



**FACULTAD DE POSTGRADO**

**TESIS DE POSTGRADO**

ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO  
PÚBLICO AUTÓNOMO MEDIANTE PANELES SOLARES Y  
LÁMPARAS LED`S EN EL CAMPUS UNITEC DE  
TEGUCIGALPA

**SUSTENTADO POR:**

ALBA GEORGINA OSORIO  
MARLENE TERESA FLAMENCO

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE  
MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**TEGUCIGALPA, FRANCISCO MORAZAN, HONDURAS, C.A.**

**NOVIEMBRE, 2014**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA  
UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**LUIS ZELAYA MEDRANO**

**SECRETARIO GENERAL**

**JOSÉ LÉSTER LÓPEZ**

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

**MARLON BREVÉ REYES**

**DECANA DE LA FACULTAD DE POSTGRADO**

**DESIREE TEJADA CALVO**

**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA  
IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO  
PÚBLICO AUTÓNOMO MEDIANTE PANELES SOLARES Y  
LÁMPARAS LED`S EN EL CAMPUS UNITEC DE  
TEGUCIGALPA**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS  
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**ASESOR METODOLÓGICO**

JORGE AMADOR

**ASESOR TEMÁTICO**

DENNIS ALBERTO RIVERA  
JORGE ANTONIO CENTENO

**MIEMBROS DE LA TERNA:**

WENDY CHAVEZ  
MOISES STARKMAN



## FACULTAD DE POSTGRADO

### ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO AUTÓNOMO MEDIANTE PANELES SOLARES Y LÁMPARAS LED EN EL CAMPUS UNITEC DE TEGUCIGALPA

#### AUTORES:

**Alba Georgina Osorio Medina y Marlene Teresa Flamenco Cárcamo**

#### Resumen

La Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) en su Campus de Tegucigalpa, actualmente cuenta con alumbrado público en donde la energía es suministrada por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), debido a esto nace la idea de determinar si es factible invertir en un sistema alternativo mediante el cambio del alumbrado público existente por un sistema de alumbrado público autónomo con panel solar y lámparas LED. Utilizando un método de investigación cuantitativo, se ha analizado la dimensión técnica y financiera para la implementación de este tipo de tecnologías en la universidad. Realizando para este fin cálculos de la tasa interna de retorno, a través de los costos anuales por mantenimiento, costos por materiales, costos de inversión del sistema de alumbrado público autónomo, en donde los resultados reflejaron que el monto total a invertir por la universidad sería de Lps. 2, 210,159.77. y el retorno de dicha inversión se realizará a partir del cuarto año y quinto año en un 19% y 14% respectivamente, dependiendo si el funcionamiento del alumbrado público se realiza al 100% o en un 55.24%, por lo que se recomienda a la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) desde el punto de vista financiero, realizar la inversión en este tipo de tecnologías, ya que estas ayudan a disminuir los efectos de gases invernadero.

**Palabras claves:** Energía Renovable, Eficiencia Energética, Alumbrado Público, Iluminación.



## **STUDY OF FEASIBILITY FOR THE IMPLEMENTATION OF AN AUTO-SUFFICIENT PUBLIC ILLUMINATION SYSTEM WITH THE USE OF SOLAR PANELS AND LED LAMPS ON THE UNITEC CAMPUS IN TEGUCIGALPA.**

**AUTHORS:**

**Alba Georgina Osorio Medina and Marlene Teresa Flamenco Carcamo**

### **Abstract**

The Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) in its Tegucigalpa Campus is currently using Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) as its source of electrical power for all illumination of its public areas. Therefore an idea is born to determine the feasibility to convert all its public illumination systems to an alternate source by the use of auto-sufficient solar panels and LED lamps.

Through the method of investigation using calculation to quantify the financial and technical implications of the implementation for these type of systems on the university. With calculation on the return percentage rate, with annual cost of maintenance, price of materials, initial investment for the new system of public illumination, these results have yielded a total investment of 2,210,159.77 Lempiras. Where the return of such investment will mature by the fourth and fifth year with usage of 19% and 14% respectively, depending on the usage of the public lighting in a 100% or in a 55.24%, therefore this study suggests that by the implementation, both financially and to environmentally help reduce the Green house effect gases, that the Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) to invest in said technologies.

**Key Words:** Reusable Energy, Efficiency, Public Lighting, Illumination

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Quien me ha permitido ver la luz de cada día, ha puesto personas en mi camino que han dejado lecciones en mi vida, por bendecirme y permitirme cumplir con éxito la culminación de mi carrera, a nuestros padres, quienes siempre han apoyado en todo momento.

### **A MIS PADRES**

Por su inmenso amor y apoyo incondicional en cada ciclo de mi vida, por enseñarme a luchar para vencer obstáculos y lograr las metas con éxito.

### **A MI ESPOSO**

Por su amor y por creer en mi capacidad para lograr con éxito la culminación de mi carrera.

**ALBA GEORGINA OSORIO MEDINA**

## **DEDICATORIA**

### **A MI PADRE**

Porque gracias a él, hoy estoy redactando este escrito el cual representa el logro más importante en nuestras vidas y espero que mis hermanos también lo puedan realizar.

Gracias a ti por nunca haberme dado la espalda, todo lo contrario siempre me apoyaste y me hiciste llegar a la meta.

### **A MI MADRE**

Por nunca dejar de creer en mí, en las buenas y en las malas, por soñar a mi lado, por hacer realidad nuestros sueños el cual uno de esos es este logro que hoy lo disfrutemos juntas.

### **A AMBOS**

Les dedico mis éxitos logrados y los que obtendré, porque estoy segura que con mi preparación académica y los valores inculcados por ambos los podre obtener.

**MARLENE TERESA FLAMENCO CÁRCAMO**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

Por estar siempre a mi lado, por los momentos buenos y también los difíciles y por su infinito amor.

Porque siempre me ha dado la fortaleza y perseverancia para no desmayar, fe y coraje para alcanzar las metas en mi vida.

### **A MIS PADRES**

Por su inmenso amor y apoyo incondicional en cada ciclo de mi vida, por enseñarme a luchar para vencer obstáculos y lograr las metas con éxito, a mi madre en especial, porque a pesar de muchas dificultades hizo de mí y mis hermanos hombres y mujeres de bien.

### **A MI ESPOSO**

Quien me ha brindado su apoyo en todo momento durante mi trayectoria profesional, por su amor y apoyo incondicional en nuestra vida familiar. Por ser el mejor padre para mis hijos.

### **A MIS HIJOS**

Quienes me han brindado amor y comprensión en momentos difíciles y han compartido conmigo cada momento de su vida con alegrías y tristezas, por ser el motor de mi vida para salir adelante.

### **A MIS CATEDRÁTICOS**

Por los conocimientos y apoyo brindado en la trayectoria de mi carrera, por su asesoramiento útil y oportuno.

**ALBA GEORGINA OSORIO MEDINA**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

Por permitirme culminar la Carrera de Ingeniería en Producción Industrial la cual fue mi meta y gracias a él lo he logrado.

### **A MIS PADRES**

Por haberme apoyado desde el principio de mi carrera a cumplir mi meta, por nunca haberse dado por vencidos aun con mis tropiezos, por siempre estar presente dándome fuerzas y animo en este ciclo de mi vida el cual culmino con mucha alegría; gracias a ellos.

### **A MIS CATEDRATICOS**

Por darme el conocimiento y experiencias necesarias para poder guiarme y sobresalir en mi nueva vida laboral.

