléctrico señala al Estado como titular de todos los recursos naturales que permiten la generación de energía eléctrica y es el encargado de satisfacer la demanda de Energía Eléctrica ya sea de forma directa o indirecta que se requiera en el País.

En el Ecuador la Naturaleza es fundamental para el buen vivir de la sociedad, por tal motivo se buscan alternativas para disminuir el consumo de Energía Eléctrica y minimizar el impacto que esta provoca al ambiente, para ello el Estado brinda incentivos a Empresa, Instituciones Educativas, etc. tanto públicas como privadas, para que concienticen y mejoren sus actividades, teniendo en cuenta el uso adecuado de sus recursos y de esa forma contribuir al cuidado del ambiente.

### **1.2.3. CONTEXTO MICRO.**

La Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM), es una de las universidades más grandes de la provincia de Manabí, posee una gran infraestructura entre sus edificios administrativos (Rectorado, DANU, Auditorios, Secretaría General, entre otros) y diversas facultades.

La ULEAM cuenta con horarios matutinos, vespertinos y nocturnos, pero para la actividad nocturna es necesaria la iluminación total de las diferentes instalaciones, pasillos y aulas.

Existen diversos tipos de lámparas usadas en las aulas y pasillos de las facultades de la ULEAM, la más numerosa es la lámpara de vapor de mercurio. Este tipo de lámpara emite una luz blanca que tiene un rendimiento de treinta a setenta lúmenes por vatio por lo permite desarrollar actividades como la de lectura o escritura.

La necesidad de tener iluminados los pasillos para que transiten los estudiantes y demás personas, puede llevar a un problema cuando se lo considerada como un uso ineficiente de energía eléctrica ya que hay momentos en los que, a pesar de que no hay personas en los pasillos, las luces están encendidas.

Esto nos incentiva a buscar una solución para minimizar el impacto ambiental que ocasiona el uso de la energía eléctrica, teniendo en cuenta que es necesario su uso para las actividades normales dentro de las instalaciones de la ULEAM.

#### **1.2.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Será factible el cambio de los dispositivos eléctricos de iluminación con el fin de minimizar la utilización de energía eléctrica para reducir la huella de carbono y ayudar a cuidar el medio ambiente?

#### **1.2.5. DELIMITACION DEL PROBLEMA**

**CAMPO:** Ciencias Naturales.

**ÁREA:** Ciencias Ambientales.

**ASPECTO:** Calculo de Huella de Carbono y Medidas de mitigación.

**TEMA:** "Impacto ambiental de la luminarias de vapor de mercurio utilizadas en los edificios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-Campus Manta"

**DELIMITACIÓN ESPACIAL:** Ciudad de Manta.

**DELIMITACIÓN TEMPORAL:** Año 2013.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar el impacto ambiental medido por la huella de carbono generado por el uso de energía a través del sistema de iluminación basado en lámparas de vapor de mercurio utilizadas en los edificios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-Campus Manta.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Recolectar información base para el cálculo del consumo de energía originado por el uso de las lámparas de vapor de mercurio en los diferentes edificios de la Universidad.
- Definir la línea base caracterizando los diferentes factores del entorno para calificar el impacto del medio ambiente.
- Investigar el factor de emisión de dióxido de carbono por el uso de energía eléctrica aplicable a nuestra realidad y establecer la huella de carbono generada por el nivel de consumo en las instalaciones de la ULEAM.
- Desarrollar una propuesta solución con la finalidad de mitigar los impactos producidos por el uso de las lámparas de vapor de mercurio.

### **1.4. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA**

El presente trabajo aportará a la teoría del manejo eficiente de los recursos, utilizando los componentes que se encuentran a nuestro alcance con el fin de aportar directrices a la solución de un problema permanente como es el impacto al medio ambiente.

La aportación práctica del proyecto radica en la evaluación de la factibilidad de la utilización de nuevas tecnologías para mejorar la

eficiencia del uso de los recursos con la finalidad de minimizar el consumo de energía y por ende, la huella de carbono de nuestras actividades.

La Constitución de la República del Ecuador define derechos a la naturaleza, por lo tanto, todo trabajo que tenga resultados favorables a la conservación del planeta estará enmarcado dentro del marco jurídico vigente que vigila y controla las actividades del ser humano para su bienestar y sostenibilidad.

El uso de los recursos naturales para la generación de la energía supone constante agotamiento y deterioro para el medio ambiente, incitando desertización, erosión y contaminación.

La reserva de energía eléctrica es una medida clave para el rendimiento del adecuado manejo de los recursos energéticos, mantener una reserva factible, promueve la minimización del gasto de combustibles en la producción de electricidad reduciendo también la transmisión de fluidos infecciosos hacia el ambiente.

Sabiendo que los recursos son escasos, es responsabilidad de todas las personas velar por el cuidado y uso eficiente, de esta forma, asegurar el bienestar de las futuras generaciones y consolidar la supervivencia de la raza humana a través del tiempo.

Un diagnóstico ambiental es de gran importancia, con este se puede saber el grado del impacto al ambiente generado por las actividades que se realizan en la ULEAM y al mismo tiempo conocer cómo se puede colaborar a reducirlo. Si la sociedad consume poca energía, minimiza la presión de aumentar el abastecimiento, de construir nuevas centrales, o de importar energía de otros países.

En la teoría económica, en la mayoría de las ocasiones, menores costos implican una mayor utilidad para las empresas, de ahí se desprende el interés de las empresas en el cuidado de medio ambiente ya que eso repercute un cuidado en su dinero.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

#### **2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

En el Ecuador las investigaciones especializadas en materia ambiental son mínimas. Los temas ambientales que prevalecen son los diagnósticos basados en auditorías ambientales que describen la calidad ambiental de los procesos y resaltan las buenas prácticas ambientales que proponen algunas empresas; además, existen los Estudios de Impacto Ambiental de producciones y servicios que mediante el uso de la matriz ponderan los impactos ocasionados para formular planes de acción y minimizar la incidencia en los factores ambientales de los procesos.

Los dos indicadores que se han trabajado para calificar el impacto al medio ambiente de los procesos u operaciones son la huella de carbono y la huella ecológica. Un ejemplo es un estudio publicado por Herrera en el 2012 sobre el cálculo de la huella de carbono en el programa FACE de FORESTACIÓN del Ecuador, donde consideró las emisiones producidas en los procesos por el transporte, el consumo de papel y el consumo de energía eléctrica, identificadas como las fuentes principales de emisiones de los gases de efectos de invernadero. La metodología propuesta para el diagnóstico fue la del Protocolo de Gases de Invernadero desarrollada por el Instituto de Recursos Mundiales.

La huella de carbono total de la empresa en el año 2009 fue de 54,64 toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub> e), considerando que en Ecuador, según las estadísticas del Banco Mundial se emite 2 (tCO<sub>2</sub> e) al año per cápita, y para lo cual se consideraron medidas de reducción de emisiones relacionadas con el consumo de papel, eficiencia energética y eficiencia en transporte, además de medidas de compensación que le permitiría a la empresa llegar a ser carbono neutral.

CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO (EPMAPS) – EDIFICIO MATRÍZ A Y B, Y LA UNIDAD DE OPERACIONES NORTE DE SANEAMIENTO. La metodología implementada por Andrade & Défaz (2012) para calcular la huella ecológica de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, es la denominada: Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3 v12.2) desarrollado por (Doménech, 2007). La MC3 utiliza el “enfoque mixto”, enfocados en la organización y el producto. El cálculo es entonces: a) “bottom - up” para los productos de entrada (a partir de los recursos consumidos se calcula la huella de la organización) y b: “top - down” para los productos de salida (a partir de la huella de la organización se calcula la huella de los productos o servicios). Es decir que la metodología MC3 permite el cálculo de la huella de carbono y huella ecológica simultáneamente (Enríquez, 2013).

## **2.2. FUNDAMENTOS FILOSOFICOS.**

### **2.2.1. EL CONSUMO DE ENERGÍA.**

El uso de electricidad se ha transformado en sinónimo de innovación, de transformación y de progreso, a tal punto que el nivel de consumo energético en la actualidad es considerado un indicador del grado de desarrollo económico de un estado. El consumo de energías provenientes de combustibles fósiles (carbón y petróleo principalmente) durante el siglo XX ha aumentado tanto que se corre el riesgo de agotar estos recursos, y se ha demostrado la necesidad de adecuar el consumo (OIEA, 2008).

La necesidad de aumento productivo de las sociedades industrializadas lleva parejo un incremento de los bienes de consumo y la creación de un mecanismo en el que se establece una equivalencia entre el confort y el consumo, este aumento debe ser acompañado con un aumento del nivel

de consumo de energía que tiene como principal fuente el uso de combustibles fósiles (Bermejo, 2008).

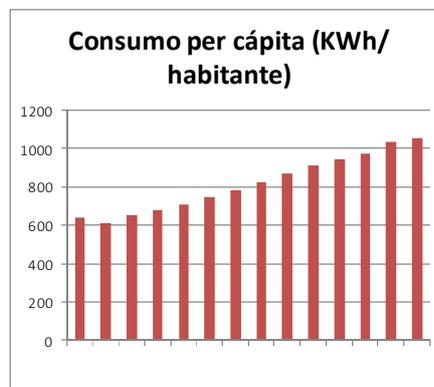
Con el fin de disminuir el uso de combustibles es preciso aumentar el consumo de energías renovables, tales como la biomasa, el viento y la energía solar. Además es necesaria la producción de electricidad con base en centrales hidroeléctricas o geotérmicas. En cuanto a la utilización de energía nuclear; aún no existe una ley que permita puntualizar si los beneficios de utilizar esta energía justifican los riesgos que implica (Rius de Riepen & Castro, 2002).

En el boletín de la Empresa generadora de Energía de Quito, sobre las empresas que distribuyen en el Ecuador, se puede apreciar que en el Ecuador, el consumo de energía de la Capital (Quito) es de 18469 gigavatios por hora. Este valor corresponde al cálculo realizado en septiembre del 2012, un kilovatio es la energía que necesita una bombilla de 100 vatios para mantenerse encendida durante 10 horas, y para obtener un gigavatio se necesita 1 millón de kilovatios.

Uno de los indicadores de consumo de energía eléctrica en una nación es el rendimiento de las centrales eléctricas conjunto las bases de cogeneración excepto las pérdidas efectuadas en la emisión, asignación y conversión, y el consumo propio de las plantas de cogeneración todo esto medido en Kilovatio-Hora per Cápita (KWh per cápita) (Banco Mundial, 2013).

**Gráfico No.01** Consumo de Energía Eléctrica Per Cápita del Ecuador.

Año	Consumo (GWh)	Población* (miles)	Consumo per cápita (KWh/habitante)	Variación
1999	7.731	12.121	638	
2000	7.885	12.990	607	-4,83%
2001	8.158	12.480	654	7,69%
2002	8.596	12.661	679	3,86%
2003	9.107	12.843	709	4,44%
2004	9.690	13.027	744	4,90%
2005	10.305	13.215	780	4,83%
2006	11.039	13.408	823	5,58%
2007	11.863	13.605	872	5,91%
2008	12.580	13.805	911	4,51%
2009	13.213	14.010	943	3,49%
2010	14.077	14.483	972	3,06%
2011	15.249	14.688	1038	6,81%
2012 **	16.224	15.397	1054	1,49%



\* Datos obtenidos del INEC

\*\* Datos Actualizados con corte de Diciembre de 2012

**Elaborado por:** Autor.

**Fuente:** Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC, 2013).

Todo uso de las fuentes de energía, aun de las renovables, involucra frecuentemente efectos ambientales (por ejemplo, por inutilización de la superficie e inmisiones), que deben ser identificadas siempre que sea posible (Arceo, Sololongo, Cuza, & Bosch, 2001).

### 2.2.2. LAS FUENTES DE ENERGÍA.

La energía hidroeléctrica, es una fuente principal de energía limpia y renovable, el impacto que ocasiona al ambiente es mínimo, este tipo de energía se la obtiene aprovechando la potencia de las corrientes de agua y de mareas. En 1880 se creó, en Gran Bretaña, Northumberland la Primer Hidroeléctrica. Debido al gran aumento de energía eléctrica en el siglo XX, la energía hidráulica tuvo un comienzo que destaco con el desarrollo de los generadores eléctricos, seguido por el mejoramiento de la turbina hidráulica. En el año 1920 las hidroeléctricas generaban la producción total de la energía requerida (Pérez G. , 2007).

El desarrollo de las hidroeléctricas es sumamente alto y se requieren amplias extensiones eléctricas. Sobre todo, los embalses generan pérdidas de subsuelos productivos y fauna terrestre debido a la inundación del terreno destinado a ellos. También provocan la disminución del caudal de los ríos y arroyos bajo la presa y alteran la calidad de las aguas (Meléndez, 2008).

El Ecuador cuenta con la Central Hidroeléctrica Paute (Embalse Amaluza), ubicada en el río Paute, a 115 kilómetros de Cuenca, Ecuador, es la generadora hidroeléctrica más grande del Ecuador, contribuyendo con la mayor cantidad de energía eléctrica en el país, 1100 Megavatio-Hora (MW/h).

La Unidad de Negocio Hidropaute tiene a su disposición de la operación de las Hidroeléctricas Mazar y Molino, como parte del Proyecto Paute Integral, dos Hidroeléctricas que aprovechan el agua de la cuenca del río Paute. La Central Mazar tiene una potencia integrada de 170MW y una producción anual de 800GWh, la presa de enrocado con cara de hormigón desarrolló un gran embalse de cuatrocientos diez millones de metros cúbicos, con dos unidades de generación y turbinas Francis (CELEC (a), 2011).

El sistema termodinámico aporta con otro tipo de energía la cual se la denomina energía térmica. Esta energía se transporta en forma de calor en los procesos termodinámicos y es proporcional a su temperatura absoluta. Según la teoría cinética y en nivel microscópico es el total de la energía cinética que da como resultado los movimientos aleatorios de átomo y moléculas que desaparecen absolutamente.

La ley que explica la termodinámica es que la energía en forma de calor se puede transformar de un objeto físico a otro. Por ejemplo, colocar el fuego en una olla de agua hará que el agua se caliente y como resultado

habrá movimiento molecular mayor. Mediante esta circunstancia, el calor o energía térmica, del fuego, es transmitido al agua (Morán & Shapiro, 2004).

El desarrollo de la energía térmica produce un impacto ambiental, debido a que la combustión libera CO<sub>2</sub> y otros gases contaminantes. La tecnología moderna en energía nuclear produce residuos radiactivos que deben ser monitoreados. La ocupación de espacios de las plantas productoras de energía y los riesgos de contaminación, con el uso de los materiales implicados, además de los derrames de petróleo o de productos petroquímicos derivados (Frinks, 2012) son también fuentes contaminantes.

La planta térmica “Termo Esmeraldas” es una Unidad de Negocio, su finalidad es la de producir electricidad con el fin de satisfacer la demanda a nivel nacional, de manera eficiente y confiable. La Central Térmica Esmeraldas se define como una central a vapor, con una capacidad de 132.5 MW, distribuye su producción a la interconexión del Sistema Nacional a nivel de 138 kV, a través de la Subestación Esmeraldas (CELEC (b), 2011).

### **2.2.3. LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO.**

Las lámparas de vapor de mercurio que son de alta influencia consiste en un tubo de descarga de cuarzo relleno de vapor de mercurio. El tubo está conformado por un par de electrodos que son primordiales y un electrodo auxiliar que facilita el arranque, emite una luz azul verdoso, no tiene radiaciones rojas.

Para mejorar las características cromáticas de la lámpara se acostumbra añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro.

Así de esta forma se mejoran las particularidades cromáticas de dicha lámpara, además también existen las bombillas transparentes que brindan una iluminación normal en las zonas donde no se necesite estrictamente una mayor demanda de colores.

Los diferentes tipos de lámparas poseen tensión en el encendido en promedio de 150 hasta 180 v, además permiten que se las conecte a una red de 220 voltios sin la necesidad de elementos complementarios. Para que estas lámparas funcionen se tiene que recurrir a un electrodo complementario que se encuentra cercano a los electrodos primordiales para ionizar el gas que se encuentra inerte dentro del tubo y a la vez facilita la descarga entre los electrodos primordiales.

Después del encendido de una lámpara de vapor de mercurio, empieza una etapa transitoria de 4 minutos, visible donde las luces pasa de una gradación violeta a blanco azulado, donde se genera la vaporización del mercurio y un incremento progresivo de la presión del vapor y el flujo luminoso hasta alcanzar los valores normales. Si en estos instantes se consumiera la lámpara no sería posible su reencendido hasta que se enfriara, puesto que la alta presión del mercurio haría necesaria una tensión de ruptura muy alta (García & Boix, 1999).

El rendimiento lumínico de la lámpara de vapor de mercurio es de aproximadamente treinta a sesenta lúmenes por Vatio (lm/W); por lo tanto, unas tres veces superior al de las bombillas incandescentes que tengan igual consumo de potencia. Su vida útil media es de seis mil horas (Senner, 1994).

Cada foco de descarga, a excepción de los incandescentes, contiene mercurio, un metal pesado y tóxico que es liberado al ambiente cuando se descarta la lámpara. La cantidad de mercurio de una lámpara varía desde

tres a cincuenta miligramos. Las luces de mercurio de máxima tensión utilizadas en el alumbrado público y los mezcladores llevan la mayor cantidad de mercurio (Assaf, Dutt, & Tanides, 2006).

#### **2.2.4. EL CONSUMO DE ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE.**

Toda producción de cualquier tipo de energía genera en un cierto grado de impacto al medio ambiente. Cualquiera que sea la actividad que desarrolle el hombre requiere cierta cantidad de energía. Un proceso productivo típico, además de los materiales para su producción, involucra una cantidad de energía considerable.

La generación y consumo de electricidad, constituyen la causa principal, junto con el transporte, de las emisiones de gases de efecto invernadero, gases responsables del cambio climático. Donde, la manera de proceder para evadir los graves inconvenientes ambientales, sociales y económicas, correlacionadas con la elevación de la temperatura, elevando el nivel del mar y minimización de precipitaciones, entre otras, consiste en disminuir el consumo energético (FAO, 2008).

El medio ambiente se ve desgastado de muchas formas por el consumo de energía, por las emisiones de dióxido de carbono que se envían al aire y el ruido generado por los aerogeneradores con sus palas, la creación de humo y del ruido son ciertos ejemplos que son provocados por el consumo de energía.

El ordenamiento de las etapas energéticas inferidas en el ineficiente manejo de los recursos naturales, con un consumo prolongado de energía eléctrica adquirida mediante recursos no renovables, siendo consecuentemente en el avance de los países desarrollados, incidiendo en el desgaste del medio ambiente y en la pérdida del estado de vida de las personas (Carballo, Villasante, & Zotes, 2006).

Las lámparas de vapor de mercurio son productores de calor, esto y la utilización de las fuentes de energía, hacen que la producción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), también llamada huella de carbono, aumente. Todo esto hace que empeore el fenómeno conocido como “Calentamiento Global”.