**Y, A TODOS ELLOS MIL GRACIAS...**

**MARLENE TERESA FLAMENCO CÁRCAMO**

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	5
1.5 JUSTIFICACIÓN .....	6
<b>CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
2.0 MACROENTORNO .....	8
2.1 EFICIENCIA Y AHORRO ENERGETICO EN ILUMINACION .....	10
2.2 ENERGIA RENOVABLE .....	11
2.3 ILUMINACION.....	16
2.4. ALUMBRADO PÚBLICO NACIONAL .....	21
2.4.1 MICROENTORNO (ALUMBRADO PUBLICO EN UNITEC) .....	22
2.5 ALUMBRADO PUBLICO CON PANELES SOLARES Y LAMPARAS LED..	23
2. BANCO DE BATERÍAS .....	26
3. LÁMPARA LED.....	27
4. DISPOSITIVOS DE CONTROL .....	28
5. ESTRUCTURA .....	29
<b>CAPITULO 3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>31</b>
3.1 ENFOQUE Y METODOS .....	31
3.2 OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES .....	31
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	32
3.3.1 POBLACIÓN .....	33
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	34
3.4.1 INSTRUMENTOS .....	34
3.5 PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
3.6 FUENTES DE INFORMACIÓN .....	38
3.6.1 FUENTES PRIMARIAS .....	38
3.6.2 FUENTES SECUNDARIAS .....	38
<b>CAPITULO 4 RESULTADOS Y ANALISIS .....</b>	<b>39</b>

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	39
4.2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO .....	43
4.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	44
4.3.1 CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN .....	44
4.3.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICION.....	45
4.4.2 IDENTIFICACIÓN DEL TIPO MANTENIMIENTO DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LA UNIVERSIDAD .....	51
4.4.3 CÁLCULO DEL COSTO POR MANTENIMIENTO EN ALUMBRADO PÚBLICO .....	53
4.4.4 CÁLCULO DE COSTOS POR MATERIALES .....	54
<b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>58</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	58
5.2 RECOMENDACIONES .....	59
<b>CAPÍTULO 6. APLICABILIDAD .....</b>	<b>60</b>
6.1 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO AUTÓNOMO MEDIANTE PANELES SOLARES Y LÁMPARAS LED`S EN EL CAMPUS UNITEC DE TEGUCIGALPA .....	60
6.2 INTRODUCCIÓN .....	60
6.3 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN .....	60
6.3.1 CÁLCULO DE COSTOS POR SISTEMA A IMPLEMENTAR .....	62
6.4 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....	66
6.5 PRESUPUESTO .....	67
6.5.1 COSTOS POR CONCEPTO DE ALUMBRADO PÚBLICO ACTUAL ....	67
6.5.2 COSTOS POR CONCEPTO DE ALUMBRADO PÚBLICO PROPUESTO .....	68
6.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA.....	69
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>74</b>
ANEXO 1 .....	75
ENCUESTA SOBRE SATISFACCIÓN DEL USO DEL ALUMBRADO PÚBLICO DEL CAMPUS TEGUCIGALPA, UNITEC .....	75
ANEXO 2.....	77
CUESTIONARIO PARA EL PERSONAL DE MANTENIMIENTO DE UNITEC, TEGUCIGALPA.....	77

ANEXO 3.....	<b>79</b>
TARIFAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	79
ANEXO 4.....	<b>81</b>
COTIZACIÓN DE LÁMPARAS LED.....	81
ANEXO 5.....	<b>82</b>
COTIZACIÓN DE PANEL SOLAR, CONTROLADOR Y BATERÍAS .....	82
ANEXO 6.....	<b>83</b>
COTIZACIÓN DE PANEL SOLAR, CONTROLADOR Y BATERÍAS .....	83
ANEXO 7.....	<b>84</b>
COTIZACIÓN DE MATERIALES A UTILIZAR .....	84
ANEXO 8.....	<b>85</b>
COTIZACIÓN DE PANEL SOLAR, CONTROLADOR Y BATERÍAS .....	85
ANEXO 9.....	<b>86</b>
COMPORTAMIENTO DEL PRECIO DE COMBUSTIBLE BUNKER .....	86
ANEXO 10.....	<b>87</b>
PLANO UNITEC.....	87

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MERCADO MUNDIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA POR REGIÓN.....	8
FIGURA 2. POTENCIA FOTOVOLTAICA INSTALADA EN EL MUNDO HASTA 2016.....	14
FIGURA 3. CARACTERÍSTICAS DE TIPOS DE ALUMBRADO EXISTENTES.....	17
FIGURA 4. APLICACIONES DE LOS PRINCIPALES TIPOS DE LÁMPARAS.....	20
FIGURA 5. ESTRUCTURA Y PANEL SOLAR.....	23
FIGURA 6. BATERÍA DE CICLO PROFUNDO A 12V.....	27
FIGURA 7. CONTROLADOR SOLAR.....	29
FIGURA 8. GABINETE PARA BATERÍA Y TIPO DE ESTRUCTURA.....	29
FIGURA 9. CALIFICACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO.....	45
FIGURA 10. PERCEPCIÓN DE USUARIOS SOBRE SI LA UNIVERSIDAD PROPORCIONA EL ADECUADO MANTENIMIENTO AL ALUMBRADO PÚBLICO EXISTENTE.....	46
FIGURA 11. PERCEPCIÓN SOBRE SI LA UNIVERSIDAD SUSTITUYE LAS LÁMPARAS DAÑADAS RÁPIDAMENTE.....	46
FIGURA 12. PERCEPCIÓN DE USUARIOS SOBRE EL TIEMPO DE SUSTITUCIÓN DE UNA LÁMPARA DAÑADA.....	47
FIGURA 13. OPINIÓN DE LOS USUARIOS, ACERCA SI LAS ÁREAS DE ESTACIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD CUENTAN CON LA SUFICIENTE ILUMINACIÓN.....	48
FIGURA 15. USUARIOS QUE ESTÁN DE ACUERDO CON EL CAMBIO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO.....	49
FIGURA 16. JUSTIFICACIÓN DE USUARIOS QUE ESTÁN DE ACUERDO CON EL CAMBIO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO.....	49
FIGURA 17. OCUPACIÓN DE USUARIOS ENCUESTADOS.....	50
FIGURA 18. GÉNERO DE USUARIOS ENCUESTADOS.....	50

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. SELECCIÓN DE LA MUESTRA .....	33
TABLA 2. CONSUMO DE ALUMBRADO PÚBLICO TRABAJANDO AL 100% EN MES DE 31 DÍAS .....	39
TABLA 3. CONSUMO DE ALUMBRADO PÚBLICO TRABAJANDO AL 100% EN MES DE 30 DÍAS .....	40
TABLA 4. CONSUMO DE ALUMBRADO PÚBLICO TRABAJANDO AL 100% EN UN MES DE 28 DÍAS .....	40
TABLA 5. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA GENERADO POR ALUMBRADO PÚBLICO EN UNITEC TRABAJANDO AL 100% .....	41
TABLA 6. CONSUMO EN ALUMBRADO PÚBLICO TRABAJANDO AL 55.24% EN MES DE 28 DÍAS .....	42
TABLA 7. CONSUMO EN ALUMBRADO PÚBLICO TRABAJANDO AL 55.24% EN MES DE 30 DÍAS .....	42
TABLA 8. CONSUMO EN ALUMBRADO PÚBLICO TRABAJANDO AL 55.24% EN MES DE 31 DÍAS .....	42
TABLA 9. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA GENERADO POR EL ALUMBRADO PÚBLICO EN UNITEC AL 55.24% .....	43
TABLA 10. TABULACIÓN DE CUESTIONARIO .....	52
TABLA 11. COSTOS DE MANTENIMIENTO ANUAL EN ALUMBRADO PÚBLICO.....	53
TABLA 12. COSTOS DE MANTENIMINETO ANUAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO PROPUESTO .....	54
TABLA 13. COSTO POR COMPRA DE MATERIALES AL AÑO EN ALUMBRADO PÚBLICO .....	54
TABLA 14. COSTO DEL SISTEMA PROPUESTO POR MATERIALES AL AÑO EN ALUMBRADO PÚBLICO .....	55
TABLA 15. PORCENTAJE PAGADO POR LA UNITEC EN RELACIÓN AL COBRO DE AJUSTE POR COMBUSTIBLE .....	56
TABLA 16. AHORRO POR VENTA DE MATERIALES DEJADOS DE USAR .....	57

TABLA 17. CANTIDAD DE LÁMPARAS UTILIZADAS PARA EL ALUMBRADO PÚBLICO EN UNITEC DE TEGUCIGALPA .....	62
TABLA 18. COSTO DEL SISTEMA COMPUESTO POR DOS LÁMPARAS .....	63
TABLA 19. COSTO DEL SISTEMA COMPUESTO POR UNA LÁMPARA .....	63
TABLA 20. COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO CON PANELES SOLARES Y LÁMPARAS LED'S .....	63
TABLA 21. CONSUMO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO PROPUESTO TRABAJANDO AL 100% EN MES DE 28 DÍAS .....	64
TABLA 22. CONSUMO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO PROPUESTO TRABAJANDO AL 100% EN MAS DE 30 DÍAS .....	64
TABLA 23. CONSUMO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO PROPUESTO TRABAJANDO AL 100% EN MES DE 31 DÍAS .....	65
TABLA 24. COSTOS ANUALES DE ALUMBRADO PÚBLICO TRABAJANDO AL 100% .....	67
TABLA 25. COSTOS ACTUALES EN ALUMBRADO PÚBLICO TRABAJANDO AL 55.24%.....	68
TABLA 26. COSTOS ANUALES DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO AUTÓNOMO .....	69
TABLA 27. AHORRO ANUAL DE COSTOS DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LEMPIRAS .....	70
TABLA 28. PRÉSTAMO BANCARIO .....	70
TABLA 29. TASA INTERNA DE RETORNO .....	71

# CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El presente documento de tesis detalla la realización de un estudio de factibilidad sobre un sistema de alumbrado público autónomo alimentado mediante paneles solares y lámparas LED'S en el Campus UNITEC de Tegucigalpa, con el propósito de descubrir la viabilidad del estudio y así mismo poder contribuir a disminuir la generación de gases de efecto invernadero, conllevando a reducir el alto consumo de energía eléctrica y a la vez ayudar a preservar el medio ambiente. La Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) de Tegucigalpa cuenta con 3 (tres) áreas de estacionamientos; El primero para visitas, el segundo para catedráticos y el tercero para estudiantes, el tendido de alumbrado público consta de 105 lámparas de mercurio alta presión, donde cada una tiene una potencia de 250 watts ubicadas en los diferentes estacionamientos, actualmente la energía eléctrica utilizada para el alumbrado público de la universidad, es suministrada por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).

Este tipo de sistemas prometen beneficios de ahorro energético, son de fácil y rápida instalación, proyectos realizados en otros países mencionan que la inversión en este tipo de tecnologías se recupera en un plazo aproximado de 5 años, dado que es una tecnología de larga durabilidad.

“El sistema de alumbrado público autónomo es propicio y está recomendado para implementarse en espacios públicos como parques, estacionamientos, avenidas, carreteras, aeropuertos, caminos, instituciones públicas y privadas entre otros.”(Méndez & Cuervo, 2007)

Para llevar a cabo el estudio se han obtenido datos numéricos de mucha importancia, como ser: el consumo mensual de energía eléctrica del Campus,

número y tipo de lámparas instaladas en los estacionamientos de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) en Tegucigalpa.

El tema de estudio fue elegido para ampliar el conocimiento sobre energías renovables, ya que estas están revolucionando el mundo debido a que son muy amigables con el medio ambiente y más baratas que la energía producida mediante combustibles derivados del petróleo, por lo cual UNITEC no puede mantenerse al margen de estos temas dado a su carácter académico y tecnológico, para aplicar nuevos conceptos de sostenibilidad energética, radiación solar, su transformación en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico, y en base a los resultados obtenidos del presente estudio poder aportar el conocimiento obtenido sobre energía solar a instituciones privadas o públicas que quieran conocer e implementar este tipo de sistemas.

## **1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

El consumo de energía eléctrica en la sociedad crece de forma considerable año tras año, este consumo trae amenazas al medioambiente, una de las muchas amenazas resulta de la utilización de los recursos terrestres, como ser la quema de combustibles fósiles, debido a esto es que se buscan nuevas alternativas para ayudar a disminuir el calentamiento global y la generación de gases de dióxido de carbono. El sistema de energía eléctrica actual, está basado en centrales de generación térmica, representando impactos negativos de suma importancia sobre las finanzas y el medioambiente. Con la implementación de energías renovables se podría contribuir no solo a la reducción de la factura petrolera y ahorro de divisas sino también a generar empleo. (AHPER, 2013)

Se estima que las actividades humanas como la tala de árboles y el uso de la tierra para cultivar ciertos productos agrícolas tienen un impacto en la cantidad de gases efecto invernadero en la atmósfera del planeta. (Bun-Ca, 2002)

La característica principal de las energías renovables es que son inagotables y amigables con el ambiente y se producen de forma continua.

Con el estudio de investigación se espera conocer la viabilidad de llevar a cabo la implementación de este tipo de sistema en los estacionamientos del Campus UNITEC de Tegucigalpa y garantizar el servicio de energía eléctrica ininterrumpidamente.

### **1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA**

En la actualidad nuestro medio ambiente está altamente contaminado, debido a la tala de árboles, generación del dióxido de carbono y otros entes contaminantes del aire. Es por ello que han surgidos las energías renovables para ayudar a disminuir la contaminación del aire y suelo en el planeta, ya que la generación de energía eléctrica por medio de combustibles fósiles tienen las características de generar dióxido de carbono y tener costos de producción mayores a los de energías renovables. Con las elevadas tarifas de carburantes que hay en la actualidad, se ve afectada directamente la capacidad económica de los entes económico-sociales del país, la cual conlleva crisis a las familias, empresas y a la actividad productiva en general. Motivo por el cual se buscan alternativas de ahorro económico, es aquí donde caben los estudios sobre energías renovables y posteriormente la implementación de las mismas, evitando con estas la emisión de gases que contaminan el medio ambiente por que la quema de carburantes fósiles, y también para ayudar a disminuir los daños a la salud de las personas como cáncer de piel, de pulmón, provocado por emisión de monóxido de carbono, daños auditivos por ruidos de las maquinarias, muerte en los animales por consumo de agua y vegetación contaminada, pérdida de vegetación por contaminación en la tierra, contaminación al aire y agua, y otros daños que son provocados por el uso de energía no renovable.

Una de las principales ventajas de la energía solar fotovoltaica es que “La electricidad proveniente del sol no requiere ningún tipo de combustión, y por lo

tanto no se producen emisiones de dióxido de carbono, que favorecen el efecto invernadero.”(Cayetano Espejo Marín, 2004)

Con este estudio se pretende obtener resultados favorables que permitan a la Universidad Tecnológica Centroamericana poder desarrollar el proyecto en las áreas de estacionamiento con un impacto técnico positivo para preservar las condiciones del entorno natural.

Una de las principales barreras para la implementación de energía renovable es el alto costo de la inversión inicial, y es por ello que surge el nuevo decreto No. 70-2007 “Ley de promoción a la generación de energía eléctrica con recursos renovables”, el cual tiene por objetivo principal promover la inversión pública y/o privada en proyectos de generación de energía eléctrica con recursos renovables, dicha ley exonera el pago de Impuesto Sobre Venta para todos aquellos equipos, materiales y servicios que estén destinados o relacionados directamente con la generación de energía eléctrica con recursos renovables. Este decreto viene a favorecer y contribuir a que se haga uso adecuado de los recursos renovables; otra variable que ha venido a incentivar los estudios del sistema de alumbrado público autónomo ha sido la reducción al precio de los equipos necesarios para su instalación, esto debido a la demanda y competencia entre distribuidores en los últimos años.