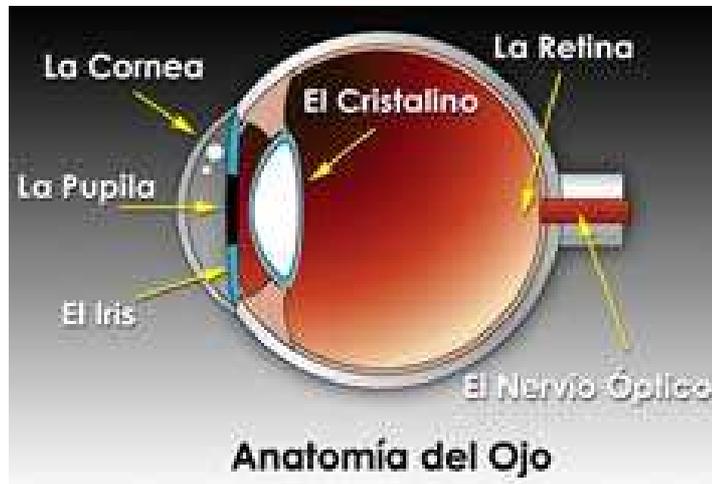
Minimizando el consumo de electricidad es la vía más efectiva para disminuir las irradiaciones contaminantes de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) al entorno, y enfatizando la prioridad de disminuir el deterioro ambiental del planeta y el cambio climático. Es también el camino más sencillo y rápido para lograrlo. Por cada kilovatio hora de electricidad que ahorremos, evitaremos la emisión de aproximadamente un kilogramo de CO<sub>2</sub> en la central térmica donde se quema carbón o petróleo para producir esa electricidad (EcoSearch, 2009).

#### **2.2.5. EL OJO HUMANO Y SU CAPACIDAD DE APRECIACIÓN.**

Los ojos son como sencillas cámaras de fotografías, en la retina se forma una imagen invertida de las cosas que se observa provocada por el lente del cristalino, además la retina responde sensiblemente a la luz.

El ojo tiene la facultad de recibir estímulos que son luminosos los cuales proceden del lugar que lo rodea. Se forma una imagen al revés en la retina esto es causado porque al observar la luz, esta atraviesa los medios que son transparentes y también el lente del ojo. Dentro de la retina existen células que son especializadas en transformar las imágenes en impulsos nerviosos. Estos llegan desde el nervio óptico hasta la parte trasera del cerebro. Para interpretar las señales el cerebro implementaba un mecanismo muy complejo en el cual participaban millones de células llamadas neuronas.

**Ilustración No.01 Anatomía del Ojo.**



**Elaborado por:** Autor.

**Fuente:** (Varilux especialista , 2012).

### 2.2.6. CANDELA

La intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia  $540 \times 10^{12}$  hercios y de la cual la intensidad radiada en esa dirección es  $1/683$  W vatios por estereorradián (Trashorras, 2013).

**Tabla No.01** Diferentes tipos de luminosidades en candelas.

Fuente	Potencia aproximada en vatios (W)	Luminosidad aproximada en candelas (cd)	
Vela, bujía o candela de cera	No notoria	1 cd	
Led poco luminoso	Decenas de milivatios	Decenas de milicandelas	

Led de potencia	Algunos vatios	Algunas candelas	
Lámpara incandescentes	40 W	40 cd	
Lámpara incandescente	100 W	130 cd	
Lámpara fluorescente	40 W	200 cd	
Proyector de alta potencia	Decenas de miles de vatios	Millones de candelas	

**Elaborado por:** Autor.

**Fuente:** Levantamiento de datos en la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí.

La medida es semejante a la de 1948, en el Congreso habitual de previsión de pesos, se determinó como una sexagésima parte de la luz emitida por un centímetro cuadrado de platino puro en estado sólido a la temperatura de su punto de fusión (2046 K) (SI, 2006).

### 2.2.7. FLUJO LUMINOSO

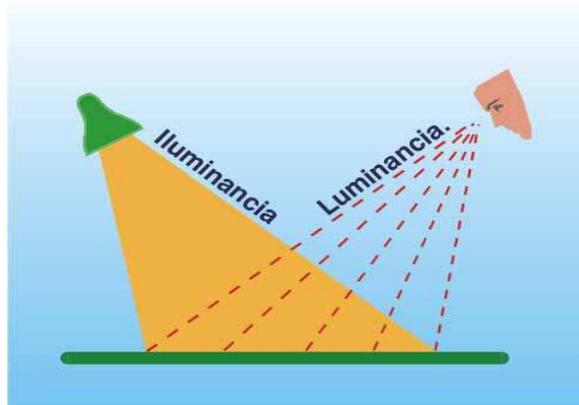
El flujo luminoso es la etapa de la capacidad de luminosidad apreciada. A diferencia del flujo radiante, la medida de la capacidad mayormente generada, en que se ajusta para evidenciar la emotividad del ojo humano a diversas longitudes de onda. Su unidad de capacidad en el Sistema Internacional de Unidades es el lumen (lm) y se conceptualiza a partir de la unidad básica del SI, la candela (cd), como:

$$Lm = cd \cdot sr$$

El flujo luminoso se obtiene ponderando la potencia para cada longitud de onda con la función luminosa, que representa la sensibilidad del ojo en función de la longitud de onda. El flujo luminoso es, por tanto, la suma ponderada de la potencia en todas las longitudes de onda del espectro visible. La radiación fuera del espectro visible no contribuye al flujo luminoso. Tanto cualquier punto de luz, si  $F$  representa el flujo luminoso,  $(\phi \lambda)$  simboliza la potencia radiante espectral del punto de luz en cuestión y la función efectiva de luminosidad, entonces: (Velarde, 2009).

$$F = 683.002 \int_{\lambda_{visible}} \phi(\lambda) V(\lambda) d\lambda$$

**Ilustración No.02** Ejemplo de iluminación y luminancia.



**Elaborado Por:** Autor.  
**Fuente:** (Siluj, 2013).

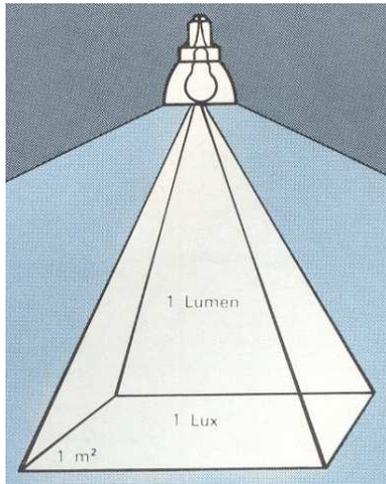
### 2.2.8. LUMEN

El lumen (símbolo: lm) es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa emitida por la fuente. El flujo luminoso se diferencia del flujo radiante en que el primero contempla la sensibilidad variable del ojo humano a las diferentes longitudes de onda de la luz y el último involucra toda la radiación electromagnética emitida por la fuente según las leyes de Wien y de

Stefan-Boltzmann sin considerar si tal radiación es visible o no (Santos, Moreta, Mora, & Demera, 2012)

$$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr} = 1 \text{ lx} \cdot \text{m}^2$$

**Ilustración No.03** Ejemplo de lumen.

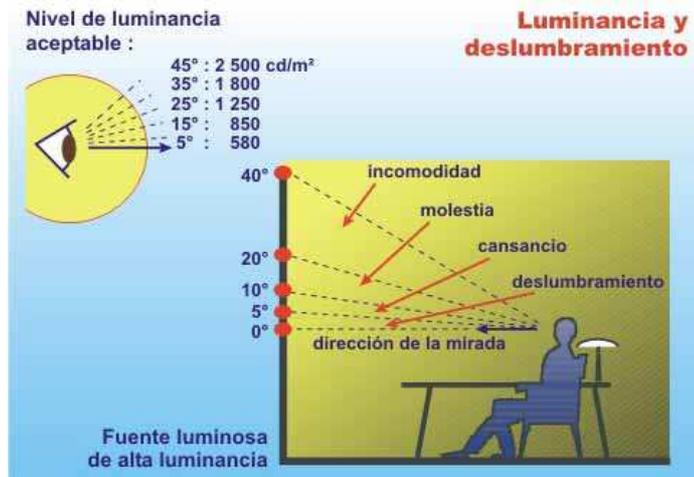


**Elaborado Por:** Autor.  
**Fuente:** (Engineer Mario, 2014).

### 2.2.9. LUMINANCIA

“Luminancia: mientras la iluminancia enmarca la potencia de luz que se mantiene visible en una superficie, la luminancia detalla que la luz que proviene del área. Esta luz, sin embargo, puede partir por sí misma de esta extensión (por ejemplo, con una luminancia de lámparas y luminarias). Aquí la luminancia se define como la relación de la intensidad luminosa y la superficie proyectada verticalmente a la dirección de irradiación” (Cevallos & Reina, 2013).

#### Ilustración No.04 Grados de luminancia para el ser humano.



**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** (Schröder Group, 2014).

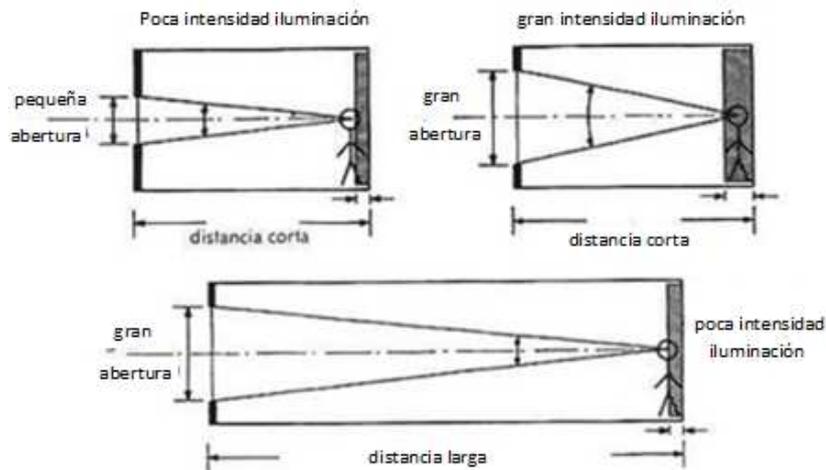
#### 2.2.10. LUMINOSIDAD.

La CIE lo define como la sensación que produce el brillo de una enfocada extensión relativa a un blanco, específicamente dentro de una misma escena. En definición, es la sensación generada al juzgar un cierto brillo comparado con lo que percibimos como "blanco" dentro de esa escena. Es habitual que la visión de los seres humanos permanece aplicable al nivel de blanco, precisión que nos permite difundir colores a pesar de no estar iluminados con una luz completamente "neutra", o de percibir como "blanco" un papel que sólo notaríamos que en realidad es "amarillento" al colocarlo al lado de otro más blanco que él.

En un grado de lúmenes del 1 al 100, específicamente donde el 1 a la oscuridad y 100 a un cierto blanco de referencia, cada unidad equivale, en primera aproximación, a la poca diferencia de luminosidad notoria. Por ejemplo, para ver una variación en una luminosidad de 50, se debe llevar

como mínimo a 49 o a 51; sólo así habremos notado un cambio. (Higuera, 2010)

**Ilustración No.05** Ejemplo ilustración de intensidad de luminosidad.



**Elaborado Por:** Autor.  
**Fuente:** (Aliaga , 2014).

### 2.2.11. LUXES.

Implicar que un lumen /m<sup>2</sup>. Los luxes (símbolo: lx) de la organización internacional de los niveles de intensidad de iluminación es una unidad derivada. Utilizado en un exposímetro como norma de la calidad luminosa, constituyendo que las longitudes de onda según su escala luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad a la luz del ojo humano.

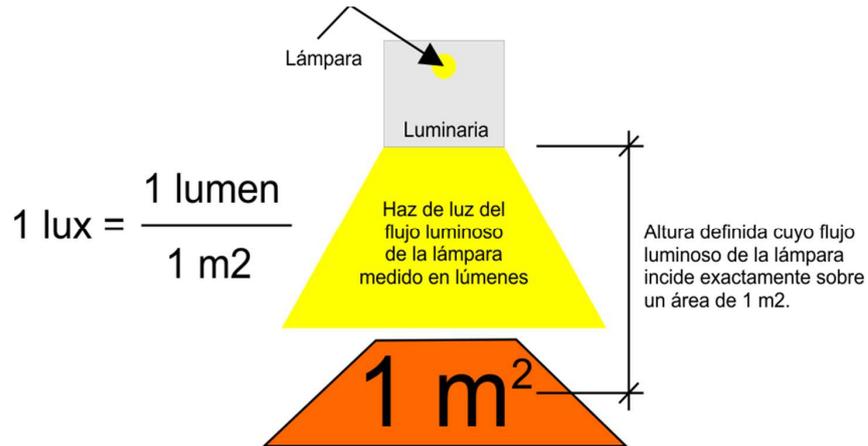
$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2 = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr/m}^2$$

El lux es una unidad derivada, basada en el lumen, que a su vez es una unidad derivada basada en la candela.

Un lux equivale a un lumen por metro cuadrado, mientras que un lumen equivale a 4π una candela x estereorradián. El flujo luminoso total de una

fuelle de una candela equivale a lúmenes (puesto que una esfera comprende  $4\pi$  estereorradianes) (Legrand, 2007).

**Ilustración No.06** Explicación sobre medición de luxes.



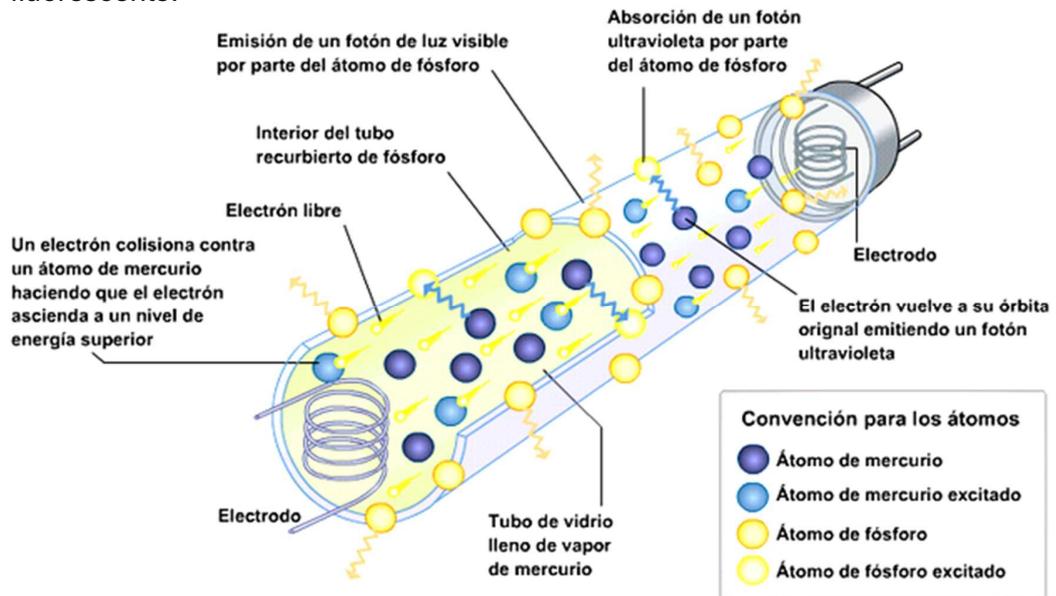
**Elaborado Por:** Autor.  
**Fuente:** (Espinoza, 2009).

## 2.2.12. PRINCIPIO DE LA ILUMINACION FLUORESCENTE.

Un tubo fluorescente es una lámpara de gas que utiliza electricidad para excitar vapor de mercurio. Un foco fluorescente transforma la electricidad en luz útil mucho más eficiente que las lámparas incandescentes. La eficiente luminosidad de una bombilla fluorescente compacta es de unos 60 lúmenes por watt, cuatro veces la eficacia de una bombilla incandescente típica. La luz ultravioleta se produce por los átomos de mercurio excitados de onda corta que provoca entonces un fósforo a la fluorescencia, la producción de luz visible.

Entendido que producen mercurio, varias lámparas fluorescentes se las conocen como residuos peligrosos. Las Agencias de Protección Ambiental de Estados Unidos recomienda que las lámparas fluorescentes estar separados de los residuos generales para su reciclado o su eliminación segura.

**Ilustración No.07** Descripciones en la composición de una lámpara fluorescente.



**Elaborado Por:** Autor.  
**Fuente:** (Parra , 2005).

### 2.2.13. LUCES LED.

Los LED's son componentes eléctricos semiconductores (diodos) que son capaces de emitir luz al ser atravesados por una corriente pequeña. Las siglas "LED" provienen del inglés "Light Emitting Diode", que traducido al español es "Diodo Emisor de Luz". Dos materiales conductivos cualesquiera forman un diodo cuando son puestos en contacto.

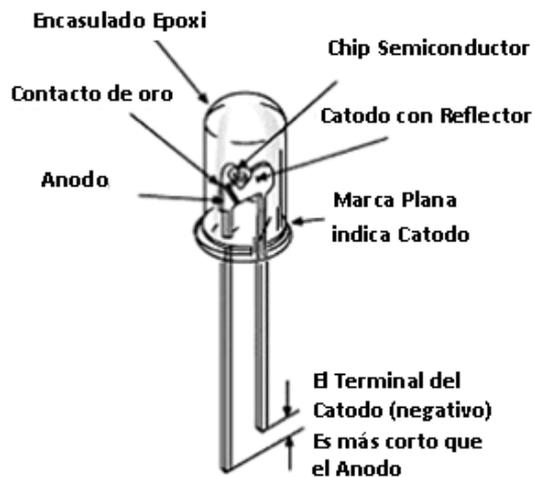
Los LED'S poseen 4 componentes básicos de su estructura. Estos son:

- Material emisor semiconductor, montado en un chip-reflector. Este material determina el color de la luz.
- Los postes conductores (cátodo y ánodo).
- El cable conductor que une los dos polos.

- El lente que mantiene al material originario del LED y describe el haz de la luz, diferenciado de los emisores de tradicionales de luz, los LED'S constan de polaridad (siendo el ánodo el terminal positivo y el cátodo el terminal negativo) por lo que funcionan solo al ser polarizados en directo.

Los LED's son componentes que, adjunto al acoplamiento de los elementos químicos presentes en los materiales que los integran, pueden generar un extenso rango de longitudes de onda dentro del espectro cromático, obteniendo como resultado varios colores.

**Ilustración No.08** Composición de la luz Led.



**Elaborado Por:** Autor.  
**Fuente:** (Duan , 2014).

#### **2.2.14. EFICIENCIA.**

Los LED son fuentes de luz de alta gama. Los LED de alta eficiencia de 25 a 125Lm/w disponibles en el mercado, sobrepasan el mejoramiento de algunas de las fuentes incandescentes y fluorescentes. La naturaleza direccional de la luz generada por los LED permite el diseño de luminarias de mayor eficiencia en general. (Carachure & Sandoval, 2011)

#### **2.2.15. BENEFICIOS DE LA LUZ LED.**

El uso de la tecnología LED evidencia un ahorro impresionante, de consumo de energía, que a diario nos conllevan a su constante uso referente a las tecnologías LED. Muchas industrias han logrado su desarrollo en países como Japón, que destinados a la concientización energética, les ha permitido ser eficientes al momento de contar con las tecnología LED.