### 1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Debido a que la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) se ha caracterizado por promover nuevas tendencias en tecnologías, es por ello que se ha decidido realizar el estudio de pre factibilidad para implementar un sistema de alumbrado público autónomo mediante paneles solares y lámparas LED en el Campus de Tegucigalpa. Actualmente se ha podido identificar que UNITEC en su Campus de Tegucigalpa consume alrededor del 7% del total de su factura global de consumo en lo referente al alumbrado público, por lo que se busca una alternativa para lograr un ahorro de las mismas, al igual que se pretende que el

campus UNITEC Tegucigalpa sea una institución que colabore con la preservación del medio ambiente disminuyendo el consumo de energía eléctrica producida por combustibles fósiles, evitando así la contaminación en pequeña escala. El campus de UNITEC en Tegucigalpa cuenta con tres áreas de estacionamientos las cuales necesitan iluminación para brindar seguridad a los peatones y autos que circulan en horas nocturnas, pues actualmente su iluminación está conectada a la red de la Empresa de Energía Eléctrica ENEE, por lo cual se pretende encontrar alternativas que superen los impactos financieros y a la vez contribuir a la sostenibilidad ambiental.

### **1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

¿Qué factibilidad económica y técnica existe de instalar este tipo de alumbrado en el campus UNITEC Tegucigalpa?

¿Es significativo el impacto de la factura eléctrica en relación al consumo de kwh de UNITEC en el Campus de Tegucigalpa?

¿Cuál es la alternativa de generación/ahorro para la disminución de la factura eléctrica emitida por la ENEE?

## **1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar el impacto económico del consumo de energía eléctrica de UNITEC, y la viabilidad de incorporar sistema alternativo amigable con el medio ambiente mediante el cambio del alumbrado público existente alimentado con panel solar y lámparas LED'S en la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC).

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Diagnosticar el nivel de consumo de energía eléctrica que tiene el Campus UNITEC Tegucigalpa, en base al alumbrado público actual.
2. Identificar y realizar un inventario del sistema de alumbrado público con el cual cuenta actualmente el Campus UNITEC Tegucigalpa.
3. Realizar una comparación del sistema de alumbrado público actual con el sistema de alumbrado público autónomo mediante panel solar y lámpara LED.
4. Realizar un estudio de pre factibilidad para la implementación del sistema de alumbrado público autónomo mediante panel solar y lámpara LED en el Campus UNITEC Tegucigalpa.

### **1.5 JUSTIFICACIÓN**

El presente estudio de investigación tiene como objetivo proponer la reducción paulatina, del consumo de energía eléctrica en el campus de UNITEC en Tegucigalpa mediante la implementación del sistema de alumbrado público autónomo con paneles solares. El uso de energía renovable permitirá a UNITEC no depender completamente del único proveedor de energía eléctrica del país (ENEE).

El estudio está centrado en la colaboración con el medio ambiente y al ahorro de energía eléctrica en alumbrado público de los estacionamientos de la institución, pues la instalación de este tipo de sistemas está recomendada para este tipo de espacios.

El consumo de energía eléctrica mensual en UNITEC es variado pero siempre con montos muy elevados mostrando tener incrementos de 5% hasta un 10% mensual en los recibos de generación de energía eléctrica. Estas variaciones se deben a la fluctuación del precio del KWH al cual está sujeto UNITEC, debido a que la matriz

energética de producción en el país tiene un predominio de las centrales térmicas a base de combustibles contaminantes como el petróleo o carbón, estos cambios se ven reflejados en el costo de la energía eléctrica y sus derivados. El sistema de alumbrado público autónomo en el campus Unitec de Tegucigalpa trae consigo;

**Relevancia:** La relevancia de este estudio es de suma importancia debido a los beneficios que brinda en consumo energético (kwh) en cuanto a alumbrado público, al mismo tiempo que se consume energía limpia y ayuda a contribuir a proteger el medio ambiente.

**Viabilidad:** Existe un alto porcentaje de llevar a cabo la implementación del sistema de alumbrado público autónomo mediante panel solar y lámparas LED'S en el Campus Unitec de Tegucigalpa ya que es de fácil y rápida instalación y su inversión retorna a partir del cuarto año.

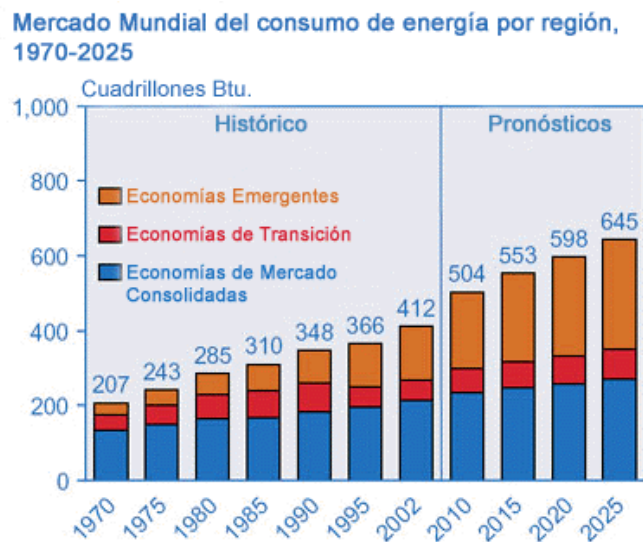
**Conveniencia:** Reducción en consumo energético, consumo de energía limpia, conocimiento de nueva tecnología en alumbrado público con energía renovable, ahorro en mantenimiento,

**Aplicabilidad:** Instalar el sistema compuesto por cuatro elementos (panel solar, lámpara LED, banco de baterías 12 volt y controlador de 120 Amp) es fácil y rápido y su mantenimiento es casi nulo, requiere de alta inversión, la que comienza a retornar al cuarto año.

## CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO

### MACROENTORNO

El consumo de energía eléctrica en el mundo se incrementará en 57% entre los años 2004 y 2030, a pesar de que se espera que el aumento del petróleo como el gas natural y el carbón sigan aumentando. De los tres combustibles fósiles mencionados, el petróleo continuará representando más del 30% de la matriz energética mundial, seguido por el carbón y el gas. (Ariela Ruiz Caro, 2007, p. 11)



**Figura1. Mercado Mundial del Consumo de Energía por Región**

Fuente: Energy Information Administration (EIA 2002)

Las tendencias indican que el consumo de energía por sector puede estar sometido al ritmo de desarrollo económico por región. A nivel mundial los sectores industrial y de transporte son los que experimentarán un crecimiento más rápido, del 2.1 % por año, los crecimientos más lentos se producirán en el ámbito residencial y comercial, con un promedio anual de 1.5% y 1.9% entre el 2002 y 2025. De acuerdo al Grafico 1.

Honduras cuenta con una capacidad instalada de generación de 1,624.67 MW y su composición energética es 52.55 % térmico, 37.34% hidroeléctrico, 3.95% biomasa, 6.15% eólico. (ENEE, 2014)

La empresa operadora estatal, Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), se mantiene en permanente déficit, el cual no ha podido superar por varios años. La ENEE con el respaldo del Gobierno de la República, dio inicio al cambio de la matriz eléctrica, en respuesta a constantes quejas de los consumidores debido a los ajustes por combustible en su factura, hecho que depende directamente de los precios internacionales del petróleo.(ENEE, 2014)

En Honduras no es una práctica común el ahorro energético, ya sea por cultura o por falta de información. El hecho es que aplicarlo, ayuda a la economía del país y al planeta. Por lo que el tema de eficiencia energética es muy importante a considerar al momento de hacer una investigación o estudio de campo, debido a que se debe considerar el uso de energías renovables para dejar de depender de combustibles fósiles que aumentan de precio y producen un efecto nocivo en el medio ambiente.

Honduras apunta a tener una matriz energética en las que predominen las fuentes renovables pero a no tener camino completamente despejado, la energía generada por fuerza hidráulica, viento, sol, geotérmica y biomasa se están abriendo paso pero con tropiezos. En el plan de nación para 2022, se establece que el 60% de la demanda nacional será abastecida con fuentes renovables. (AHPER, 2013)

Para los países de Centroamérica como Honduras, El Salvador, Guatemala, Nicaragua y Costa Rica el sistema de alumbrado público autónomo representa una alternativa económica, una forma de contribuir aunque sea en pequeña escala a dar mejor calidad de vida a los pobladores de zonas rurales. En el año 2011 Argentina instaló su primer sistema de alumbrado público autónomo con la utilización de paneles solares en la ciudad de General Mosconi, provincia de Salta,

esta zona tiene diferentes carencias de infraestructura urbana y es por ello que fue elegida para el proyecto, demostrando que el sistema es eficiente. (Fausto Ramírez, 2011)

Los sistemas de alumbrado público autónomo por medio de paneles solares en la actualidad han venido creciendo debido a la necesidad de iluminación en lugares donde no llegan líneas de transmisión de energía eléctrica, brindadas por las Empresas generadoras de Energía Eléctrica y al mismo tiempo para poder reducir el consumo de electricidad mediante combustibles fósiles.

## **2.1 EFICIENCIA Y AHORRO ENERGETICO EN ILUMINACION**

La eficiencia energética es el consumo inteligente de la energía. Las fuentes de energía son finitas, y por lo tanto, su correcta utilización se presenta como una necesidad del presente para disfrutar de ellas en un futuro.

Jesús Hernández (1998) dijo:

*La eficiencia energética es la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con mucha menos energía, con la misma o mayor calidad de vida, con menos contaminación, a un precio inferior al actual, alargando la vida de los recursos y con menos conflicto. (p. 4)*

La iluminación es una de las fuentes principales de ganancia de calor y desperdicio de energía. El calor y la energía excesiva pueden reducirse al implementarse un sistema de iluminación eficiente. Al momento de mejorar un sistema de iluminación se puede también mejorar la calidad de la misma incrementando el confort y la productividad de los ocupantes.

El ahorro de energía en iluminación puede lograrse por diferentes medios:

1. La sustitución de las lámparas existentes por alternativas más eficientes. Puede ahorrar hasta un 30% si se compara contra lámparas incandescentes.
2. Instalar luminarias con balastos electrónicos. Ahorros de hasta 25%.
3. Sensores de iluminación combinados con sensores de presencia. Ahorros de hasta 70%.

El control de la iluminación es una de las maneras más sencillas para ahorrar energía eléctrica. Hoy en día los controles de la iluminación contribuyen a que los edificios comerciales sean más cómodos, productivos y enérgicamente eficientes.

En la eficiencia de la iluminación influyen:

1. Eficiencia energética de los componentes (lámparas, luminarias, equipos auxiliares).
2. Uso de la instalación (régimen de utilización, utilización de sistemas de regulación y control, aprovechamiento de la luz natural).
3. Mantenimiento (limpieza, reposición de lámparas).

Las soluciones para el control de la iluminación pueden ahorrar hasta un 50% en el recibo de energía eléctrica, siempre y cuando se compare con una instalación tradicional. Los sistemas de iluminación inteligente son flexibles y diseñados para la comodidad de los usuarios. Las soluciones para cada usuario varían. Los más utilizados en la actualidad son los temporizadores o sensores de presencia, en el caso de la creación de edificios inteligentes.

## **2.2 ENERGIA RENOVABLE**

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que

contienen o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. (Coviello & Manilo, 2006)

## **2.2.1 TIPOS DE ENERGÍA RENOVABLE**

Entre las energías renovables se cuentan la eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz, la biomasa, y solar.

- **Energía Eólica**

La energía eólica es la energía obtenida de la fuerza del viento, generada por las corrientes de aire. Actualmente se utiliza para su transformación en energía eléctrica a través de la instalación de aerogeneradores o turbinas de viento en casas, edificios y universidades, otra de sus aplicaciones para la producción eléctrica, es la de los parques eólicos, siendo esta la más extendida y la que cuenta con un mayor crecimiento en la actualidad. (José Santamarta, 2004, p. 5)

- **Energía Geotérmica**

Este tipo de energía es la producida a través del aprovechamiento del calor del interior de la Tierra. En algunas zonas del planeta, cerca de la superficie, las aguas subterráneas pueden alcanzar temperaturas de ebullición, y por tanto sirven para accionar turbinas eléctricas o para calentar. (José Santamarta, 2004, p. 6)

- **Energía Hidroeléctrica**

Es el tipo de energía que se obtiene a través del aprovechamiento del agua de los ríos, corrientes de agua, saltos o mareas. El agua se recolecta en represas y luego se deja salir parte del agua almacenada, la cual genera movimiento de las turbinas de los generadores eléctricos. Este tipo de energía es la más importante y actualmente la más utilizada a nivel mundial, ya que representa el 19% de la producción total de energía, Canadá es el mayor productor, en segundo lugar Estados Unidos y luego Brasil.

- **Energía Mareomotriz**

La energía mareomotriz se obtiene por medio de los movimientos generados por las mareas, esta energía es aprovechada por turbinas, las cuales se mueven un alternador que produce la energía eléctrica y finalmente pasa a una central, la cual distribuye la energía.

En la actualidad se considera a Escocia como el líder mundial en este tipo de energía, pues cuenta con el 25% del potencial de energía mareomotriz de Europa.(Alejandro Vargas, 2013)

- Biomasa

La Biomasa se refiere a toda la materia orgánica que proviene de los árboles, plantas y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía; o las provenientes de la agricultura (residuos de maíz, café, arroz). Esta es la fuente de energía renovable más antigua conocida por el ser humano. El aprovechamiento de la energía de la biomasa se hace directamente por combustión o por transformación en otras sustancias que pueden ser aprovechadas más tarde como combustibles o alimentos.(José Santamarta, 2004, p. 7)

- Energía Solar

La energía solar es el tipo de energía producida por la luz solar. Este tipo de energía es abalada como fuente de combustible inagotable libre de contaminación y ruidos. Sin embargo la energía solar no funciona por las noches si no cuenta con aparatos de almacenamiento como una batería y, cuando hay nubes, esta tecnología no es muy fiable durante el día. De acuerdo a estudios realizados el uso de la energía solar ha aumentado en 20% anual durante los últimos 15 años, esto gracias a la baja de los precios y a las ganancias en eficiencia. Japón, Alemania y Estados Unidos son los principales mercados de las células solares. (José Santamarta, 2004, p. 2)

Existen dos tipos de Energía Solar:

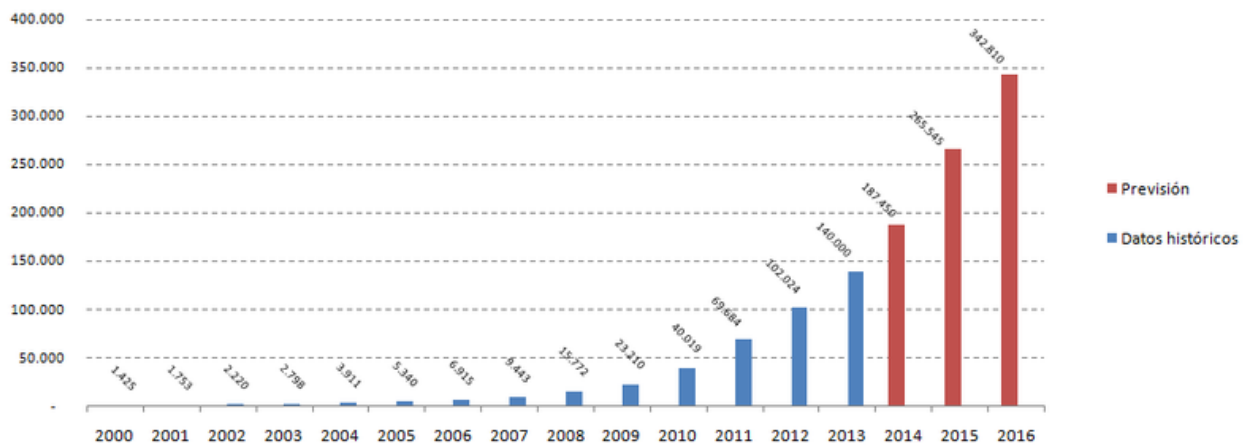
1. Térmica: es el tipo de energía que se utiliza para producir calor. Esta puede aprovecharse para cocinar alimentos o para la producción de agua caliente

destinada al consumo doméstico o empresarial, ya sea agua caliente sanitaria, calefacción o energía eléctrica.