Los LED no contienen mercurio, en la actualidad buscan métodos que les pueda generar beneficios con el fin de sustituir el plomo que se genera con las soldaduras (concentrados únicamente para mantener los LED de las placas de circuitos) con equipos libres de plomo, y son acorde con las normas europeas. La naturaleza de la eficacia energética que poseen los LED también los hace admisibles con el medio ambiente.

**Ilustración No.09** Ejemplo de trabajos realizado con iluminación Led.



**Elaborado Por:** Autor.

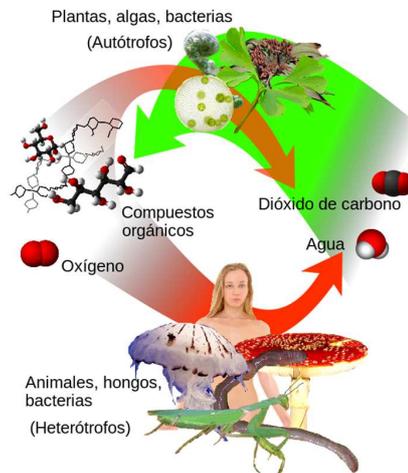
**Fuente:** (Ilumined, 2014).

#### **2.2.16. DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>).**

El dióxido de carbono, también denominado óxido de carbono (IV), gas carbónico o anhídrido carbónico, es un gas cuyas moléculas están compuestas por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Su fórmula molecular es CO<sub>2</sub>. Es una molécula lineal y no polar, a pesar de tener enlaces polares. Esto se debe a que, dada la hibridación del carbono, la molécula posee una geometría lineal y simétrica (Ebbing & Gammon, 2010). Su representación por estructura de Lewis es: O=C=O

El dióxido de carbono, junto al vapor de agua y otros gases, es uno de los gases de efecto invernadero (G.E.I.) que contribuyen a que la Tierra tenga una temperatura tolerable para la biomasa. Por otro lado, un exceso de dióxido de carbono se supone que acentuaría el fenómeno conocido como efecto invernadero, reduciendo la emisión de calor al espacio y provocando un mayor calentamiento del planeta (Pérez A. , 2010).

### Ilustración No.10 Representación del efecto invernadero.



**Elaborado Por:** Autor.  
**Fuente:** (Didactalia, 2014).

#### 2.2.17. UTILIZACIÓN DEL CO<sub>2</sub>.

En estado gaseoso, el dióxido de carbono se distribuye en las empresas agroalimenticias para la carbonatación de bebidas o aguas minerales. Además aportan a impulsar y generar espuma en las cervezas «a presión»).

De igual manera, se considera como una atmósfera de inertización, para la manipulación de las materias inflamables, ya que genera una atmósfera protectora que permite manejar la proliferación de microorganismos (tales como larvas de insectos, bacterias, hongos, etc.) evidentes en productos alimenticios como, por ejemplo, el cereal, privándolos de esta manera del oxígeno.

Además se distribuye para determinados extintores. Después, se lo emplea en estado gaseoso, de allí se lo transforma en nieve carbónica al salir. Reduce el calor de las llamas y elimina el aire, obstaculizando al calor de un elemento esencial: el oxígeno (IPCC, 2005).

**Ilustración No.11** Sistema de depuración de dióxido de carbono.



**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** (Strata Worldwide, 2014)

**2.2.18. QUE ES EL MERCURIO.**

“El mercurio es un metal que se genera en la naturaleza. Es uno de los únicos metales que se encuentran en la tierra en estado líquido a temperatura ambiente. El mercurio metálico se lo constituye por ser un líquido que se mantiene brillante, de color blanco-plata, inodoro, mucho más pesado que el agua. El mercurio metálico se emplea en los termómetros, barómetros, esfigmomanómetros (materiales empleados para calcular el estado de la presión arterial), termostatos para la calefacción y el aire acondicionado, bombillas y fluorescentes cilíndricas, algunas baterías, interruptores de luz eléctrica, algunos reguladores de contadores de gas implementados en interiores (en las casas construidas antes de los años 60), como también con diversos propósitos. También se utiliza en algunas prácticas religiosas y culturales, y se lo utiliza comúnmente en los laboratorios de química. (PNUMA, 2005).

Requerida la manera de mezclarla con distintos elementos, el mercurio permanecerá varios ciclos de tiempo en el ambiente, desde horas o meses o llegar incluso a años. Considerando su espacio de regulación,

las lámparas ahorradoras necesitan de mercurio, sin éste, es complicado que pueda emitir luz visible. El mercurio es un metal que se visibiliza de manera regular en la corteza terrestre y que puede presentarse en varias formas químicas.

**Ilustración No.12** Uso de mercurio en lámpara fluorescente.



**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** (García J. A., 2012).

#### **2.2.19. UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO DE MANABÍ”.**

La Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, creada mediante Ley No. 10 publicada en el Registro Oficial No. 313 de noviembre 13 de 1985, es una institución de Educación Superior, con personería jurídica de derecho público sin fines de lucro, de carácter laico, autónoma, democrática, pluralista, crítica y científica (Reglamento Orgánico Funcional de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, 1985).

La Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí tiene su sede en Manta, una de las cinco principales ciudades del Ecuador, ciudad ribereña al mar, centro pesquero de los más importantes del Pacífico Sur y ciudad de gran potencialidad en cuanto a desarrollo turístico, es además una ciudad que se proyecta a futuro como posible puerto de transferencia internacional.

La Universidad fundamentalmente sirve a la juventud de la tercera provincia del Ecuador que tiene una población que supera el millón doscientos mil habitantes.

La Universidad entrega a Manta un incuantificable aporte para que esta ciudad se convierta en una ciudad de pujante desarrollo. Es una Universidad de carácter humanista, con una clara concepción laica en materia educativa que procura la más exigente libertad de enseñanza y cátedra, entendiendo al estudiante como el gran actor de su proceso de formación y al docente como el gran facilitador del futuro profesional.

## **2.3. FUNDAMENTACION LEGAL.**

### **2.3.1. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL.**

#### **2.3.1.1. MARCO DE REFERENCIA LEGAL Y ADMINISTRATIVO AMBIENTAL.**

A continuación realizaremos una revisión de la legislación vigente en materia ambiental en el Ecuador, el marco legal ambiental con respecto a la nueva Constitución y su ordenamiento jerárquico constitucional.

#### **2.3.2. ORDEN JERÁRQUICO DE LAS NORMAS.**

La Constitución de la República, en su Artículo 425, señala: “El orden jerárquico de aplicación de las normas será el siguiente: La Constitución; los tratados y convenios internacionales; las leyes orgánicas; las leyes ordinarias; las normas regionales y ordenanzas distritales; los decretos y reglamentos; las ordenanzas; los acuerdos y las resoluciones; y los demás actos y decisiones de los poderes públicos. En caso de conflicto entre normas de distinta jerarquía, la corte constitucional, los jueces, autoridades administrativas y servidoras y servidores públicos, los resolverán mediante la aplicación de la norma jerárquica superior.

### **2.3.3. CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**

Principalmente se ha tomado como base legal a la Constitución de la República del Ecuador, aprobada por la Asamblea Nacional Constituyente y el Referéndum aprobatorio, que se encuentra publicado en el Registro Oficial No. 449 del día lunes 20 de octubre del 2008. Dentro de la misma se pueden apreciar los siguientes artículos relacionados:

En el TITULO II sobre DERECHOS, CAPITULO II de los Derechos del buen vivir en el art. 14 se establecen el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado; en el CAPITULO VII de los Derechos de la naturaleza en los artículos 71, 72, 73 y 74, se otorga derechos a la naturaleza donde se reproduce la vida y sus procesos evolutivos, la misma que hay que respetar, cuidar, restaurar y aplicar medidas de precaución y restricción para no alterar los ciclos naturales.

En el TITULO VII sobre el REGIMEN DEL BUEN VIVIR, CAPITULO II sobre la Biodiversidad y Recursos Naturales en Art. 395, 396, 397, 398, 399 y 400, se detallan los 4 Principios Ambientales donde el Estado garantiza la protección, conservación y regeneración de la naturaleza y Medio Ambiente para satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras, mediante el cumplimiento de políticas de gestión ambiental y la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.

### **2.3.4. CONVENIOS Y TRATADOS INTERNACIONALES.**

Existen varios convenios y tratados internacionales donde el país se encuentra inmerso, la siguiente es una lista de los principales relacionados con la creación y uso de la energía eléctrica:

#### **2.3.4.1. LA AGENDA 21, DEL 9 DE JUNIO DE 1992.**

Se establecen responsabilidades por daños causados al ambiente, el concepto de participación comunitaria, la utilización de tecnologías limpias y el principio de "precaución" para la adopción de medidas preventivas en caso de dudas sobre el impacto ambiental, aunque no existan evidencias científicas. La sección segunda de este documento internacional, en su numeral 15, establece un programa de acciones en cuanto a la conservación de la diversidad biológica.

#### **2.3.4.2. CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA, DEL 29 DE DICIEMBRE DE 1993**

El Convenio sobre la Diversidad Biológica trata sobre la Conferencia de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, en su Art.1 se establece como objetivo principal la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes, para ello plantea medidas para la conservación in situ a través de un sistema de áreas protegidas para tomar medidas específicas donde haya que conservar la diversidad biológica, en las cuales el Estado debe reglamentar y administrar los recursos ecológicos importantes para la conservación y promover el desarrollo sustentable ya sea en las zonas opuestas o internas del parque con miras a aumentar su protección.

#### **2.3.4.3. CONVENIO MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO**

Las Partes en la presente Convención, reconociendo que los cambios del clima de la Tierra y sus efectos adversos son una preocupación común de toda la humanidad, preocupadas porque las actividades humanas han ido aumentando sustancialmente las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, y porque ese aumento intensifica el efecto invernadero natural, lo cual dará como resultado, en promedio, un calentamiento adicional de la superficie y la atmósfera de la Tierra y

puede afectar adversamente a los ecosistemas naturales y a la humanidad.

#### **2.3.4.4. PROTOCOLO DE KYOTO.**

El Protocolo de Kyoto sobre el cambio climático es un acuerdo internacional que tiene por objeto reducir las emisiones de seis gases provocadores del calentamiento global: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gas metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), además de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), en un porcentaje aproximado de un 5 por ciento, dentro del periodo que va del año 2008 al 2012, en comparación con las emisiones al año 1990.

#### **2.3.4.5. CONVENIO DE ESTOCOLMO SOBRE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES (COPS).**

El Convenio de Estocolmo fue auspiciado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), ha sido el resultado de largos años de negociación para obtener compromisos legales de los países que obligue de manera urgente la eliminación de todos los COPs y regular el tratamiento de sustancias tóxicas.

#### **2.3.5. NORMATIVA ESPECÍFICA.**

##### **2.3.5.1. LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL.**

Codificación de la Ley de Gestión Ambiental publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 418 del 10 de septiembre de 2004, da una nueva estructuración institucional donde se establecen los principios y directrices de una política ambiental, determinando las obligaciones de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

#### **2.3.5.2. LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.**

Expedida mediante Decreto Supremo N° 374 del 21 de Mayo de 1976 publicada en el Registro Oficial N° 97, del mismo mes y año. Tiene como finalidad fundamental precautelar la buena utilización y conservación de los recursos naturales del país, en pro del bienestar individual y colectivo. Muchos artículos de esta Ley han sido derogados por la Ley de Gestión Ambiental en tanto en cuanto se refieren a aspectos de institucionalidad y coordinación organizacional no existente en la actualidad.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA.**

### **3.1. MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACIÓN.**

Esta investigación documental se realizó clasificando la información según su antigüedad y fidelidad, prestando atención a los juicios realizados mediante el uso del método científico.

La planificación y ejecución de la investigación de campo se utilizó para conocer en la realidad los consumos de energía es un área promedio, determinada por el investigador en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí; de este modo se podrá formar el cuerpo teórico y práctico del proyecto que nos dirigirá a las discusiones de los resultados.

### **3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.**

Es una investigación descriptiva, donde se relatan los comportamientos de los factores o parámetros involucrados en el uso de la energía por las lámparas de vapor de mercurio dentro de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y el impacto que produce su generación en el medio ambiente.

### **3.3. HIPOTESIS.**

¿El cambio de las luminarias de vapor de mercurio mejorará la eficiencia del consumo eléctrico minimizando la huella de carbono en las edificaciones de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí?

### **3.4. SEÑALAMIENTOS DE VARIABLES.**

#### **3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.**

Cambio de luminarias de vapor de mercurio.

#### **3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE.**

Eficiencia en el consumo de electricidad y huella de carbono.

### **3.5. POBLACION Y MUESTRA.**

Se tomó como unidad de muestreo las edificaciones de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí que son 42, se planteó a las autoridades pertinentes el objetivo de la investigación y debido a la acogida que tuvo el planteamiento del proyecto se nos permitió realizar la muestra en 41 de los 42 edificios, llegando casi al censo del total de la población de los edificios de la institución educativa.

Para el análisis de referencia sobre la diferencia de la iluminación de los diferentes dispositivos, se seleccionó un curso de 40 estudiantes en la Facultad de Trabajo Social, a quienes se les dio clases en ambas aulas para observar sus opiniones con respecto a la iluminación en el lugar de estudio.

### **3.6. RECOLECCION DE INFORMACIÓN.**

Se realizó un levantamiento de la información en los diferentes edificios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí-Campus Manta enumerando y clasificando los tipos de lámparas existentes y en uso.

Empezamos buscando los planos de la mayor parte de los edificios de la Universidad, incluido la implantación general, con el fin de poder diagramar nuestros trabajos y sectorizar los grupos para poder realizar la recopilación de datos, que básicamente consistía en el conteo de las luminarias en cada uno de los edificios, por áreas y pisos al interior de los mismo, con esto podemos establecer con mayor exactitud las horas de funcionamiento de las luminarias, cabe indicar que actualmente la Universidad comienza sus labores desde las 07h30 hasta las 22h00, anteriormente en sus inicios apenas las labores académicas empezaban desde las 16h00 hasta las 21h00.

Se comenzaron a realizar los formatos para poder anotar los datos obtenidos con el cuidado de que al final resultarán fáciles para la tabulación de los mismos y nos permitan tener la herramienta perfecta para nuestro cometido, ya que considero que esta es la base de la investigación para tener un dato exacto de lo que está pasando; después de tener todo listo dividimos la universidad en sectores y comenzamos a la recopilación de datos en todo el campus, cuya tarea duró dos semanas trabajando y luego comenzamos a realizar la tabulación y ordenamiento de los datos en la oficina, lo cual duró una semana más; al terminar estas tareas quedamos complacidos con el trabajo, debido al buen resultado de la estrategia utilizada y al tener todo ordenado.

Se midió el consumo de los diferentes tipos de lámparas y con la cantidad, tipo y horario de uso de estos dispositivos eléctricos, se podrá calcular el consumo real de energía eléctrica que las edificaciones de la universidad gastan en un día común de labores. Se analizarán los valores para realizar comparaciones con otros consumos de energía. Además, se realizará el cálculo de la huella de carbono como índice para la discusión del impacto ambiental que genera el uso de las lámparas de mercurio en la institución.

### **3.6.1. CRONOLOGÍA DE LA RECOPIACIÓN DEL DIAGNÓSTICO:**

- ✓ Obtención de la implantación general de la Universidad y planos de los edificios.
- ✓ Diseño de Formatos para recopilar los datos, para una mejor tabulación y clasificación final.
- ✓ Formación de los grupos de recopiladores de datos y selección de áreas de trabajo.
- ✓ Tabulación de datos y ordenamiento de los resultados finales.

Para establecer la comparación se hizo una prueba piloto con luminarias tipo LED con el fin de establecer parámetros de proyección para evaluar teóricamente el cambio en toda la población de las edificaciones educativas de la Universidad.

### **3.6.2. INSTALACIÓN DE NUEVAS LUMINARIAS TIPO LED:**

- ✓ Selección de edificio y aulas para la instalación de las nuevas luminarias tipo Led.
- ✓ Elaboración de encuesta a los estudiantes.
- ✓ Instalación de luminarias en aulas y toma de pruebas con equipos.
- ✓ Medición de carga y de intensidad lumínica.
- ✓ Realización de encuesta a los estudiantes.
- ✓ Análisis de resultados.

### **3.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.**

Los datos obtenidos se tabularon con la ayuda de hojas electrónicas y se realizarán gráficos para ayudar a la descripción del diagnóstico.

### **CÁLCULOS DE DIÓXIDO DE CARBONO, ENERGÍA Y COSTO EN LA APLICACIÓN DE LAS NUEVAS LUMINARIAS TIPO LED:**

- ✓ Se realizan las gestiones correspondientes para la obtención del factor de convergencia de Energía en MW-horas a Dióxido de carbono tCO<sub>2</sub> al Ministerio del Ambiente.
- ✓ Se solicita historial de consumos de energía de la Universidad en periodo de 10 años.
- ✓ Elaboración de cuadros para cálculos correspondientes.
- ✓ Cálculos de tCO<sub>2</sub> (toneladas de dióxido de carbono), Energía (Kwh-Años) y Dólares (USD) del consumo actual y proyectado.
- ✓ Elaboración de la propuesta y análisis de costos por aplicación y cronogramas de trabajo.

- ✓ Evaluación ambiental y económica de la propuesta.

Con el consumo de energía de los diferentes edificios se podrá obtener los datos necesarios para discutir el impacto ambiental que genera el uso de las lámparas de mercurio en la educación. Se evaluarán índices por área de trabajo y por número de personas utilitarias de los edificios, de esta manera se podrán originar conclusiones del uso, manejo y eficiencia del alumbrado dentro de los edificios. Se calculará la huella de carbono como índice de comparación con otras actividades similares y otras formas de manejo, luego, mediante una discusión de fundamentos llegar a la mejor conclusión posible y propuesta para la minimización de los impactos ambientales existentes, de esta manera, se generarán alternativas en una propuesta como plan de manejo ambiental para mejorar la compatibilidad con el medio ambiente de nuestra querida universidad.

**CAPÍTULO IV**  
**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.**

**4.1. CÁLCULO DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE LAS LUMINARIAS DE VAPOR DE MERCURIO.**

**4.1.1. CONTEO DE LAS LUMINARIAS EN LA ULEAM.**

Una vez realizado la toma de datos en todas las edificaciones de la Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí”, se han cuantificado 5336 dispositivos en los 41 edificios monitoreados, claramente se puede denotar que un poco más del 95% de los dispositivos de iluminación interna son lámparas de vapor de mercurio de diferentes capacidades de carga. Las que predominan son las de 3x32w, seguidas por las de 2x32w. El uso de focos ahorradores es mínimo y menor a un 5%, aunque debe ser contabilizado para poder pronosticar un cambio total en el tipo de iluminación.

**Tabla No.02** Levantamiento de datos en la ULEAM.

TIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
<b>Lámparas</b> 	2x17w 2x32w 2x40w 3x17w 3x32w 3x40w 4x40w	5 1191 955 45 2746 76 149
<b>Focos ahorradores</b> 	i12w i22w	69 100
<b>Total de unidades de luminarias</b>		<b>5336</b>

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Levantamiento de datos en la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí.

#### 4.1.2. DESCRIPCIÓN DE LOS TIEMPOS DE ENCENDIDO DE LAS LÁMPARAS SEGÚN EL ÁREA DONDE SE ENCUENTRAN.

**Tabla No.03** Horas por semana de funcionamiento de las luminarias dependiendo de las áreas.

AREAS	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	Horas a la semana
Aulas	12	12	12	12	12	5	65
Oficinas	14	14	14	14	14	5	75
Baterías Higiénicas	12	12	12	12	12	5	65
Pasillos / Escaleras	12	12	12	12	12	5	65
Centro de computo	8	8	8	8	8	5	45
Auditórium	3	3	3	3	3		15
Módulos de profesores	12	12	12	12	12	5	65
Biblioteca	12	12	12	12	12	5	65

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Levantamiento de datos en la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí.

Las diferentes áreas de trabajo dentro de las facultades tienen horarios distintos de funcionamiento, es por ello que hemos monitoreado las horas de trabajo de cada área según los días de la semana, luego la sumatoria de los valores nos dará las horas a la semana de uso de las lámparas de vapor de mercurio que podremos relacionar con la carga instalada para obtener el consumo eléctrico de las lámparas de vapor de mercurio en la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí.

Según el cuadro se puede observar que las oficinas administrativas son las que necesitan mayor uso de la iluminación llegando a 75 horas a la semana, las áreas relacionadas a la academia tienen un consumo de 65 horas a la semana ya que las facultades, como edificios, trabajan doble

jornada. Los centros de cómputo tienen un uso menor de horas en la semana y son los auditorios con 15 horas a la semana los que menos se usan en la institución educativa.

#### **4.1.3. CONSUMO ELÉCTRICO DE LAS LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO EN LA ULEAM.**

El nivel de consumo de las diferentes áreas de la ULEAM está distribuido de una manera relativamente uniforme entre las edificaciones, proporcional a su dimensión y actividad. Son nueve las facultades que tienen un nivel de consumo eléctrico por el uso de luminarias superior a los 70.000 Kw/h al año, siendo el área de la Facultad de Ciencias Informáticas la que encabeza la lista por su alto consumo; el consumo de energía por las entre todas nueve sumarían alrededor de 748.940 Kw/h, esto es un 48,3% del total de consumo en iluminación interna de toda la Universidad.

El promedio de consumo de energía por luminarias alcanza los 37.853 Kw/h al año por lo que veintidós facultades se encuentran debajo del promedio sugiriendo que hay una concentración de consumo en ciertas áreas.

Las áreas que tienen un consumo por debajo de los 10.000 Kw/h al año son nueve siendo el edificio de los Laboratorios de Recursos Humanos el último puesto que apenas consumió 1.716 Kw/h al año, vale decir que no está incluida ninguna de las facultades por lo que corrobora la idea que las áreas que tienen mayor concurrencia de personas, cuestiones académicas que necesitan iluminación o un gran número de departamentos o cuartos.

**Tabla No.04** Resumen de consumo de energía (Kw-h-año y MW-h-año) de las luminarias de vapor de mercurio en las distintas edificaciones de la ULEAM.

No.	EDIFICIOS / AREAS	KW-H-AÑO	MW-H-AÑO
1	LABORATORIO DE RECURSOS HUMANOS	1.716	1,72
2	SALA DE PROFESORES	2.471	2,47
3	ASOCIACION DE TRABAJADORES Y EMPLEADOS	2.682	2,68
4	FACULTAD ASOCIACION DE PROFESORES	4.429	4,43
5	FISIOTERAPIA	4.488	4,49
6	COLISEO EDMUNDO LAURITO	7.550	7,55
7	VICERECTORADO ADMINISTRATIVO	9.557	9,56
8	DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO Y PRACTICAS	9.715	9,72
9	SERVICIOS DE ATENCION IESS	9.846	9,85
10	EDIFICION BIENESTAR UNIVERSITARIO	10.708	10,71
11	AUDITORIO	11.291	11,29
12	BIBLIOTECA	13.749	13,75
13	ANFITEATRO I.C.M.	14.573	14,57
14	AUDITORIUN ACADEMICO Y OFICINAS	14.992	14,99
15	ALMACEN UNIVERSITARIO	15.016	15,02
16	SECRETARIA GENERAL	20.475	20,47
17	PARANINFO DE ADMINISTRACION	26.061	26,06
18	FACULTAD DE DESARROLLO Y SECRETARIADO EJECUTIVO	26.534	26,53
19	CIENCIAS DE LA SALUD	26.960	26,96
20	AGROPECUARIA	28.100	28,10
21	ENFERMERIA	33.016	33,02
22	BIBLIOTECA GENERAL	37.363	37,36
23	FACULTAD CIENCIAS DEL MAR	42.546	42,55
24	FACULTAD HOTELERIA Y TURISMO	44.281	44,28
25	COMERCIO EXTERIOR	44.627	44,63
26	FACULTAD DE JURISPRUDENCIA	44.677	44,68
27	ECONOMIA	46.033	46,03
28	MECANICA NAVAL	46.802	46,80
29	EDUCACION FISICA	46.967	46,97
30	CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN	48.323	48,32
31	IDIOMAS	49.489	49,49
32	FACULTAD DE INGENIERIA	58.006	58,01
33	ODONTOLOGIA	71.298	71,30
34	FACULTAD CIENCIAS DE LA EDUCACION	73.981	73,98

35	TRABAJO SOCIAL	75.680	75,68
36	FACULTAD ARQUITECTURA	77.822	77,82
37	AUDITORIA Y CONTABILIDAD	80.055	80,06
38	CIENCIAS MEDICAS	80.865	80,86
39	ADMINISTRACION	85.485	85,48
40	PARQUEADERO	86.143	86,14
41	INFORMATICA	117.612	117,61
<b>Total de consumo de la ULEAM =</b>		<b>1.551.982</b>	<b>1.551,98</b>

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Cálculo de consumo según el número de dispositivos y horas de encendido según horarios de trabajo de las edificaciones.

#### **4.1.4. FACTOR DE EMISIÓN DE CO2 CON RELACIÓN A LA ENERGÍA CONSUMIDA (MWH) DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO (SIN).**

No existiría la vida en el planeta sin el efecto invernadero, sabemos que es el proceso natural donde el vapor de agua y el dióxido de carbono (CO2) desempeñan una gran importancia para que se mantenga estable la temperatura del medio ambiente. Se conoce que en los años de 1950 la concentración del dióxido de carbono en el aire no llegó a 330 partes por millón, después de la revolución industrial, estos valores se fueron incrementando paulatinamente hasta los niveles alarmantes actuales.

En el año 2013 la Administración Nacional de Océanos y Atmósfera de Estados Unidos (NOAA, siglas en ingles), publicó que la concentración de dióxido de carbono (CO2) en la atmósfera pasó las 400 partes por millón, empezando la alarma a nivel de los organismos internacionales sobre los escenarios que se podrían presentar de no tener un control sobre los elementos que van en las emisiones producto de los procesos y actividades del hombre.

La Comisión Técnica de Determinación de Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero para cumplir con lo estipulado en el mandato otorgado en el 2010 de proveer información actualizada para el uso del

Factor de CO2 del Sistema Nacional Interconectado el Ecuador presentó un informe en el año 2013 tomando como datos los resultados obtenidos en el 2010, 2011 y 2012 y respetando las herramientas internacionales para el cálculo del factor de emisión para los procesos de generación y distribución de la energía eléctrica.

El valor calculado en el año 2013 del Factor de Emisión del Margen de Operación es de **0,7079 toneladas de dióxido de carbono por megavatio hora de consumo (tCO2 / MWh)**, y puede ser utilizado para **estimar las emisiones de CO2 emitidas a la atmósfera por el SIN** (Ministerio del Ambiente, 2013).

#### 4.1.5. CÁLCULO DE LA EMISIÓN DE CO2 DEL USO DE LAS LUMINARIAS DE VAPOR DE MERCURIO EN LA ULEAM.

**Tabla No.05** Resumen de consumo de energía (KWH-año) en luminarias y toneladas de CO2 (tCO2).

RESUMEN DE CONSUMO DE ENERGÍA (KWH-AÑO) EN LUMINARIAS Y TONELADAS DE CO2 (tCO2)			
Factor de emisión de CO2 con relación a la energía consumida (MWh) del Sistema Nacional Interconectado (SIN)		0,7079	t CO2 / MWh
No.	EDIFICIOS / AREAS	MW-H-AÑO	t CO2
1	LABORATORIO DE RECURSOS HUMANOS	1,72	1,21
2	SALA DE PROFESORES	2,47	1,75
3	ASOCIACION DE TRABAJADORES Y EMPLEADOS	2,68	1,90
4	FACULTAD ASOCIACION DE PROFESORES	4,43	3,14
5	FISIOTERAPIA	4,49	3,18
6	COLISEO EDMUNDO LAURITO	7,55	5,34
7	VICERECTORADO ADMINISTRATIVO	9,56	6,77
8	DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO Y PRACTICAS	9,72	6,88
9	SERVICIOS DE ATENCION IEES	9,85	6,97

10	EDIFICION BIENESTAR UNIVERSITARIO	10,71	7,58
11	AUDITORIO	11,29	7,99
12	BIBLIOTECA	13,75	9,73
13	ANFITEATRO I.C.M.	14,57	10,32
14	AUDITORIUN ACADEMICO Y OFICINAS	14,99	10,61
15	ALMACEN UNIVERSITARIO	15,02	10,63
16	SECRETARIA GENERAL	20,47	14,49
17	PARANINFO DE ADMINISTRACION	26,06	18,45
18	FACULTAD DE DESARROLLO Y SECRETARIADO EJECUTIVO	26,53	18,78
19	CIENCIAS DE LA SALUD	26,96	19,08
20	AGROPECUARIA	28,10	19,89
21	ENFERMERIA	33,02	23,37
22	BIBLIOTECA GENERAL	37,36	26,45
23	FACULTAD CIENCIAS DEL MAR	42,55	30,12
24	FACULTAD HOTELERIA Y TURISMO	44,28	31,35
25	COMERCIO EXTERIOR	44,63	31,59
26	FACULTAD DE JURISPRUDENCIA	44,68	31,63
27	ECONOMIA	46,03	32,59
28	MECANICA NAVAL	46,80	33,13
29	EDUCACION FISICA	46,97	33,25
30	CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN	48,32	34,21
31	IDIOMAS	49,49	35,03
32	FACULTAD DE INGENIERIA	58,01	41,06
33	ODONTOLOGIA	71,30	50,47
34	FACULTAD CIENCIAS DE LA EDUCACION	73,98	52,37
35	TRABAJO SOCIAL	75,68	53,57
36	FACULTAD ARQUITECTURA	77,82	55,09
37	AUDITORIA Y CONTABILIDAD	80,06	56,67
38	CIENCIAS MEDICAS	80,86	57,24
39	ADMINISTRACION	85,48	60,51
40	PARQUEADERO	86,14	60,98
41	INFORMATICA	117,61	83,26
<b>Total de consumo de la ULEAM =</b>		<b>1.551,98</b>	<b>1.098,65</b>

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Cálculo de la huella de carbono en toneladas de dióxido de carbono.

Se ha calculado que bajo el consumo de 1.551,98 Megavatios-hora al año se emanan 1.098,65 toneladas de dióxido de carbono a la atmósfera. Esta

huella de carbono es directamente proporcional al consumo de luz y por ende, al rendimiento y eficiencia del dispositivo, un dispositivo de menor eficiencia provocará una mayor huella de carbono con el mismo tiempo de uso de las luminarias. La iluminación led es reconocida por su eficiencia, es decir, proporciona la misma cantidad de luz consumiendo menos energía eléctrica y lo cual repercutirá, redundando un poco, en una menor huella de carbono, tratando de optimizar los consumos de recursos para las diferentes actividades.

#### **4.2. EVOLUCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE 10 AÑOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA ULEAM.**

##### **4.2.1. DESCRIPCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE 12 MESES ENTRE LOS AÑOS 2002-2003.**

**Tabla No.06** Valores de 12 meses (2002-2003) costo facturado (usd) - energía consumida (kWh)- potencia máxima (kW) de la ULEAM obtenido de registro del sistema Emelmanabi S.A.

# MES	AÑO	MES	VALOR DE CONSUMO MES (USD)	CONSUMO ENERGIA (KWH-Mes)	DEMANDA DE POTENCIA MAXIMA (KW) MENSUAL
1	2002	JUNIO	\$ 16.093	162.400	638
2	2002	JULIO	\$ 11.650	112.560	594
3	2002	AGOSTO	\$ 13.866	137.200	622
4	2002	SEPTIEMBRE	\$ 14.135	135.520	655
5	2002	OCTUBRE	\$ 12.459	112.000	595
6	2002	NOVIEMBRE	\$ 15.943	148.400	630
7	2002	DICIEMBRE	\$ 12.640	112.000	652
8	2003	ENERO	\$ 14.299	130.480	660
9	2003	FEBRERO	\$ 13.016	114.240	655
10	2003	MARZO	\$ 14.577	131.600	588
11	2003	ABRIL	\$ 10.561	85.680	571

12	2003	MAYO	\$ 13.708	118.160	621
<b>VALORES PROMEDIOS MENSUAL</b>			<b>\$ 13.579</b>	<b>125.020</b>	<b>623</b>

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Sistema de Emelmanabí S.A. (CNEL, 2014).

En doce meses entre el año 2002 y 2003 se tiene que la planilla mensual promedio fue de 13.579 dólares consumiendo 124.020 KWh en promedio.

#### 4.2.2. DESCRIPCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE 12 MESES ENTRE LOS AÑOS 2013-2014.

**Tabla No.07** Valores de 12 meses (2013-2014) costo facturado (usd) - energía consumida (kWh)- potencia máxima (kW) de la ULEAM obtenido del registro de la CNEL EP.

# MES	AÑO	MES	VALOR DE CONSUMO MES (USD)	CONSUMO ENERGIA (KWH-Mes)	DEMANDA DE POTENCIA MAXIMA (KW) MENSUAL
1	2013	JUNIO	\$ 23.219	341.902	1.297
2	2013	JULIO	\$ 19.156	277.801	1.114
3	2013	AGOSTO	\$ 20.158	299.870	1.043
4	2013	SEPTIEMBRE	\$ 18.365	268.394	1.021
5	2013	OCTUBRE	\$ 12.926	254.579	1.011
6	2013	NOVIEMBRE	\$ 20.443	302.198	1.095
7	2013	DICIEMBRE	\$ 19.353	282.629	1.069
8	2014	ENERO	\$ 19.116	275.114	1.155
9	2014	FEBRERO	\$ 24.595	367.639	1.259
10	2014	MARZO	\$ 19.685	283.172	1.188
11	2014	ABRIL	\$ 13.614	200.449	571
12	2014	MAYO	\$ 22.766	330.993	1.337
<b>VALORES PROMEDIOS MENSUAL</b>			<b>\$ 19.450</b>	<b>290.395</b>	<b>1.097</b>

**Elaborado Por:** Autor.

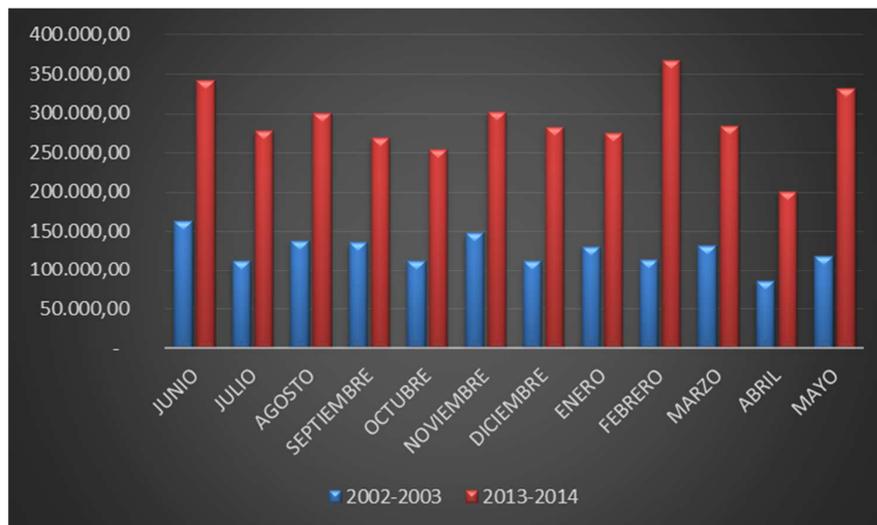
**Fuente:** Sistema de Emelmanabí S.A. (CNEL, 2014)

En doce meses entre el año 2012 y 2013 se tiene que la planilla mensual promedio fue de 19.450 dólares consumiendo 290.395 KWh en promedio.

Aunque el valor de facturación está afectado por el costo del KWh y la tasa de inflación anual del país, el valor del consumo de KWh puede ser comparado para observar la evolución en 10 años de funcionamiento de la Universidad.

#### 4.2.3. DESCRIPCIÓN DE LA EVOLUCIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE 10 AÑOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA ULEAM.

**Gráfico No.02 Valores comparativos mensuales de consumo de energía (Kwh-mes).**



**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Cálculos matemáticos y estadísticos.

En 10 años se puede observar un crecimiento en el consumo eléctrico del 132% (tabla No. 08), esto debido principalmente al crecimiento de la demanda de los estudios universitarios relacionados directamente con el crecimiento poblacional. El incremento en valor de facturación no se comporta igual porque a nivel de país hemos tenido algunas reformas mejorando el precio del Kwh a nivel nacional.

Este incremento de consumo en 10 años es lo que merece nuestra especial atención y nos obliga a utilizar las herramientas posibles para minimizar los consumos, provocar una huella de carbono menor y lograr la compatibilidad ambiental de las actividades académicas, fomentando el ejemplo en las otras instituciones públicas o privadas en la región.

**Tabla No.08** Resúmenes del crecimiento de la demanda de energía en un periodo de 10 años (2003-2014) de la ULEAM. (Valores promedios).

PERIODOS ANUALES	VALOR DE CONSUMO MES (DOLARES)	CONSUMO ENERGIA (KWH-Mes)	DEMANDA DE POTENCIA MAXIMA (KW) MENSUAL
VALOR PROMEDIO MENSUAL DE UN AÑO 2002-2003	\$ 13.579	125.020	623
VALOR PROMEDIO MENSUAL DE UN AÑO 2013-2014	\$ 19.450	290.395	1.097
<b>AUMENTO DE VALORES PROMEDIO MENSUAL EN 10 AÑOS</b>			
	\$ 5.871	165.375	473
<b>AUMENTO DE VALOR TOTAL DE 10 AÑOS</b>			
	\$ 70.452	1.984.500	473
<b>VALOR PORCENTUAL INCREMENTADO EN 10 AÑOS</b>			
	43,2%	132,3%	75,9%
	<b>INCREMENTO DEL VALOR DE LA PLANILLA EN USD-AÑO.</b>	<b>INCREMENTO DEL CONSUMO DE ENERGIA KWH-AÑO</b>	<b>INCREMENTO DE LA DEMANDA MAXIMA KW-AÑO</b>

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Cálculos matemáticos y estadísticos.

#### 4.3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPORCIÓN DE CONSUMO DE LAS LUMINARIAS FLUORESCENTES RESPECTO AL CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA ULEAM.