2. Fotovoltaica: este tipo de energía convierte la energía solar en energía eléctrica mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica.

A finales del 2013, se habían instalado en el mundo cerca de 140 GW de potencia fotovoltaica, convirtiendo así a la energía fotovoltaica en la tercera fuente de energía renovable más importante en términos de capacidad instalada a nivel global después de la energía hidroeléctrica y eólica.

Debido a lo descrito anteriormente, se ha elegido que el tipo de energía a utilizar para realizar el estudio será la energía solar fotovoltaica. En el gráfico 2 se muestra la tendencia que ha obtenido y tendrá la energía solar fotovoltaica a nivel mundial desde el año 2000 al 2016.



**Figura2. Potencia Fotovoltaica instalada en el mundo hasta 2016**

Fuente: (Photovoltaics Power Up, 2009)

La energía solar fotovoltaica a finales de los años 1970 se utilizaba para alimentar aparatos autónomos, para abastecer refugios o casa aisladas de la red eléctrica. Dentro de este tipo de energía, se distinguen dos tipos de aplicaciones: los sistemas aislados y los sistemas conectados a la red. Los sistemas aislados son

los que requieren del uso de una batería para el almacenamiento de energía. En la actualidad existen baterías de alta calidad y con una vida útil de más de 15 años. Los usos comunes de los sistemas aislados son en telecomunicaciones, supervisión remota, alumbrado público, abastecimiento de electricidad en comunidades rurales, calculadoras, relojes, satélites espaciales. Los sistemas conectados a la red se utilizan para abastecer las cargas durante la noche o en días de baja insolación o cuando el arreglo fotovoltaico es incapaz de satisfacer la demanda por sí solo. Son comúnmente utilizados en ciudades y centros urbanos, uso residencial, comercial e industrial. (José Santamarta, 2004, p. 37)

En Honduras la Secretaria de Recursos Naturales (SERNA), se ha convertido en la primera entidad gubernamental en implementar un sistema energía solar fotovoltaica, compuesto por 78 paneles conectados a la red.

Con la entrada en vigencia de la Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables, se han abierto puertas a la generación de energía solar, pues los empresarios están dispuestos a invertir en este tipo de energía por los beneficios obtenidos en esta Ley. La Empresa Nacional de Energía Eléctrica en el mes de Marzo de 2014 firmó alrededor de 30 contratos de energía solar fotovoltaica para la generación de unos 300 megavatios.

Solar Energy International menciona algunas de las desventajas que presenta la energía solar fotovoltaica cuando se compara con sistemas de energía convencionales, como ser:

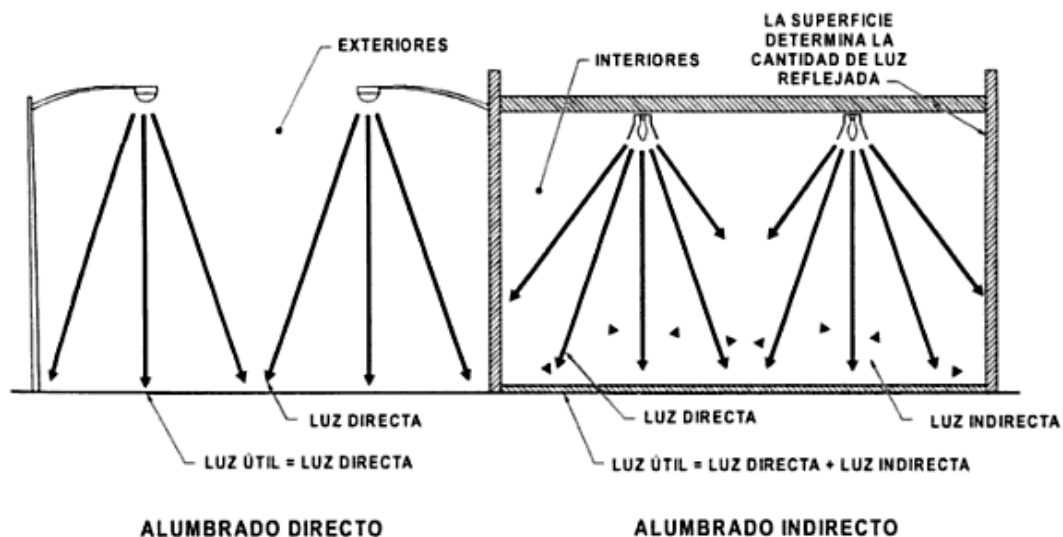
- Elevado costo inicial de instalación, el cual al compararlo con la generación con fuente de combustibles el costo inicial del sistema fotovoltaico decrece y el convencional se incrementa.
- El estado del tiempo puede afectar, debido a de la variabilidad de la radiación solar con la que se dispone.
- El almacenamiento de energía en baterías incrementa el costo, tamaño y complejidad del sistema fotovoltaico.

## 2.3 ILUMINACION

La iluminación juega un papel fundamental en el desarrollo de las actuales actividades sociales, comerciales e industriales. La tecnología ha evolucionado a sistemas de alumbrado capaces de adaptarse a las exigencias actuales y que, a su vez, son más eficientes energéticamente.

El nivel de iluminación o luminosidad, es la cantidad total de luxes luminosos incidentes en una superficie, por unidad de área. El Lumen es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso. (Javier Moraga Gómez, 2009, p. 9)

La luz que incide sobre una superficie puede ser directa o indirecta. La luz directa es aquella que viaja directamente de la lámpara a la superficie por iluminar. La luz indirecta es aquella que es reflejada de uno o más objetos a la superficie que va a ser iluminada. Para el alumbrado público se considera la luz directa. (Enríquez Harper, 2007, p. 25) En la ilustración 1, se muestra la diferencia que hay entre el alumbrado directo e indirecto.



**Figura 3. Características de Tipos de Alumbrado Existentes.**

Fuente: (Enríquez Harper, 2007, p. 8)

### **2.3.1 NIVELES DE ILUMINACIÓN RECOMENDADOS**

Tomando en cuenta que el propósito general del alumbrado artificial, es permitir que los objetos puedan ser vistos, y dado que las cosas que se ven por la luz que es reflejada por ellos en el interior del ojo humano, en una instalación de alumbrado público efectiva es necesario que el número y arreglo de las unidades de iluminación permita ver más fácilmente aquellas cosas que se desean ver. (Enríquez Harper, 2007, p. 7)

Para obtener una instalación de alumbrado público satisfactoria, se tiene que considerar los siguientes requerimientos:

1. Suficiente luz y de una densidad que no varíe sobre todas las superficies principales.
2. Luz de un color y adecuada al propósito para el cual va a ser usada.
3. Libre de deslumbramiento y de reflexiones.
4. Un alumbrado circundante que ilumine todo lo que le rodea.
5. Un sistema que sea simple, confiable y fácil de mantener, y cuyos costos iniciales y de mantenimiento sean apropiados.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se ha logrado identificar que la cantidad de lúmenes necesarios para el alumbrado público existente en la universidad es alrededor de 4,200 lúmenes, este valor depende la altura del poste donde se encuentra la lámpara y el área que se quiere iluminar. Al momento de utilizar lámparas LED para iluminar vialidades y luminarias en exteriores, avenidas, calles, estacionamientos grandes, estas podrían representar un ahorro más de

50% y hasta 80% de energía. Con una vida útil de 50,000 horas lo cual es todavía más larga que las antiguas lámparas.