**Tabla No.09** Resumen de consumo de energía anual (2013-2014) y valor facturado – porcentaje.

IDENTIFICACION Y COSTOS DE ENERGIA EN UN AÑO DEPENDIENDO DE LA CARGA ELECTRICA	CONSUMO (KW-H)	PLANILLA	TONELADAS DE CO2	%
VALOR TOTAL DE KWH-AÑO DE CONSUMO DE ENERGIA	3.484.740	\$ 233.397	2.467	100,0%
VALOR TOTAL DE KWH-AÑO DE CONSUMO DE ENERGIA POR ILUMINACION LAMP. FLUORESCENTE	1.551.982	\$ 103.947	1.099	44,5%
VALOR TOTAL DE KWH-AÑO DE CONSUMO DE ENERGIA POR DISTINTAS CARGAS ELECTRICAS	1.932.758	\$ 129.450	1.368	55,5%

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Resumen de los datos obtenidos y calculados según el factor de emisión de CO2 (0,7079) con relación a la energía consumida (MWh) del Sistema Interconectado (SIN).

#### 4.4. INSTALACIÓN DE NUEVAS LUMINARIAS TIPO LED.

Una vez que se tenían los datos ordenados y tabulados, lo cual nos dio una visión más clara de la realidad que estábamos investigando, procedimos a escoger el lugar donde instalaríamos las nuevas luminarias tipo Led, tomando en cuenta las dimensiones del aula, la ubicación del edificio y las horas de trabajo; paralelamente a esto, también se trabajaba en la elaboración de la encuesta a los estudiantes para saber sus

impresiones sobre el cambio de luminarias en sus aulas de clases, sus ventajas y que mediante su aplicación podría ayudar a la conservación del medio ambiente reduciendo su huella de carbono.

Después de un análisis se escogió el edificio de la Facultad de Trabajo Social tomando en cuenta lo siguiente:

**Ilustración No.13** Edificio de la Facultad de Trabajo Social de la ULEAM.



**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Foto tomada por el investigador.

- a) Que el edificio es de reciente construcción y moderno, sus luminarias en las aulas era de tipo fluorescente de vapor de mercurio de 2x32 y de 3x32 wattios.
- b) Que las aulas son una de las más grandes que existen en la universidad en área.
- c) Que el perfil del estudiante es altamente analizador por su perfil profesional.
- d) Se escogieron dos aulas para cambiar sus equipos de iluminación.

- e) Antes de cualquier acción de trabajo se coordinó una reunión con las autoridades de la facultad donde se les explicó la investigación y las labores a realizar, las cuales mostraron su satisfacción y su total colaboración.

Se procedió al remplazo de las luminarias en las dos aulas, lo cual no represento mucho tiempo porque relativamente es fácil el cambio. Las operaciones realizadas, fueron:

- 1) Una aula tiene 9 luminarias (2x32 wattios), se procedió a cambiar los 18 tubos fluorescentes de 32 wattios que tiene cada luminaria, es decir que se desmontaron 18 tubos fluorescente de 32 wattios y fueron remplazados por 18 tubos tipo LED de 16 wattios luz blanca de (6000 k) en las carcasas de las antiguas luminarias sin que esto signifique una tarea muy laboriosa, siempre y cuando se la realice con personal capacitado.
- 2) La instalación de las dos aulas se la hizo en un par de hora.
- 3) Los tubos desmontados fueron embalados y almacenados en la bodega.

Una vez instaladas los tubos tipo Led dentro de las luminarias, se procedió a realizar las tomas de lectura en el aula de clases tanto en el nuevo sistema de iluminación y las aulas con los tubos fluorescentes de vapor de mercurio, se realizó una cuadrícula y se tomó la lectura en distintos puntos del área iluminada, midiendo la cantidad de luz que llega a un metro cuadrado de área, medida que se la tomó utilizando un luxómetro.

**Ilustración No.14** Toma de medidas de iluminación utilizando un luxómetro.



**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Foto tomada por el investigador.

Esta medición nos dio como resultado, que a pesar que los tubos fluorescentes poseen en sus especificaciones técnicas mayor flujo luminoso (lúmenes) que los tubos LED; las lecturas de la cantidad de luz emitida por los tubos que llega en las áreas de iluminación (piso y áreas de trabajo del aula) favorecen ampliamente a los tubos LED, casi dos a uno.

**Ilustración No.15** Repeticiones de las medidas del luxómetro en diferentes puntos de medición de intensidad de luz.



**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Fotos tomada por el investigador.

Después de esta acción se dejó pasar unas dos semanas con las luminarias instaladas, con la finalidad que los estudiantes pudieran tener

una mejor perspectiva y análisis de la nueva iluminación de las aulas, para luego realizar la respectiva encuesta que habíamos elaborado con anterioridad, con la finalidad de saber su percepción de la iluminación comparada con la anterior fluorescente, para ellos se hizo rotar a los estudiantes en las aulas, para resaltar aún más el contraste de la iluminación.

Con la encuesta, a más de ese específico fin, también queríamos que los estudiante avalarán si el proyecto de luminarias nuevas tipo LED instaladas, a más de representar una excelente alternativa de reducción de huella de carbono por emisiones de CO<sub>2</sub> por generación de energía eléctrica consumida por las luminarias, su iluminancia no representara un perjuicio en desmedro de la calidad de la iluminación y que al contrario pudiera representar una mejora en el sistema de iluminación considerable en el aula de clases y que ayudara a las actividades académicas que se desarrollan, cuyos resultados los analizaremos más adelante.

**Ilustración No.16** Recepción de encuestas a los estudiantes que utilizaron las aulas con los dos tipos de iluminación.



**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Fotos tomada por el investigador.

Una vez obtenidos los resultados de las encuestas y las lecturas de la iluminación LED con el equipo de medición, se tenía resultados que nos daban las evidencias suficientes para fundamentar y basar nuestra investigación positivamente.

#### 4.5. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS A ESTUDIANTES SOBRE LAS LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO VERSUS LAS LÁMPARAS TIPO LED.

1. ¿Conoce usted que la utilización de la energía eléctrica contribuye al deterioro del medio ambiente?

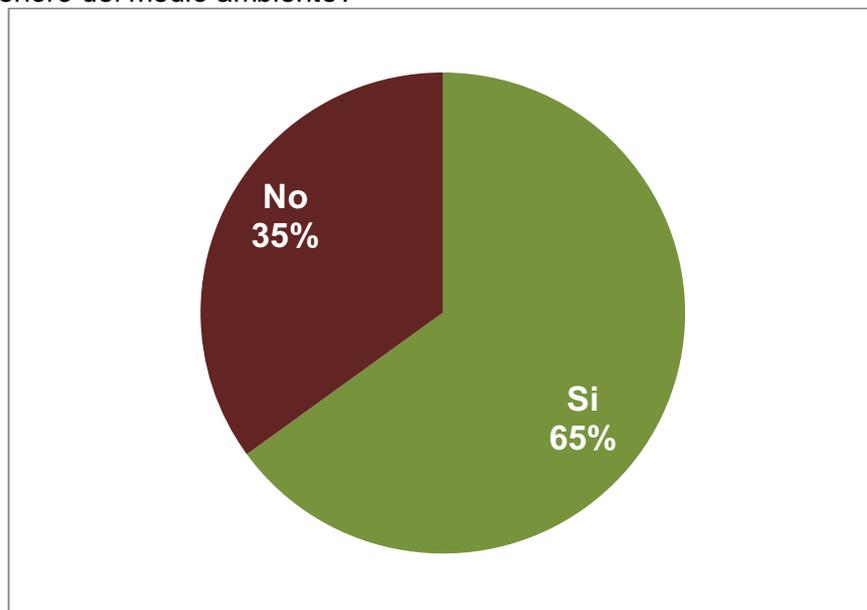
**Tabla No.10** Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Conoce usted que la utilización de la energía eléctrica contribuye al deterioro del medio ambiente?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	26	65%
No	14	35%
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100%</b>

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Resultados de las encuestas a estudiantes.

**Gráfico No.03** Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Conoce usted que la utilización de la energía eléctrica contribuye al deterioro del medio ambiente?



**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Resultados de las encuestas a estudiantes.

Un poco menos de las dos terceras partes de los estudiantes están conscientes de la problemática del medio ambiente y conocen que este se deteriora debido al consumo de energía. La otra tercera parte, desconoce que con el simple hecho de prender un dispositivo eléctrico realiza un impacto en el ecosistema. Estas proporciones se deben al poco esfuerzo en capacitación sobre contenidos medioambientales en las unidades educativas, recordemos que estamos trabajando con los estudiantes universitarios que llevan una formación continua, se debería esperar que estén mejor preparados para poder utilizar el conocimiento en el cuidado del medio ambiente para la toma de decisiones en sus futuros trabajos.

**2. ¿Estaría dispuesto a utilizar nuevos sistemas de iluminación más eficientes y con mejores resultados en iluminación con el fin de conservar el medio ambiente?**

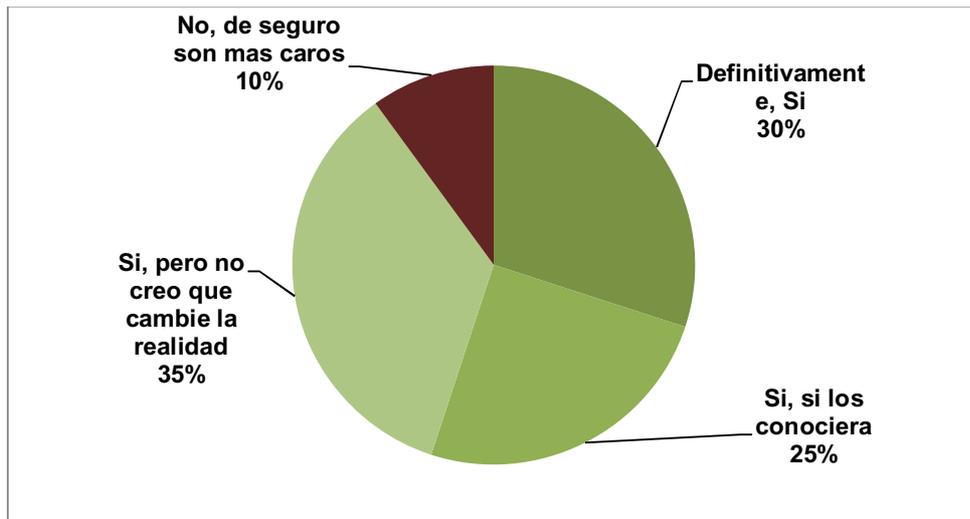
**Tabla No.11** Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Estaría dispuesto a utilizar nuevos sistemas de iluminación más eficientes y con mejores resultados en iluminación con el fin de conservar el medio ambiente?

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Definitivamente, Si	12	30%
Si, si los conociera	10	25%
Si, pero no creo que cambie la realidad	14	35%
No, de seguro son más caros	4	10%
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100%</b>

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Resultados de las encuestas a estudiantes.

**Gráfico No.04** Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Estaría dispuesto a utilizar nuevos sistemas de iluminación más eficientes y con mejores resultados en iluminación con el fin de conservar el medio ambiente?



**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Resultados de las encuestas a estudiantes.

El 30% de los estudiantes estaría dispuesto a cambiar a nuevos sistemas de iluminación con mayor eficiencia; el 25% si tiene la predisposición al cambio pero desconoce de las posibilidades en el mercado o piensa que luminarias de mayor eficiencia no se encuentran disponibles para nuestras economías. Existe un 35% que está dispuesto a cambiar pero creen escépticamente en una mejora del consumo, a fin de cuentas, siguen siendo dispositivos eléctricos que utilizarán la energía que deteriora el medio ambiente. Sólo un 10% de los encuestados opina que de tener la tecnología disponible, esta será más cara que no se podrá invertir en su instalación y uso. De alguna manera observamos que el 90% de los encuestados están dispuestos al cambio con el fin de intentar reducir los impactos ambientales y un 55% está dispuesto a cambiar de conocer los dispositivos eléctricos de mejor eficiencia de consumo.

**3. ¿Nota usted la diferencia entre la iluminación del aula con iluminación LED y el aula contigua con iluminación fluorescente?**

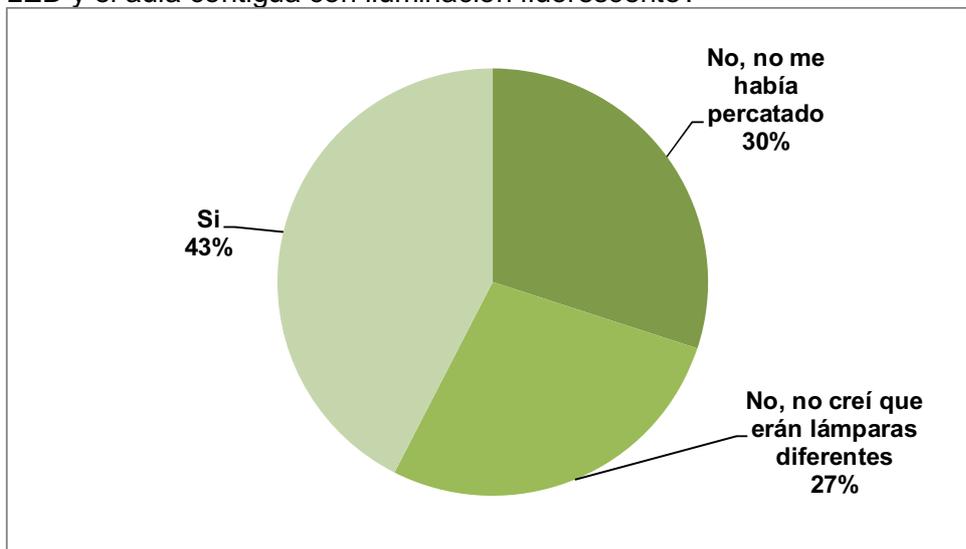
**Tabla No.12** Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Nota usted la diferencia entre la iluminación del aula con iluminación LED y el aula contigua con iluminación fluorescente?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
No, no me había percatado	12	30%
No, no creí que eran lámparas diferentes	11	27%
Si	17	43%
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100%</b>

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Resultados de las encuestas a estudiantes.

**Gráfico No.05** Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Nota usted la diferencia entre la iluminación del aula con iluminación LED y el aula contigua con iluminación fluorescente?



**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Resultados de las encuestas a estudiantes.

Luego de dar a conocer las luminarias instaladas en ambos cursos, el 43% de los estudiantes afirman que se dieron cuenta del cambio en la iluminación en el aula contigua, el 30% de ellos no se había percatado de

la diferencia y un 27% notaba alguna diferencia pero opina que no creían que las lámparas fueran distintas. Se puede afirmar que 70% de los encuestados percibieron una diferencia en iluminación entre un aula y otra, y, un 30% no percibió la diferencia y siguió con sus actividades normales.

#### 4. ¿Nota usted si la actual iluminación ha mejorado?

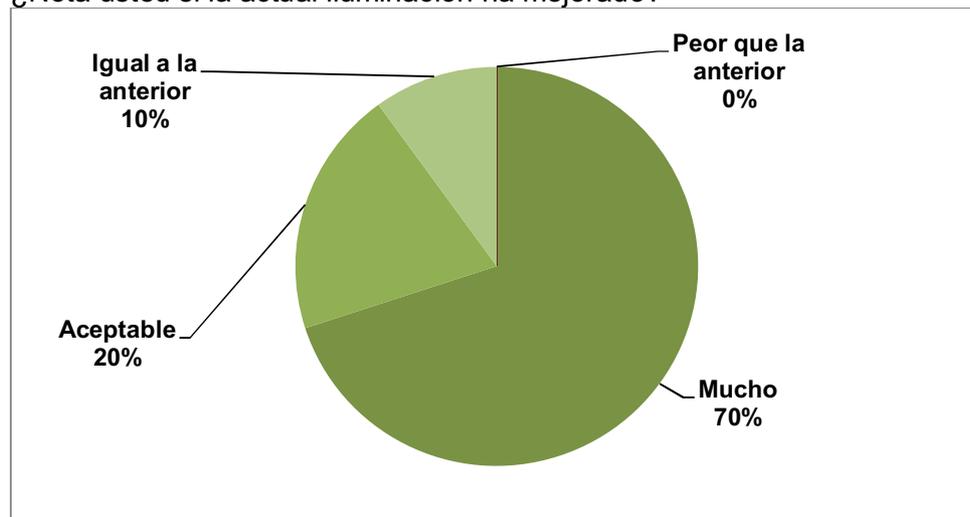
**Tabla No.13** Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Nota usted si la actual iluminación ha mejorado?

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Mucho	28	70%
Aceptable	8	20%
Igual a la anterior	4	10%
Peor que la anterior	0	0%
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100%</b>

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Resultados de las encuestas a estudiantes.

**Gráfico No.06** Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Nota usted si la actual iluminación ha mejorado?



**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Resultados de las encuestas a estudiantes.

Una vez conocida la diferencia en las lámparas instaladas en cada área de trabajo, los estudiantes, en su mayoría (70%) opinaron que la iluminación Led es mucho mejor que la proporcionada por las lámparas de vapor de mercurio, un 20% denominó a este cambio como aceptable, es decir, que si tenían una mejor apreciación; unos pocos (10%) dijeron que definitivamente no percibían el cambio, que la luz era igual a la anterior. En todo caso, se puede decir que todos los encuestados estuvieron de acuerdo en que la luz proporcionada por las luminarias tipo LED es al menos igual a la proporcionada por las luminarias de vapor de mercurio.

**5. ¿Esta nueva iluminación LED le ayuda al desarrollo de las actividades en su aula de clases?**

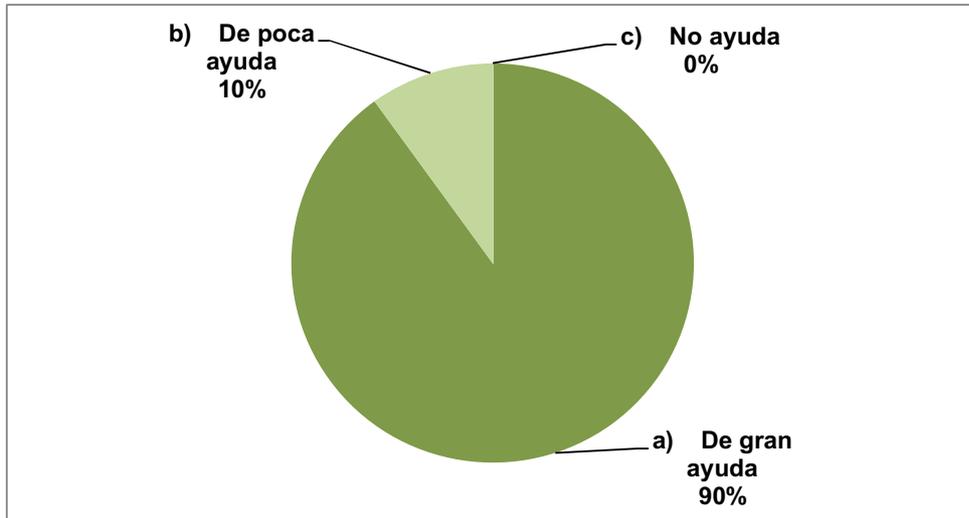
**Tabla No.14** Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Esta nueva iluminación LED le ayuda al desarrollo de las actividades en su aula de clases?