### **2.3.2 TIPOS DE LUMINARIAS PARA ALUMBRADO PÚBLICO**

Actualmente en el alumbrado artificial se emplean casi con exclusividad las lámparas eléctricas. Existen distintos tipos de fuentes de luz, la elección de un tipo u otro depende de las necesidades concretas de cada aplicación.

Las luminarias son los equipos de alumbrado que reparten, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas. (Dirección General de Industria y minas, 2006, p. 21)

En la actualidad existen cuatro tipos de luminarias o lámparas utilizadas para el alumbrado público:

#### **1. LÁMPARAS INCANDESCENTES**

##### **Lámparas incandescentes no halógenas**

Las lámparas incandescentes son las más utilizadas principalmente en el sector doméstico debido a su bajo coste, su versatilidad y su simplicidad de uso. Su funcionamiento se basa en hacer pasar una corriente eléctrica por un filamento de wolframio hasta que alcanza una temperatura tan elevada que emite radiaciones visibles por el ojo humano. (Dirección General de Industria y minas, 2006, p. 16)

Se estima que una lámpara incandescente operando a su voltaje nominal tiene una vida media de alrededor de 1000 horas, se fabrican en rangos de 25 hasta 1000 watts.

##### **Lámparas incandescentes halógenas**

La incandescencia halógena mejora la vida y la eficacia de las lámparas incandescentes, aunque su coste es mayor y su uso más delicado. Incorporan un gas halógeno para evitar que se evapore el wolframio del filamento y se deposite

en la ampolla disminuyendo el flujo útil como ocurre en las incandescentes estándar. (Dirección General de Industria y minas, 2006, p. 17)

- **Ventajas de las Lámparas Incandescentes**
  - Encendido inmediato sin requerir aparatos auxiliares, ocupan poco espacio y su costo es bajo
  - No tienen ninguna limitación para la posición de funcionamiento.
  
- **Desventajas de las Lámparas Incandescentes**
  - Baja eficiencia luminosa, costo de operación relativamente alto, elevada producción de calor, elevada brillante, vida media limitada.

## **2. LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO**

En estas lámparas se origina la descarga eléctrica en un tubo de vapor de sodio a baja presión produciéndose una radiación prácticamente monocromática. Actualmente son las lámparas más eficaces del mercado, es decir, las de menor consumo eléctrico; sin embargo, su uso está limitado a aplicaciones en las que el color de la luz (amarillento en este caso) no sea relevante como son autopistas, túneles, áreas industriales. Además, su elevado tamaño para grandes potencias implica utilizar luminarias excesivamente grandes. (Dirección General de Industria y minas, 2006, p. 17)

## **3. LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO**

Son lámparas de gran potencia, emiten mayor flujo luminoso que las de vapor de sodio. Por su forma se suelen emplear en iluminación de grandes áreas (calles, naves industriales).(Dirección General de Industria y minas, 2006, p. 17)

La lámpara de vapor de mercurio es una lámpara de descarga que utiliza mercurio en un estado excitado para producir luz. Consiste en un arco eléctrico rodeado de vapor de

mercurio en el interior del bulbo; la luz que produce es ligeramente azulada. Los bulbos revestidos son los que permiten una mejor interpretación del color que las lámparas de sodio.

#### 4. TECNOLOGÍA LED

Los Diodos Emisores de Luz (LED: Lighting Emitting Diode) están basados en semiconductores que transforman directamente la corriente eléctrica en luz. No poseen filamento, por lo que tienen una elevada vida (hasta 50.000 horas) y son muy resistentes a los golpes. Además, son un 80 % más eficiente que las lámparas incandescentes. Por estas razones están empezando a sustituir a las bombillas incandescentes y a las lámparas de bajo consumo en un gran número de aplicaciones, como señalización luminosa, iluminación decorativa, etc. (Dirección General de Industria y minas, 2006, p. 17)

La siguiente tabla muestra los principales tipos de lámparas empleados en cada una de las aplicaciones:

	Incand. Estándar	Halógena	Fluorescente Tubular	Fluorescente Compacta	Mercurio Alta Presión	Halogenuro	Sodio Alta Presión	Sodio Baja Presión	Halogenuro Metálico Cerámico	Inducción	Sodio Blanco
Oficinas			X	X		X			X	X	X
Tiendas (general)	X	X	X	X		X			X	X	X
Tiendas (exposición)	X	X	X	X		X			X	X	X
Deportes (interiores)			X			X			X		
Industrial			X		X	X	X		X		
Doméstico (seguridad)	X			X							
Industrial (seguridad)			X					X			X
Deportes						X	X		X		
Grandes Áreas		X			X	X	X		X		
Doméstico	X	X	X	X							
Alumbrado Público					X		X	X	X	X	X

**Figura4. Aplicaciones de los principales tipos de Lámparas**

Fuente: (Dirección General de Industria y minas, 2006, p. 17)

Para efectos del presente estudio, se está analizando la pre factibilidad de poder implementar este tipo de lámparas, ya que se ha demostrado que tienen una vida útil y una eficiencia mayor comparada con las demás.

## **2.4. ALUMBRADO PÚBLICO NACIONAL**

El alumbrado público tiene como requerimiento fundamental, proporcionar suficiente luz para el desarrollo de tareas visuales, para permitir a las personas desarrollar estas tareas en forma eficiente y precisa, creando así un ambiente confortable, con un mínimo de fatiga y esfuerzo para los ojos. (Enríquez Harper, 2007, p. 1)

La empresa encargada de brindar el servicio de alumbrado público en Honduras es la Empresa Nacional De Energía Eléctrica (ENEE) y utiliza luminarias de presión a vapor de Sodio y Mercurio con diferentes potencias.

El nivel de luminosidad de las lámparas depende de la zona que será provista de iluminación de la manera siguiente: El nivel mínimo de iluminación en vías públicas debe ser de 0.8 lúmenes promedio para calles vehiculares y 0.5 lúmenes promedio mantenidos en la calles peatonales. (Enriquez Harper, 2007, p. 5)

Las funciones básicas de las Instalaciones de Alumbrado Público son:

1. Permitir la Visibilidad Nocturna en las Zonas previstas.
2. Salvaguardar, facilitar y mejorar tanto el tráfico de vehículos como el de peatones, con el fin de resguardar a las personas y los bienes.
3. Contribuir a la estética de las calles, plazas, edificios, bulevares etc.

Al Alumbrado Público se le pide algo más que cumplir con las funciones antes enumeradas, por lo tanto se aconseja una buena elección en el tipo de lámparas a utilizar y soluciones técnicas para el tipo de encendido.

La elección del tipo de lámpara es fundamental para lograr una buena eficiencia lumínica: en general, todas las lámparas modernas consumen menos energía.

#### **2.4.1 MICROENTERNO**

##### **ALUMBRADO PÚBLICO EN UNITEC**

UNITEC es una universidad privada de educación superior y que fue fundada en el año de 1987 con el propósito de convertirse en una alternativa para la formación universitaria, tanto por su innovadora oferta académica como su propuesta y modelo educativo. Fue la primera universidad privada de Honduras en ofrecer educación a distancia, a partir de 1995.

Actualmente cuenta con seis campus ubicados en las ciudades más importantes del país, tres en Tegucigalpa, dos en San Pedro Sula y uno en la Ceiba, los que conforman el sistema UNITEC y CEUTEC, representando una población de más de 20 mil estudiantes. (UNITEC)

UNITEC se distingue de otras universidades del país por ser un campus moderno, de vanguardia con uso intensivo de tecnología. Todas sus aulas están equipadas con recursos tecnológicos y multimedia para el desarrollo de un aprendizaje efectivo. (UNITEC)

En el transcurso de los últimos años la universidad ha realizado inversiones para promover lo que son las energías renovables en el país, de donde ha surgido el Certificado de Especialista en Energías Renovables y Eficiencia Energética y de este certificado han empezado a crear la Maestría con el mismo nombre. Para la implementación de este certificado la universidad obtuvo programas pilotos de energía renovables como ser energía solar, energía eólica y un generador con biodiesel.