<b>Respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
a) De gran ayuda	36	90%
b) De poca ayuda	4	27%
c) No ayuda	0	0%
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>100%</b>

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Resultados de las encuestas a estudiantes.

**Gráfico No.07** Resultados de las encuestas a estudiantes a la pregunta ¿Esta nueva iluminación LED le ayuda al desarrollo de las actividades en su aula de clases?



**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Resultados de las encuestas a estudiantes.

La gran mayoría, el 90% de los estudiantes, opinó que la nueva iluminación será de gran ayuda al desarrollo de las actividades en el aula de clases, un 10% no contempló alguna ayuda significativa en el desarrollo de las actividades en el aula de clases; y ninguno de los estudiantes respondió que el nuevo tipo de iluminación no proporcionaría ayuda alguna. La mayoría de los encuestados presentó una buena impresión al uso de las nuevas luminarias solamente por la iluminación, sin saber aún las bondades en la eficiencia que vamos a comprobar con los cálculos teóricos y matemáticos.

#### 4.6. ANÁLISIS TEÓRICO DEL CAMBIO DE LUMINARIAS DE VAPOR DE MERCURIO A LUMINARIAS TIPO LED.

##### 4.6.1. CÁLCULO DEL REQUERIMIENTO DE NÚMERO DE UNIDADES PARA REEMPLAZAR LAS LUMINARIAS POR ÁREA DE TRABAJO.

**Tabla No.15** Número de luminarias led necesarias para reemplazar las luminarias de (2X40 -3X40 -4X40 - 2X32 -3X32 - 3X17 - 4X17 - 2X17 WATT) en las diferentes áreas de trabajo.

AREAS	Luminarias LED 2x16 (32 WATT)	VALOR DE CONSUMO (WATT)	Luminarias LED 2x8 (16 WATT)	VALOR DE CONSUMO (WATT)
Aulas	1.703	54.496	-	-
Oficinas	541	17.312	39	624
Baterías H	132	4.224	5	80
Pasillos / Escaleras	1.036	33.152	6	96
Centro de computo	304	9.728	-	-
Auditórium	399	12.768	-	-
Módulos de profesores	174	5.568	-	-
Biblioteca	229	7.328	-	-
	<b>4.518</b>	<b>144.576</b>	<b>50</b>	<b>800</b>

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Cálculos matemáticos según especificaciones de luminarias.

Para el reemplazo de las luminarias de vapor de mercurio se utilizarán 4,518 lámparas LED 2x16 de 32 watt, que representarán un consumo de 144,576 watt. En las áreas pequeñas sólo se necesitan 50 luminarias LED de 2x8 de 16 watt que representan un consumo del 800 watt en total.

**Tabla No.16** Número de luminarias led necesarias para reemplazar los focos de 12 y 22w en las diferentes áreas de trabajo.

AREAS	Luminarias LED (5 WATT)	VALOR DE CONSUMO (WATT)
Aulas	32	160
Oficinas	2	10
Baterías H	72	360
Pasillos / Escaleras	41	205
Centro de computo	-	-
Auditórium	25	125
Módulos de profesores	-	-
Biblioteca	1	5
	<b>173</b>	<b>865</b>

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Cálculos matemáticos según especificaciones de luminarias.

Para reemplazar los focos de 12 y 22w se utilizarán 173 luminarias LED de 5 watt que representan un consumo de 865 watts.

#### 4.6.2. CÁLCULO PRESUPUESTADO DEL CONSUMO Y DE LA HUELLA DE CARBONO DE LAS LUMINARIAS LED POR ÁREA DE TRABAJO EN LA ULEAM.

**Tabla No.17** Consumo presupuestado con las nuevas luminarias led en las diferentes áreas de trabajo.

AREAS	NUEVO CONSUMO CON LUMINARIAS LED (WATT)	HORAS DE USO POR DIA. (HORAS)	KWH-MES DE FUNCION EN 30 DIAS.	KWH-AÑO DE FUNCION EN 12 MESES
Aulas	54.656	13,00	21.316	234.474
Oficinas	17.946	15,00	8.076	88.833
Baterías H	4.664	13,00	1.819	20.009
Pasillos / Escaleras	33.453	13,00	13.047	143.513
Centro de computo	9.728	9,00	2.627	28.892
Auditórium	12.893	3,00	1.160	12.764
Módulos de profesores	5.568	13,00	2.172	23.887
Biblioteca	7.333	13,00	2.860	31.459
<b>TOTAL DE KW-H</b>				<b>583.830</b>
<b>Consumo de energía eléctrica anuales por funcionamiento de las luminarias LED (MWh)</b>				<b>584</b>
<b>Factor de emisión de CO2 con relación a la energía consumida (MWh) del Sistema Nacional Interconectado (SIN)</b>				<b>0,7079</b>
<b>EMISIONES ANUALES DE TONELADAS DE DIOXIDO DE CARBONO PRODUCTO DE LAS LUMINARIAS TIPO LED</b>				<b>413,29</b>

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Cálculos matemáticos según especificaciones de luminarias.

#### 4.7. COMPARACIÓN DEL USO DE LAS LUMINARIAS DE VAPOR DE MERCURIO Y LAS LUMINARIAS LED.

**Tabla No.18** Comparación del consumo eléctrico de las luminarias de vapor de mercurio versus las luminarias led en kwh al año.

	Iluminación con luminarias de vapor de mercurio (KWH-AÑO)	Iluminación con luminarias LED (KWH-AÑO)	Diferencia	Variación
<b>CONSUMO DE LAS LUMINARIAS</b>	1.551.982	583.830	<b>-968.152</b>	<b>-62,4%</b>
<b>CONSUMO ACTUAL DE OTROS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS</b>	1.932.758	1.932.758	-	<b>0,0%</b>
<b>CONSUMO TOTAL</b>	3.484.740	2.516.588	<b>-968.152</b>	<b>-27,8%</b>

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Cálculos de ingeniería eléctrica.

El uso de las luminarias tipo LED en reemplazo de las de vapor de mercurio reducirán el consumo de la iluminación interior en un 62,4%, es decir, que utilizando estos dispositivos en las mismas áreas de trabajo y respetando los mismos horarios, el consumo bajará desde 1,551,982 hasta 583,830 KWH-AÑO, que representa un ahorro de 968,152 KWH-AÑO (más de la mitad).

El ahorro final de todo el consumo eléctrico de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí será en igual valor nominal, pero sólo representará el 27,8% de reducción en el consumo total de la institución educativa.

**Tabla No.19** Comparación del costo de la energía eléctrica de las luminarias de vapor de mercurio versus las luminarias led en dólares (usd).

	Iluminación con luminarias de vapor de mercurio (USD)	Iluminación con luminarias LED (USD)	Diferencia	Variación
<b>COSTO DE ENERGÍA DE LAS LUMINARIAS</b>	103.947	39.103	<b>-64.844</b>	<b>-62,4%</b>
<b>COSTO DE ENERGÍA ACTUAL DE OTROS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS</b>	129.450	129.450	-	<b>0,0%</b>
<b>COSTO DE ENERGÍA TOTAL</b>	233.397	168.553	<b>-64.844</b>	<b>-27,8%</b>

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Cálculos de ingeniería eléctrica.

La proporción de ahorro se mantendrá cuando relacionemos con otros puntos de comparación, por ejemplo, la planilla anual de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí es de 233,397 dólares, valor que será reducido a 168,553 con el uso de los dispositivos LED en la iluminación. Este ahorro de 64,844 dólares representa en una reducción de 27,8%. El ahorro por el pago de consumo de luminarias será de 62,4%.

Este ahorro anual nos permite plantearnos la posibilidad de realizar la inversión con el fin de mantener las actividades académicas y administrativas según sus programas de trabajo, mientras minimizamos el impacto al ambiente mejorando la eficiencia del consumo eléctrico. El uso de la energía eléctrica es una responsabilidad directa de los ciudadanos y en especial de las unidades educativas como ejemplo de educación.

**Tabla No.20** Comparación de la huella de carbono de las luminarias de vapor de mercurio versus las luminarias led en toneladas de CO2 al ambiente.

	Iluminación con luminarias de vapor de mercurio (TON CO2)	Iluminación con luminarias LED (TON CO2)	Diferencia	Variación
<b>COSTO DE ENERGÍA DE LAS LUMINARIAS</b>	<b>1.099</b>	<b>413</b>	- 685	-62,4%
<b>COSTO DE ENERGÍA ACTUAL DE OTROS DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS</b>	<b>1.368</b>	<b>1.368</b>	-	0,0%
<b>COSTO DE ENERGÍA TOTAL</b>	<b>2.467</b>	<b>1.781</b>	- 685	-27,8%

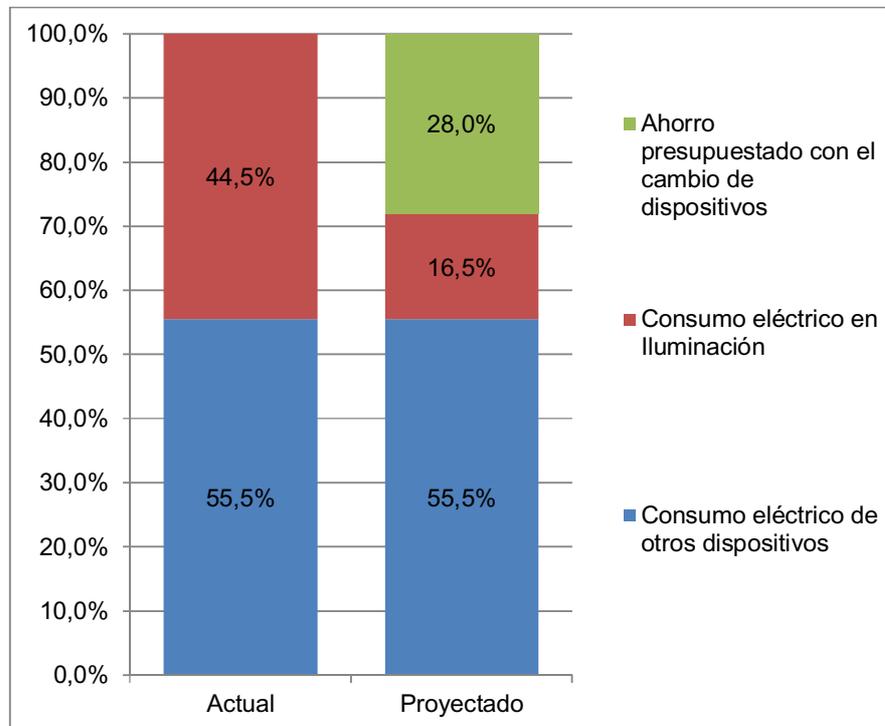
**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Cálculos de ingeniería eléctrica.

De la misma manera que apreciamos una proyección favorable con el cambio de las luminarias a base de vapor de mercurio por las luminarias tipo LED en consumo y en monto de facturación, también es necesario tomar en cuenta que la huella de carbono que se origina por la utilización de los dispositivos de luz se mejora grandemente, ya que se dejarán de emanar 685 toneladas de CO2 al ambiente.

Cualquier mejora que contribuya a la eficiencia, minimizar los consumos y cuidar del medio ambiente a un punto de que la huella humana sean las menores posibles. El uso de tecnología que se encuentra a nuestro alcance debe ser bien recibida con la finalidad de aplicarla en los procesos educativos y administrativos.

**Gráfico No.08** Comparación del consumo de las lámparas de vapor de mercurio y el consumo presupuestado de las lámparas LED.



**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Cálculos de ingeniería eléctrica.

Finalmente podemos observar las proporciones de ahorro programados con las lámparas tipo LED en los interiores de los edificios académicos y administrativos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. El consumo eléctrico de los otros dispositivos, contemplados principalmente por las máquinas de enfriamiento de aire, no varían con la propuesta. El ahorro proyectado con las nuevas lámparas es del 28% y representa una proporción significativa. Esta reducción, contribuirá a mejorar la eficiencia en el uso de los recursos de la ULEAM ya que no se dejarán de usar las lámparas necesarias, ni tampoco se limitarán los horarios, simplemente se realizará un cambio que resultará eficiente para la universidad.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

##### **5.1. CONCLUSIONES.**

- Actualmente en la Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí” existe 5336 dispositivos de iluminación interna, de los cuales más del 95% son lámparas de vapor de mercurio de diferentes capacidades de carga. El uso de focos ahorradores es mínimo y menor a un 5%. El consumo de energía eléctrica para la iluminación interna de los edificios es de 1551,98 MWH al año, representando una proporción del 44,5% del consumo total eléctrico de la institución.
  
- Las luminarias tipo LED técnicamente ofrecen grandes ventajas frente al actual sistema de luminarias fluorescentes, son fáciles de instalar, poseen un alto factor de vida útil que va de 30000 a 50000 horas frente a las fluorescente que alcanzan apenas 20000 horas. Además su mantenimiento es bajo debido a que no poseen componentes como balastos magnéticos que deben ser reemplazados según el uso. La producción de basura tóxica es menor porque no posee elementos como el mercurio, hierro o cobre, componentes que pueden reaccionar negativamente con el ambiente y las personas.
  
- La Comisión Técnica de Determinación de Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero publicó la información actualizada para el uso del Factor de CO<sub>2</sub> del Sistema Nacional Interconectado del Ecuador en el año 2013 tomando como datos los resultados obtenidos en el 2010, 2011 y 2012, respetando las herramientas internacionales para el cálculo del factor de emisión para los procesos de generación y distribución de la energía eléctrica, el valor calculado es de 0,7079 toneladas de dióxido de carbono por megavatio hora de consumo (tCO<sub>2</sub> / MWh). Durante toda la investigación se pudo evidenciar

mediante el levantamiento de la información y los respectivos cálculos que, definitivamente, el uso de luminarias con tecnología led reducirá el consumo de energía eléctrica por concepto de iluminación. La proporción del consumo total de la institución bajará de 44.54% con luminarias fluorescente a 16,5% con las nuevas luminarias, representando un ahorro total del 28% en consumo de energía. Se proyecta una reducción de la emisión de CO<sub>2</sub> de 1099 toneladas de CO<sub>2</sub> a 413 toneladas de CO<sub>2</sub> con las luminarias tipo Led, significa que se dejará de emitir 685 toneladas de CO<sub>2</sub> al ambiente, es como dejar que dejen de circular 310 vehículos de 1600 cc durante todo un año.

- Por las pruebas de campo en las aulas de clases donde instalamos las luminarias LED, se pudo demostrar que el rendimiento luminoso alcanzado en las superficies a iluminar (lux), es un valor más elevado que las actuales lámparas fluorescentes, casi el doble; además se demostró mediante encuestas a los estudiantes que trabajaron por el lapso de un mes en estas aulas, que sus reacciones y percepción fueron muy positivas llegando a manifestar que la iluminación era mucho mejor. Por último la aplicación de estas lámparas tipo LED son muy convenientes en favor del medio ambiente, ya que se dejan de emitir una considerable cantidad de tCO<sub>2</sub> al año, se reduce el valor de la planilla eléctrica lo cual es conveniente debido a que la inversión económica para la aplicación de los dispositivos LED será rápidamente recuperable y sus beneficios técnicos y horas de vida es muy superior a las actuales.

## **5.2. RECOMENDACIONES.**

- Debido a las grandes ventajas que se pudieron comprobar durante todo el estudio, es factible que se estructure el proyecto para la aplicación de las luminarias en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, mediante un cronograma de trabajo que nos permita en poco tiempo gozar de una buena iluminación que redundará en beneficios ambientales y que posesionaría a la Institución como alineada al cambio de la matriz energética del país.
- Actualmente existen líneas de crédito a bajas tasas de interés para la aplicación de este tipo de proyectos como son los del BID, BIESS y del BEDE, que podrían financiar este proyecto rápidamente y además, que los futuros proyectos de edificios y la iluminación integral de calles dentro del campus sean cambiadas a iluminación tipo LED.
- Se hace necesario que a más de buscar la eficiencia energética en los sistemas de iluminación, se proceda a optimizar los sistemas de climatización de la institución que representan una alta demanda energética, junto a una agresiva campaña de información sobre el apagado de los equipos y que podría ser implementada como inducción en los programas de nivelación que la Universidad tiene para los nuevos estudiantes, creando en ellos la cultura del ahorro de la energía; con esto, la comunidad universitaria se incentivará a seguir en esa política de ahorro de energía.
- A medida que se aplique el nuevo proyecto de cambio de la iluminación, la Universidad podrá realzar y difundir este proyecto a todas las instituciones de educación superior para aplicar este proyecto, lo cual ayudará al país entero y además, nos sirve como

vinculación a todos los estratos sociales de nuestro país, debido a que en las universidades convergen la juventud y la comunidad de nuestro país

## **CAPÍTULO VI PROPUESTA.**

### **6.1. ANTECEDENTES.**

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí fue creada el 13 de Noviembre de 1985 mediante la Ley número 10 y publicado en el Registro Oficial N° 313, está ubicada en la avenida circunvalación y prolongación de la calle 12 con un área total de: 210.063 m<sup>2</sup>.

En sus inicios la universidad comenzó con 7 edificaciones que eran el edificio administrativo principal, Facultad ciencias de la educación, Facultad de derecho, Facultad de arquitectura, Facultad de economía, Facultad de odontología y la Facultad de administración de Empresas, con un número aproximado de 3.600 estudiantes para el año de 1986, los mismo que recibían clases en un solo horario que comenzaba a partir de las 4pm hasta las 10pm aproximadamente, notándose poca efectividad en el uso de la infraestructura. En la actualidad la Universidad cuenta con más de 17.000 estudiantes, y un aproximado de 800 empleados (docentes, trabajadores administrativos) (San Andrés, 2013).

Las edificaciones fueron diseñadas y construidas con la influencia en el movimiento de la arquitectura moderna donde se hacía uso de los nuevos materiales tecnológicos como el hormigón armado que tuvo su apogeo en el siglo XX, así como en lo escultural de su envoltura donde se hacía uso de "quebra soles" de hormigón armado que enmarcaban los pilares de la construcción en todo el perímetro y que a su vez sirven de apoyo vertical para los volados de la losas. Las edificaciones llegaban hasta 2 pisos de altura en general con la terminación de antepechos en la parte superior.

**Ilustración No.17** Edificio de la facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Foto tomada por el investigador.

**Ilustración No.18** Edificio de la facultad de Comunicación de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



**Elaborado Por:** Autor.

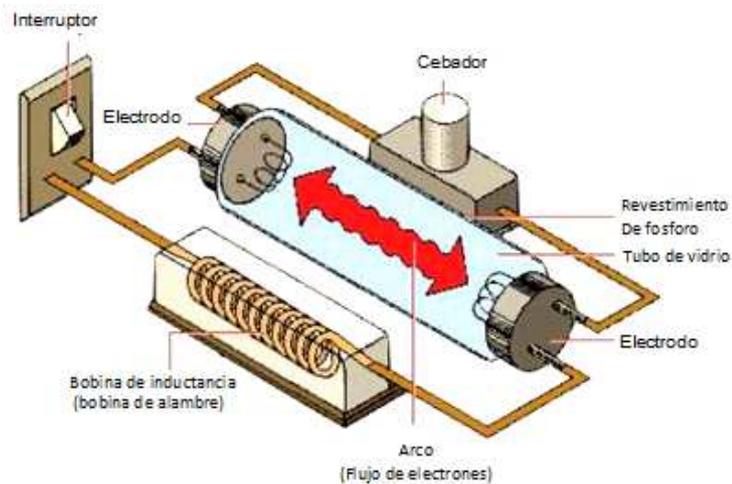
**Fuente:** Foto tomada por el investigador.

Con la evolución en la educación superior, y por la aceptación que tuvo la ULEAM fue necesario ir implementando más carreras y por lo consiguiente, la construcción de más edificios se hizo indispensable. Esto

es el resultado de que después de 29 años de haber sido fundada la Universidad ya cuenta con 42 edificios totales, divididos en administrativo, educativo y servicios. Abriendo sus puertas desde las 7am hasta las 10pm aumentado dos veces y medio más el uso de sus instalaciones desde su comienzo.

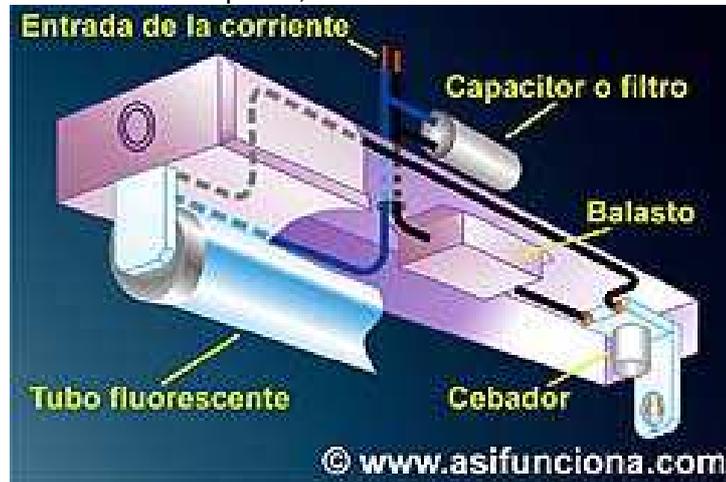
Todo esto ha llevado a buscar mejoras en el rendimiento del uso energético en todas sus edificaciones, desde las lámparas usadas en sus inicios que eran fluorescentes de 40w, con sistemas de arranque y balastro electromagnéticos usados en el 100% de sus edificaciones en la parte interna de las mismas, que posteriormente fueron reemplazados por lámparas de 32w con balastro rapidstarc.

**Ilustración No.19** Descripción gráfica de los componentes de una lámpara fluorescente con sistema de arranque balastro electromagnético, similar a las utilizadas en la ULEAM.



**Elaborado Por:** Autor.  
**Fuente:** (Huerta, 2012)

**Ilustración No.20** Descripción gráfica de los componentes de una lámpara fluorescente compacta, similar a las utilizadas en la ULEAM.



**Elaborado Por:** Autor.  
**Fuente:** (Huerta, 2012)

En la actualidad, el 100% de los edificios implantados en los predios universitarios están iluminados internamente por lámparas fluorescentes compactas de balastos tipo electrónicos y cuyos tubos tienen un diámetro menor a los antes mencionados. Además de estas luminarias se han incorporado focos ahorradores compactos; todos los sistemas mencionados son de vapor de mercurio (Departamento técnico, 2014).

En el periodo del 2002 al 2003 la Universidad llegó a pagar un total de energía anual de 125,020 kW/h y en el año 2013 tenemos un consumo de energía de 290,395 kW/h por año, lo que representa en valores económicos incluido impuestos de más de 19,000 usd en promedio cada mes (CNEL, 2014).

Este incremento de consumo de energía está plenamente justificado por el número de edificaciones, espacios lúdicos, recreativos y de servicios en los predios de la ULEAM, debido a la demanda de la población estudiantil; por lo que es evidente un número considerable de equipos eléctricos

existentes en la Universidad. Dado que a sus inicios la ULEAM contaba con una potencia total de 400KVA aproximadamente ahora contamos con una potencia total de 4145KVA (Unidad Eléctrica, 2014).

**Ilustración No.21** Esquema tomado de la campaña nacional de cambio los focos incandescentes por los focos ahorradores de vapor de mercurio.



**Elaborado Por:** Autor.  
**Fuente:** (El Diario, 2009)

## 6.2. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA.

Reducir el consumo de energía eléctrica mediante el cambio de las luminarias de vapor de mercurio por luminarias tipo LED en los interiores de los edificios académicos y administrativos para minimizar la huella de carbono de las actividades académicas en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

### **6.3. JUSTIFICACIÓN.**

En la actualidad uno de los problemas más grandes que existe, es el calentamiento global provocado por el mismo hombre, la gran cantidad de CO<sub>2</sub> que emanan las grandes empresas al medio ambiente, hacen debilitar cada vez más la capa de ozono lo que significa que la contaminación crece cada día.

Todas las instituciones de una u otra forma afectan al medio ambiente, en el caso de las Universidades contaminan por las grandes cantidades de CO<sub>2</sub> enviada a la atmósfera producidas por el consumo de energía eléctrica. Las infraestructuras y sus instalaciones tienen varios años de construcción, no se han actualizado con las nuevas tecnologías de mejor eficiencia de consumo de energía eléctrica, procedimientos que permiten ahorrar recursos económicos. Uno de los gastos más relevantes que tienen las Universidades es el pago de la planilla por el consumo de energía eléctrica.

El estudio realizado va encaminado a minimizar la huella de carbono provocada por el consumo de energía eléctrica de la Universidad. Con la implementación se ahorrará recursos monetarios sin dejar de brindar una buena iluminación. Está comprobado que el uso de las luminarias tipo LED brindan la misma iluminación que las luminarias de vapor de mercurio.

#### 6.4. RESUMEN DE LAS LUMINARIAS DE VAPOR DE MERCURIO Y CARACTERÍSTICAS.

**Tabla No.21** Tabulación total del número de luminarias tipo fluorescente existentes en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, y definición del tipo de Luminaria tipo LED de reemplazo.

LUMINARIAS TIPO FLUORESCENTE		
2X40	956	SE REMPLAZARAN POR TUBOS 2X16 WATT TIPO LED
3X40	76	
4X40	149	
2X32	1.191	
3X32	2.146	
<b>RESUMEN</b>	<b>4.518</b>	
3X17	45	SE REMPLAZARAN POR TUBOS 2X8 WATT TIPO LED
4X17	-	
2X17	5	
<b>RESUMEN</b>	<b>50</b>	

AHORRADORES		
AHOR 12W	102	SE REMPLAZARAN POR FOCOS 5 WATT TIPO LED
AHOR 22W	71	
<b>RESUMEN</b>	<b>173</b>	

**Elaborado Por:** Autor.

**Fuente:** Levantamiento de datos en las unidades académicas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Se han agrupado las luminarias tipo fluorescentes en 3 grupos, el primer grupo está compuesto por las luminarias de 2X40 (956 unidades), luminarias de 3X40 (76 unidades), luminarias de 4X40 (149 unidades), luminarias de 2X32 (1191 unidades) y luminarias de 3X32 (2146 unidades), teniendo un total de 4518 lámparas que serán reemplazadas por tubos de 2x16 watts tipo led.

El segundo grupo está conformado por las luminarias de 3X17 (45 unidades) y luminarias de 2X17 (5 unidades); estas 50 luminarias serán reemplazadas por tubos 2x8 watts tipo led.

Finalmente, para los lugares de menor iluminación, donde existen focos ahorradores de 12W (102 unidades) y focos ahorradores 22W (71 unidades), estas 71 unidades de focos serán reemplazados por focos de 5 watts tipo LED.

Todas las opciones de reemplazos fueron analizadas por el Departamento Eléctrico de la ULEAM en la parte técnica y resultados de funcionamiento, además, se comprobó su capacidad luminosa al momento del levantamiento de la información en las encuestas realizadas a los estudiantes y las mediciones en las aulas con las lámparas instaladas.

#### 6.5. PRECIOS UNITARIOS DE LOS SUMINISTROS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE LÁMPARA TIPO LED.

**Tabla No.22** Análisis de precios unitarios del suministro e instalación de tubos led para lámparas 2X32W.

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)</b>				
<b>PROYECTO:</b> PROYECTO DE TESIS (ING. JHON HORMAZA )				
<b>FECHA :</b> MAYO 2014				
<b>ITEM :</b> 1				
<b>RUBRO :</b> SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBOS LED PARA LAMPARAS 2X32w				
<b>UNIDAD :</b> PUNTO				
<b>ESPECIFICACIONES:</b> TUBO T8 LED 16W - 6000K (REEMPLAZO 2X40W-3X40W-2X32W-3X32W)				
<b>A.- MATERIALES</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Subtotal</b>
TUBOS LED 16W T8 LUZ BLANCA LEDEX	U	2,00	\$ 35,00	\$ 70,00
CABLES	GL	1,00	\$ 1,00	\$ 1,00
CINTA	GL	1,00	\$ 0,25	\$ 0,25
SOPORTE	U	2,00	\$ 0,30	\$ 0,60
				<b>\$ 71,85</b>
<b>B.- MAQUINARIA Y</b>		<b>Horas-</b>	<b>Costo Hora</b>	<b>Subtotal</b>

HERRAMIENTAS		Equipo		
HERRAMIENTAS MENORES		0,50	\$ 0,40	\$ 0,20
				<b>\$ 0,20</b>
C.- MANO DE OBRA	Categorías	Horas-Hombre	Costo Hora	Subtotal
MAESTRO ELECTRICISTA ESPECIALI IV	IV	0,25	\$ 3,38	\$ 0,85
ELECTRICISTA	III	0,25	\$ 3,05	\$ 0,76
AYUDANTE ELECTRICISTA	II	0,25	\$ 3,01	\$ 0,75
				<b>\$ 2,36</b>
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C)</b>				<b>\$ 74,41</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS 0 %</b>				<b>\$ 0,00</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$ 74,41</b>

**Elaborado Por:** Autor

**Fuente:** Precios del medio actual en la ciudad de Manta

**Tabla No.23** Análisis de precios unitarios del suministro e instalación de tubos led para lámparas 2x17w.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)				
<b>PROYECTO:</b> PROYECTO DE TESIS (ING. JHON HORMAZA )				
<b>FECHA :</b> MAYO 2014				
<b>ITEM :</b> 2				
<b>RUBRO :</b> SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBOS LED PARA LAMPARAS 2X17w				
<b>UNIDAD :</b> PUNTO				
<b>ESPECIFICACIONES:</b> TUBO T8 LED 8W - 6000K REPLAZO (3X17W-4X17W)				
A.- MATERIALES	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
TUBOS LED 8W T8 LUZ BLANCA LEDEX	U	2,00	\$ 28,00	\$ 56,00
CABLES	GL	1,00	\$ 1,00	\$ 1,00
CINTA	GL	1,00	\$ 0,25	\$ 0,25
SOPORTE	U	2,00	\$ 0,30	\$ 0,60
				<b>\$ 57,85</b>
B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS		Horas-Equipo	CostoxHora	Subtotal
HERRAMIENTAS MENORES		0,50	\$ 0,40	\$ 0,20
				<b>\$ 0,20</b>
C.- MANO DE OBRA	Categorías	Horas-Hombre	CostoxHora	Subtotal
MAESTRO ELECTRICISTA	IV	0,25	\$ 3,38	\$ 0,85

ESPECIALI IV				
ELECTRICISTA	III	0,25	\$ 3,05	\$ 0,76
AYUDANTE ELECTRICISTA	II	0,25	\$ 3,01	\$ 0,75
				<b>\$ 2,36</b>
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C)</b>				<b>\$ 60,41</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS 0 %</b>				<b>\$ 0,00</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$ 60,41</b>

**Elaborado Por:** Autor

**Fuente:** Precios del medio actual en la ciudad de Manta

**Tabla No.24** Análisis de precios unitarios (APU) del rubro suministro e instalación de foto led para reseton.

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)</b>				
<b>PROYECTO:</b> PROYECTO DE TESIS (ING. JHON HORMAZA )				
<b>FECHA :</b> MAYO 2014				
<b>ITEM :</b> 3,00				
<b>RUBRO :</b> SUMINISTRO E INSTALACION DE FOTO LED PARA RESETON				
<b>UNIDAD :</b> PUNTO				
<b>ESPECIFICACIONES:</b> FOCO A19 SMALL LED - 5W - 4000K      REPLAZA (FOCOS AHORRADORES DE 11W-15W-20W)				
<b>A.- MATERIALES</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Subtotal</b>
FOCO 5W LUZ BLANCA LEDEX	U	1,00	\$ 9,00	\$ 9,00
				<b>\$ 9,00</b>
<b>B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>		<b>Horas-Equipo</b>	<b>CostoxHora</b>	<b>Subtotal</b>
HERRAMIENTAS MENORES		0,50	\$ 0,40	\$ 0,20
				<b>\$ 0,20</b>
<b>C.- MANO DE OBRA</b>	<b>Categorías</b>	<b>Horas-Hombre</b>	<b>CostoxHora</b>	<b>Subtotal</b>
MAESTRO ELECTRICISTA ESPECIALI IV	IV	0,12	\$ 3,38	\$ 0,41
ELECTRICISTA	III	0,12	\$ 3,05	\$ 0,37
AYUDANTE ELECTRICISTA	II	0,12	\$ 3,01	\$ 0,36
				<b>\$ 1,13</b>
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C)</b>				<b>\$ 10,33</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS 0 %</b>				<b>\$ 0,00</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$ 10,33</b>

**Elaborado Por:** Autor

**Fuente:** Precios del medio actual en la ciudad de Manta

El costo unitario de los insumos para la instalación de una luminaria de 2x32W tipo LED es de 74,41 USD; el costo de una luminaria de 2x17W tipo LED es de 60,41 USD y el costo de cada foco LED es de 10,33 dólares; son los dos primeros los de mayor uso en las instalaciones universitarias.

#### 6.6. PRECIOS UNITARIOS DE MANO DE OBRA PARA LA INSTALACIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE LÁMPARA TIPO LED.

**Tabla No.25** Análisis de precios unitarios (APU) del rubro instalación de tubos led para la carcasa de lámparas 2x32w - 3x32w- 2x40w - 3x40w.

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)</b>				
<b>PROYECTO:</b> PROYECTO DE TESIS (ING. JHON HORMAZA )				
<b>FECHA :</b> MAYO 2014				
<b>ITEM :</b> 4,00				
<b>RUBRO :</b> INSTALACION DE TUBOS LED PARA LA CARCAZA DE LAMPARAS 2X32w - 3X32W- 2X40W - 3X40W				
<b>UNIDAD :</b>				
<b>ESPECIFICACIONES:</b> SE APLICA A LAMPARAS 2X16W TIPO LED - 2X 8W TIPO LED				
<b>Maquinarias y herramientas</b>		<b>Horas - Equipo</b>	<b>Costo x Hora</b>	<b>Subtotal</b>
HERRAMIENTAS MENORES		0,50	\$ 0,40	\$ 0,20
				<b>\$ 0,20</b>
<b>Mano de obra</b>	<b>Categoría</b>	<b>Horas – Hombre</b>	<b>Costo x Hora</b>	<b>Subtotal</b>
MAESTRO ELECTRICISTA ESPECIALI IV	IV	0,25	\$ 3,38	\$ 0,85
ELECTRICISTA	III	0,25	\$ 3,05	\$ 0,76
AYUDANTE ELECTRICISTA	II	0,25	\$ 3,01	\$ 0,75
				<b>\$ 2,36</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 2,56</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS 0 %</b>				<b>\$ 0,00</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$ 2,56</b>

**Elaborado Por:** Autor

**Fuente:** Precios del medio actual en la ciudad de Manta

Para instalar las lámparas LED de 2x32W y 2x17W se deben realizar modificaciones que están calculadas en 2,56 USD por cada lámpara. Este valor representa el costo de la mano de obra directa del personal especializado que debe ejecutar la operación respetando los parámetros de calidad impuestos por la normativa vigente del País.

**Tabla No.26** Análisis de precios unitarios (APU) del rubro instalación de foco led para reseton.

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)</b>				
<b>PROYECTO:</b> PROYECTO DE TESIS (ING. JHON HORMAZA )				
<b>FECHA :</b> MAYO 2014				
<b>ITEM :</b> 5,00				
<b>RUBRO : INSTALACION DE FOCO LED PARA RESETON</b>				
<b>UNIDAD :</b> PUNTO				
<b>ESPECIFICACIONES:</b>				
<b>Maquinarias y herramientas</b>		<b>Horas - Equipo</b>	<b>Costo x Hora</b>	<b>Subtotal</b>
HERRAMIENTAS MENORES		0,50	\$ 0,40	\$ 0,20
				<b>\$ 0,20</b>
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CATEG</b>	<b>HORAS-HOMBRE</b>	<b>COSTO x HORA</b>	<b>SUBTOTAL</b>
MAESTRO ELECTRICISTA ESPECIALI IV	IV	0,12	\$ 3,38	\$ 0,41
ELECTRICISTA	III	0,12	\$ 3,05	\$ 0,37
AYUDANTE ELECTRICISTA	II	0,12	\$ 3,01	\$ 0,36
				<b>\$ 1,13</b>
<b>COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)</b>				<b>\$ 1,33</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS 0 %</b>				<b>\$ 0,00</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>\$ 1,33</b>

**Elaborado Por:** Autor

**Fuente:** Precios del medio actual en la ciudad de Manta

La instalación de los focos tipo LED es de menor costo ya que las modificaciones son pocas, sin embargo, se debe tener en cuenta que el trabajo debe ser realizado por personal idóneo con amplio conocimiento de las labores eléctricas y las normas de seguridad vigentes.

**6.7. COSTO TOTAL PRESUPUESTADO PARA EL REEMPLAZO DE LAS LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO POR LÁMPARAS TIPO LED EN LAS INSTALACIONES ACADÉMICAS DE LA ULEAM.**

**Tabla No.27** Cálculo del costo total de los suministros y mano de obra de instalación del cambio de luminarias presupuestado para la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
<b>Suministro e instalación</b>			<b>\$ 340.991,97</b>
Tubos LED T8 de 2x16 WATT	4.518,00	\$ 74,41	\$ 336.184,38
Tubos LED T8 de 2x8 WATT	50,00	\$ 60,41	\$ 3.020,50
Tubos LED T8 de 2x5 WATT	173,00	\$ 10,33	\$ 1.787,09
<b>Mano de obra de instalación</b>			<b>\$ 11.924,17</b>
Tubos LED T8 de 2x16 WATT	4.518,00	\$ 2,56	\$ 11.566,08
Tubos LED T8 de 2x8 WATT	50,00	\$ 2,56	\$ 128,00
Tubos LED T8 de 2x5 WATT	173,00	\$ 1,33	\$ 230,09
<b>Suma total de suministros y mano de obra de instalación</b>			<b>\$ 352.916,14</b>

**Elaborado por:** Autor

**Fuente:** Precios del medio actual en la ciudad de Manta

El costo del cambio de las luminarias de vapor de mercurio de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” es de 352.916,14 USD. Está contemplado el valor de las luminarias, los suministros de instalación y la mano de obra de instalación.

Se utilizarán 4.518 luminarias con dos Tubos LED T8 de 2x16 WATT a un precio unitario de 74,41 dólares, sumando un costo en suministro de 340.182,38 USD; 50 luminarias con dos Tubos LED T8 de 2x8 WATT a un precio unitario de 60,41 dólares sumando un costo en suministro de

3.020,5 USD; y 173 focos LED de 5 WATT a un precio unitario de 10,33 dólares sumando un costo en suministro de 1787,09 USD. El costo total de los suministros es de 340.991,97 dólares.

El costo de mano de obra de la instalación de 4.518 unidades de luminarias LED T8 de 2x16 WATT es de 11.566,08 dólares, la instalación de 50 unidades de luminarias LED T8 de 2x8 WATT es de 128 dólares y el costo de mano de obra de la instalación de 173 unidades de focos LED 5 WATT es de 230,09 dólares; sumando un total de 11.924,17 dólares por concepto de mano de obra para la instalación y reemplazo de las lámparas tipo led en la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

#### 6.8. CRONOGRAMA DE TRABAJO PROPUESTO PARA EL CAMBIO DE LUMINARIAS DE VAPOR DE MERCURIO POR LUMINARIAS TIPO LED EN LA ULEAM.

**Tabla No.28** Cronograma de trabajo propuesto para el cambio de luminarias de vapor de mercurio por luminarias tipo led en la ULEAM.

	Meses								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Total de la inversión en los 3 grupos	<b>\$ 352.916,14</b>								
Grupo de trabajo 1	<b>\$ 112.933,16</b>								
Grupo de trabajo 2	<b>\$ 116.462,33</b>								
Grupo de trabajo 3	<b>\$ 123.520,65</b>								
<b>INVERSIÓN MENSUAL</b>	\$ 112.933,16			\$ 116.462,33			\$ 123.520,65		
<b>AVANCE PARCIAL EN %</b>	32%			33%			35%		
<b>INVERSIÓN ACUMULADA</b>	\$ 112.933,16			\$ 229.395,49			<b>\$ 352.916,14</b>		

<b>AVANCE ACUMULADO EN %</b>	<b>32%</b>	<b>65%</b>	<b>100%</b>
----------------------------------	------------	------------	-------------

**Elaborado por:** Autor

**Fuente:** Datos de unidades y precios del levantamiento de datos en el año 2013.

Para el proceso del cambio de luminarias se estima que se necesitarán unos 9 meses para terminar el trabajo en todas las edificaciones de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Para lograr un mejor control y manejo de personal se han establecido 3 grupos de trabajo de 3 meses cada uno, donde se movilizarán los materiales y personal necesarios para la labor, cuidando de que las interrupciones a clases por trabajo o ruido sean las menores posibles. El procedimiento o flujo de trabajo para cada edificio es diferente y estará dado por el criterio del encargado del grupo.

Los grupos de trabajo definidos son los siguientes:

**Grupo de trabajo 1:**

- FACULTAD CIENCIAS DE LA EDUCACION
- FACULTAD DE INGENIERIA
- EDIFICIO FACULTAD ARQUITECTURA
- EDIFICIO LABORATORIO DE RECURSOS HUMANOS
- EDIFICIO COLISEO EDMUNDO LAURITO
- EDIFICIO ASOCIACION DE TRABAJADORES Y EMPLEADOS
- EDIFICIO BIENESTAR UNIVERSITARIO
- EDIFICIO SECRETARIA GENERAL
- EDIFICIO FACULTAD DE JURISPRUDENCIA
- EDIFICIO ASOCIACION DE PROFESORES
- EDIFICIO SALA DE PROFESORES
- EDIFICIO FISIOTERAPIA
- EDIFICIO BIBLIOTECA

**Grupo de trabajo 2:**

- EDIFICIO FACULTAD HOTELERIA Y TURISMO
- EDIFICIO FACULTAD DE DESARROLLO Y SECRETARIADO EJECUTIVO
- EDIFICIO FACULTAD CIENCIAS DEL MAR
- EDIFICIO CIENCIAS DE LA SALUD
- EDIFICIO ALMACEN UNIVERSITARIO
- EDIFICIO AUDITORIA Y CONTABILIDAD
- EDIFICIO VICERECTORADO ADMINISTRATIVO
- DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO Y PRACTICAS
- AUDITORIUN ACADEMICO Y OFICINAS
- BIBLIOTECA GENERAL
- CIENCIAS MEDICAS
- ANFITEATRO I.C.M.
- CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN
- ENFERMERIA

**Grupo de trabajo 3:**

- IDIOMAS
- EDUCACION FISICA
- MECANICA NAVAL
- ADMINISTRACION
- PARANINFO ADMINISTRACION
- AUDITORIO
- COMERCIO EXTERIOR
- ECONOMIA
- ODONTOLOGIA
- INFORMATICA
- TRABAJO SOCIAL
- SERVICIOS DE ATENCION IESS

– AGROPECUARIA

Con el cronograma de trabajo se realizará la primera inversión de 112.933,16 usd en el primer trimestre, luego se realizará una inversión de 116.462,33 USD en el segundo trimestre y finalmente la última inversión será de 123.520,65 usd en el tercer trimestre. Al final del tercer trimestre se proyecta tener la iluminación interna de las edificaciones académicas y administrativas con lámparas de tipo LED.

**6.9. EVALUACIÓN FINANCIERA DEL CAMBIO DE LUMINARIAS DE VAPOR DE MERCURIO POR LUMINARIAS TIPO LED EN LA ULEAM.**

**Tabla No.29** Cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) en 5 años del cambio de luminarias de vapor de mercurio por luminarias tipo LED en la ULEAM.

	Valores	Conversión	Valores a la fecha inicial
Inversión	-352.916	$-352916 ( 1 + 0,08 ) ^ 0 =$	-352.916
Año 1	64.844	$64844 ( 1 + 0,08 ) ^{-1} =$	60.041
Año 2	68.086	$68086 ( 1 + 0,08 ) ^{-2} =$	58.373
Año 3	71.490	$71490 ( 1 + 0,08 ) ^{-3} =$	56.751
Año 4	75.065	$75065 ( 1 + 0,08 ) ^{-4} =$	55.175
Año 5	78.818	$78818 ( 1 + 0,08 ) ^{-5} =$	53.642
Año 6	82.759	$82759 ( 1 + 0,08 ) ^{-6} =$	52.152
Año 7	86.897	$86897 ( 1 + 0,08 ) ^{-7} =$	50.704
Año 8	91.242	$91242 ( 1 + 0,08 ) ^{-8} =$	49.295
Año 9	95.804	$95804 ( 1 + 0,08 ) ^{-9} =$	47.926
Año 10	100.594	$100594 ( 1 + 0,08 ) ^{-10} =$	46.594
		<b>VAN =&gt;</b>	<b>177.737</b>
		<b>TIR =&gt;</b>	<b>17%</b>

**Elaborado por:** Autor

**Fuente:** Cálculos de Matemáticas Financieras.

La inversión del cambio de las luminarias asciende a 352.916 dólares el año de instalación, esta inversión después de un año generará un ahorro

de 64.844 dólares anuales, tomando este valor como la ganancia del ejercicio se procedió a elaborar una tabla de flujos de fondos para calcular el tiempo donde se recupera la inversión.

Para el ejercicio se tomó una inflación del 5% que es un poco más del promedio de la tasa de inflación anual del Ecuador en los tres últimos años (INEC, 2014). Para la tasa de interés pasiva se determinó en 8% como referencia del costo de oportunidad de los valores invertidos.

La tasa interna de retorno (TIR) se calculó en 17% para 10 años, eso quiere decir que si la tasa de interés pasiva de 8% es el costo de oportunidad, al décimo año después de la inversión se habrán recuperado los valores iniciales y se habrá obtenido un poco más del costo de oportunidad, como lo refleja el VAN positivo de 177.737 dólares. Después del año 6 aproximadamente, los valores que se ahorren por el uso de dispositivos con mayor eficiencia en el consumo de energía eléctrica generarán un superávit que ayudará a la solvencia de la institución educativa.

Es importante tomar en cuenta que los fines del mejoramiento de la compatibilidad ambiental de las actividades académicas con la reducción de la huella de carbono son el principal objetivo del estudio, la evaluación financiera en este caso sólo nos reafirma la factibilidad y rentabilidad de la inversión, nos da un indicador que nos dice que los beneficios obtenidos por las buenas decisiones también pueden cubrir sus costos de inversión y se puede planificar para un futuro cercano con el fin de ser pioneros en las prácticas de mejoramiento medioambiental y reducción de los índices de impacto ambiental como es la huella de carbono.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- Aliaga , J. J. (2014). *Piziadas*. Recuperado el 11 de Marzo de 2014, de Modelos de iluminación: <http://piziadas.com/>
- Andrade, A., & Défaz, G. (2012). *Cálculo de la huella ecológica de le Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) - Edificio Matriz A y B, y la Unidad de Operaciones Norte de Saneamiento*. Quito: Tesis Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental: Universidad Central del Ecuador.
- Arceo, Á., Sololongó, J., Cuza, R., & Bosch, O. (2001). Impacto ambiental de las tecnologías de aprovechamiento energético de la biomasa. *Tecnología Química*(21(2)), 98-104.
- Assaf, L., Dutt, G., & Tanides, C. (2006). *Iluminación Eficiente*. Recuperado el 21 de Febrero de 2013, de Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina: <http://www.edutecne.utn.edu.ar/>
- Banco Mundial. (26 de Febrero de 2013). *Datos*. (G. d. Mundial, Productor) Recuperado el 28 de Febrero de 2013, de Consumo de energía eléctrica (kWh per cápita): <http://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.ELEC.KH.PC/countries/A5-EC-PE-CO?display=graph>
- Bermejo, R. (2008). *Un futuro sin petróleo: Colapsos y transformaciones económicas*. Madrid: Los Libros de la Catarata.
- Carachure, C. J., & Sandoval, G. A. (2011). *Análisis comparativo sobre iluminarias Led's contra vapor de sodio de alta presión y aditivos metálicos en alumbrado público*. Mexico, D. F.: Instituto Politécnico Nacional.
- Carballo, A., Villasante, S., & Zotes, Y. (2006). CONSUMO DE ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE EN GALICIA. *X JORNADAS DE ECONOMÍA CRÍTICA*. Galicia.

- CELEC (a). (2011). *Informe Anual 2011*. Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC), Unidad de negocio Hidropaute.
- CELEC (b). (2011). *Termoesmeraldas*. Recuperado el 28 de Febrero de 2013, de Corporación Eléctrica de Ecuador (CELEC): [www.celec.com.ec/termoesmeraldas](http://www.celec.com.ec/termoesmeraldas)
- Centro de Rec. Ambientales Lapurriketa. (s.f.). *La Energía*. Recuperado el 28 de Febrero de 2013, de Agencia Insular de la Energía de Tenerife: <http://www.agenergia.org>
- Cevallos, G. A., & Reina, V. S. (2013). *Determinacion de los niveles de iluminacion de diferentes tipos de faros e implementacion de un sistema automatizado en el automovil*. Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- CNEL. (2014). *Planillas de consumo eléctrico de las empresas eléctricas*. Manta: Corporación Nacional de Electricidad (CNEL).
- CONELEC. (2013). *Consumo de Energía Eléctrica Per Cápita: Cantidad promedio de energía eléctrica consumida por cada habitante*. Estadística Nacional, Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), Registro Administrativo del CONELEC, Quito.
- Departamento técnico. (10 de Enero de 2014). Archivo de los tipos de dispositivos eléctricos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. *Archivo*. Manta, Manabí, Ecuador: Departamento Técnico: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- EcoSearch. (1 de Febrero de 2009). Recuperado el 28 de Febrero de 2013, de <http://www.ecosearch.es>
- El Diario. (17 de Noviembre de 2009). El gobierno distribuirá gratuitamente focos ahorradores de energía. *El Diario Manabita*, pág. Destacadas.
- Engineer Mario. (2014). *Engineer Mario*. Recuperado el 14 de Marzo de 2014, de Iluminación Profesional: <http://engineermario.com/>
- Enríquez, O. (2013). *Aplicación de la metodología de Cálculo de la Huella de Carbono a la empresa Eléctrica Quito 2012*. Quito: Tesis

Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias Ambientales:  
Universidad Internacional SEK.

Espinoza, J. (21 de 10 de 2009). *Ilumiencia*. Recuperado el 20 de Enero de 2014, de Niveles de Ilumiencia:

<http://ipnesiatecamachalco.foroactivo.com/>

FAO. (2008). *Bosques y Energía: Cuestiones Claves*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Frinks, J. C. (7 de Noviembre de 2012). *Energía Térmica*. Recuperado el 28 de Febrero de 2013, de Energía Térmica:

<http://energiatermicagrupo13.blogspot.com/>

García, J. A. (Marzo de 2012). *ASÍ FUNCIONAN LAS LÁMPARAS FLUORESCENTES*. Recuperado el 4 de Febrero de 2014, de ¡Así funciona!: <http://www.asifunciona.com>

García, J., & Boix, O. (Septiembre de 1999). *EDISON*. Recuperado el 21 de Febrero de 2013, de Luminotecnia. Iluminación de interiores y exteriores: <http://edison.upc.edu>

Herrera, M. (2012). *La huella de carbono del programa Face de Forestación del Ecuador PROFAFOR S.A. y el camino hacia su neutralidad*. Quito: Tesis de Maestría en Gestión Ambiental, Facultad de Ciencias Ambientales: Universidad Internacional SEK.

Higuera, G. M. (2010). *Magnitud, flujo y luminosidad*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Huerta, J. A. (2012). *Descripción de lámparas fluorescentes y lámparas fluorescentes compactas*. Veracruz: Universidad Veracruzana: Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

Ilumined. (2014). *Iluminación Urbana*. Recuperado el 23 de Enero de 2014, de Iluminación LED: <http://www.iluminet.com/>

INEC. (2014). *Inflación Enero 2014*. Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

- IPCC. (2005). *La capacitación y el almacenamiento de dióxido de carbono*. Naciones Unidas: Bert Metz, Ogunlade Davidson, Heleen de Coninck, Manuela Loos, Leo Meyer.
- Legrand. (2007). *Guía de iluminación de emergencia*. Perú: Comisión Electrotécnica Internacional.
- Lescano, O. G., Galarza, C. R., & Rojas, F. C. (2013). *La inclusión social y educativa de la población con discapacidad visual*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.
- Meléndez, J. (17 de Noviembre de 2008). *Temas de Ecología*. Recuperado el 28 de Febrero de 2013, de Cuidando a la Naturaleza: <http://cuidandolanaturaleza.blogspot.es/>
- Ministerio del Ambiente. (2013). *Factor de emisión de CO2 del sistema nacional interconectado de Ecuador*. Quito: Ministerio del Ambiente (MAE), República del Ecuador.
- Morán, M., & Shapiro, H. (2004). *Fundamentos de termodinámica técnica*. Barcelona, España: Reverte.
- OIEA. (2008). *Indicadores energéticos del desarrollo sostenible: Directrices y Metodologías*. Departamento de asuntos económicos y sociales de las Naciones Unidas, Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA). Viena: Agencia Internacional de la Energía y Agencia Europea del Medio Ambiente.
- Parra, J. (2005). *Watios.com*. Recuperado el 15 de Febrero de 2014, de Electricidad Práctica: <http://barnasoft.com/>
- Pérez, A. (2010). *Ingeniería del medio ambiente*. Alicante, España: Editorial Club Universitario.
- Pérez, G. (2007). *Química 1. Un Enfoque Constructivista* (Primera ed., Vol. I). (E. Q. Duarte, Ed.) Atlacomulco, México: Pearson Educación de México S.A. de C.V.
- PNUMA, P. Q. (2005). *Evaluación mundial sobre el mercurio*. Ginebra: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

- Reglamento Orgánico Funcional de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ley No.10 publicada en el Registro Oficial No. 313 (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí 13 de Noviembre de 1985).
- Rius de Riepen, M., & Castro, M. (2002). *La Química Hacia la Conquista Del Sol* (Tercera ed.). México: Fondo de Cultura Económica.
- San Andrés, C. (12 de Noviembre de 2013). Historia de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. (J. Hormaza, Entrevistador)
- Santos, D. C., Moreta, V. A., Mora, C. J., & Demera, D. S. (2012). *Diseño, caalculo y construccion del sistema de iluminacion y climatizacion de la planta piloto de la carrera de Ingenieria Industrial dela facultad de Ciencias matematicas, fisicas y quimicas*. Portoviejo: Universidad Tecnica de Manabi.
- Schröder Group. (2014). *Schröder Group*. Recuperado el 17 de Marzo de 2014, de Alumbrado público: ¿Apagado o iluminación inteligente?: <http://www.schreder.com/>
- Senner, A. (1994). *Principios de Electronica*. (AKAL, Ed., C. B. Jauregui, & J. I. Elquezabal, Trads.) Barcelona, España: Reverte.
- SI. (2006). *Sistema Internacional de Unidades*. España: Oficina Internacional de Pesas y Medidas.
- Strata Worldwide. (2014). *Sistema de Depuración de CO2*. Recuperado el 29 de Enero de 2014, de Strata worldwide: <http://www.strataworldwide.com>
- Trashorras, J. (2013). *Configuración de instalaciones eléctricas*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- Unidad Eléctrica. (2014). *Planos eléctricos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí*. Manta: Departamento Técnico, Unidad Eléctrica: Universidad Eloy Alfaro de Manabí.
- Varilux especialista . (Febrero de 2012). *Molenberg Optical*. Recuperado el 29 de Febrero de 2014, de Anatomía del Ojo humano: <http://www.molenberg.com.ar/>

Velarde, V. E. (2009). *Conservacion preventiva de libros elaborados en pulpa de madera mecanica de la segunda mitad del siglo XIX*. Quito: Universidad Tecnologica Equinoccial.

## ANEXOS.

**Anexo No.1** Encuesta realizada a los estudiantes sobre la iluminación de las lámparas tipo LED.

### Encuesta realizada a estudiantes de la Facultad de Trabajo Social sobre el cambio de iluminación de lámparas fluorescentes a tecnología LED.

**Encuestador:** Jhon D. Hormaza Muñoz, Ing.

**Nº Muestra:**001

**Fecha:**

**Lugar:**

**Hora:**

1. ¿Conoce usted que la mala utilización de la energía eléctrica contribuye considerablemente al deterioro del medio ambiente? Explique brevemente.
  
2. ¿Estaría dispuesto a utilizar nuevos sistemas de iluminación más eficientes y con mejores resultados en iluminación con el fin de conservar el medio ambiente? Explique brevemente.
  
3. Nota usted la diferencia entre la iluminación del aula con iluminación LED y el aula contigua con iluminación fluorescente? Explique
  
4. Nota usted si la actual iluminación ha mejorado? Marque con una x
  - a) Mucho
  - b) Aceptable
  - c) Igual a la anterior
  - d) Peor que la anterior
  
5. Esta nueva iluminación LED le ayuda al desarrollo de las actividades en su aula de clases? Marque con una x
  - a) De gran ayuda
  - b) De poca ayuda
  - c) No ayuda