El sistema de alumbrado público es parte de la carga eléctrica de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), esta carga eléctrica representa alrededor de un 5% a 10% de la factura mensual que emite la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) a la universidad.

Actualmente la universidad consta con un alumbrado público compuesto de 105 lámparas de las cuales 62 lámparas están en uso diario y 33 permanecen apagadas y se utilizan conforme a la demanda que se requiera, es decir para eventos, graduaciones, y 10 en mal estado. Los tipos de lámparas que utiliza la universidad son 99 lámparas de vapor de sodio con una potencia de 250 watts y 6 lámparas incandescentes especiales de 400 watts.

## **2.5 ALUMBRADO PUBLICO CON PANELES SOLARES Y LAMPARAS LED**

Las lámparas solares, también conocidas como: luminarias solares, Faroles solares, reflectores solares, postes solares; utilizan la energía solar fotovoltaica para proveer una fuente de energía limpia, gratuita, disponible en el sitio, para sistemas de alumbrado público, que con el adecuado, mantenimiento y diseño correcto proveen iluminación confiable y gratuita por muchos años.(Truman Pineda, Harling Duarte, & Gery Matute, 2012, p. 60).

### **Ilustración 5. Alumbrado Público con Panel Solar**



**Figura5. Estructura y Panel Solar**

Fuente: Solar Energy International

Los componentes de este sistema son:

1. Panel solar
2. Banco de Baterías
3. Lámpara LED
4. Dispositivos de control
5. Estructura

## **2.5.1 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO CON PANELES SOLARES**

### **1. Panel solar**

Los paneles o módulos fotovoltaicos (llamados comúnmente paneles solares, aunque esta denominación abarca otros dispositivos) están formados por un conjunto de celdas (células fotovoltaicas) que producen electricidad a partir de la luz solar que incide sobre ellos (electricidad solar). (Herman Fernández, Abelardo Martínez, & Víctor Guzmán, 2008, pp. 157-162)

El parámetro estandarizado para clasificar su potencia se denomina potencia pico, y corresponde con la potencia máxima que el módulo puede entregar bajo condiciones estandarizadas, que son:

1. Radiación de 1000 W/m<sup>2</sup>
2. Temperatura de célula de 25 °C.

Las placas fotovoltaicas se dividen en:

#### **1) Cristalinas**

1. Mono cristalinas: se componen de secciones de un único cristal de silicio (reconocibles por su forma circular u octogonal, donde los 4 lados cortos, si se observa, se aprecia que son curvos, debido a que es una célula circular recortada).
2. Poli cristalinas: cuando están formadas por pequeñas partículas cristalizadas.

2) Amorfas: cuando el silicio no se ha cristalizado. Su efe y coste.

Los parámetros eléctricos que caracterizan a los módulos fotovoltaicos se describen a continuación:

1. Isc ó Corriente de Cortocircuito

Es la intensidad máxima de la corriente que se obtiene de un módulo fotovoltaico bajo determinadas condiciones. Corresponde al valor de la corriente obtenido por medio de un choque entre los bornes del módulo fotovoltaico, esto provoca un corto circuito en el módulo fotovoltaico. (Krenzinger & Prieb, 2005, p. 20)

2. Voc ó Voltaje a circuito abierto

“Es el voltaje máximo que se registra en un módulo fotovoltaico sin permitir que pase corriente alguna entre los bornes del módulo fotovoltaico.”(Krenzinger & Prieb, 2005, p. 20)

3. Punto de máxima potencia ( $P_{max}$ )

Una placa o célula solar puede operar en un amplio rango de voltajes e intensidades de corriente. Esto puede lograrse variando la resistencia de la carga, en el circuito eléctrico, por una parte, y por la otra variando la impedancia de la célula desde el valor cero (valor de cortocircuito) a valores muy altos (circuito abierto) y se puede determinar el punto de potencia máxima teórica, es decir, el punto que maximiza V (voltaje) y tiempo frente a I (corriente), o lo que es lo mismo, la carga para la cual la célula puede entregar la máxima potencia eléctrica para un determinado nivel de radiación. (Krenzinger & Prieb, 2005, p. 22)

4. Etiqueta de Especificaciones

“La etiqueta de especificaciones se encuentra en el lado posterior del módulo. Todos los módulos son clasificados bajo condiciones de prueba standard, esto permite comparar valores.”(Solar Energy International, 2007, p. 58)

## **2. Banco de Baterías**

“El banco de baterías de un sistema de alumbrado público solar se encarga de proporcionar la energía eléctrica durante las horas de operación nocturna que tenga la luminaria.”(Solar Energy International, 2007, p. 64)

Un aspecto importante a determinar para cualquier banco de baterías, es el tamaño del mismo, es decir, la cantidad de energía que este puede almacenar, cuanto más energía se requiera almacenar, de mayor tamaño será el banco de baterías, a menor cantidad de energía a almacenar menor será el tamaño del banco.

De acuerdo a Solar Energy International los tipos de baterías comúnmente utilizados en sistemas fotovoltaicos, son los siguientes:

1. Baterías de Plomo Acido:
  1. De líquido ventilada (vaso abierto)
  2. Selladas (plomo acido de válvula regulada)
2. Baterías Alcalinas
  1. Níquel Cadmio
  2. Níquel Hierro

Para la instalación de un sistema de fotovoltaico autónomo un diseñador debe considerar las siguientes variables:

1. Días de autonomía
2. Capacidad de las baterías
3. Profundidad y régimen de descarga
4. Esperanza de vida útil
5. Condiciones ambientales

6. Precio y garantía
7. Calendario de mantenimiento (Solar Energy International, 2007, p. 66)

Las baterías que se utilizan para este sistema de almacenaje son de ciclo profundo. Una batería de ciclo profundo es diseñada para proveer una cantidad constante de corriente durante un período de tiempo largo. Se pueden descargar más profundamente de manera consecutiva y sus placas son de mayor grosor. Con un buen mantenimiento una batería de ciclo poco profundo puede durar 4.12 años mientras que una batería de ciclo profundo podría durar 10.95 años.(Solar Energy International, 2007, p. 70)

La capacidad de una batería normalmente se especifica en amperes-hora junto con una hora de referencia como puede ser veinte horas. Estos datos los proporciona el fabricante.



**Figura6. Batería de ciclo Profundo a 12v.**

Fuente: Solar Energy International

### **3. Lámpara LED**

Se opta por esta tecnología por ser mucho menos consumidora de energía que las que se utilizan actualmente en el alumbrado público.

Una lámpara de LED es una lámpara de estado sólido que usa LEDs (Diodos Emisores de Luz) como fuente luminosa. Debido a que la luz capaz de emitir un LED no es muy intensa, para alcanzar la intensidad luminosa similar a las otras lámparas existentes como las incandescentes o las fluorescentes compactas, las

lámparas de LED están compuestas por agrupaciones de LED, en mayor o menor número, según la intensidad luminosa deseada. (Enriquez Harper, 2007, p. 18)

Actualmente las lámparas de LED se pueden usar para cualquier aplicación comercial, desde el alumbrado decorativo hasta el de viales y jardines, presentando ciertas ventajas, entre las que destacan su considerable ahorro energético, arranque instantáneo, aguante a los encendidos y apagados continuos y su larga vida útil, teniendo como desventaja su elevado costo inicial.

#### **4. Dispositivos de control**

“Las luminarias solares requieren de un controlador que regula el estado de carga y descarga de las baterías, así como enciende y apaga la luminaria según se programe.”(Solar Energy International, 2007, p. 78)

Las principales funciones del tiempo controlador son:

1. Previenen de una sobrecarga de las baterías por el panel fotovoltaico
2. Previenen una descarga excesiva de la batería por la luminaria, desconectándola por un valor bajo del voltaje de la batería.
3. Mantiene a la batería en su estado de máxima carga posible.
4. Controla el tiempo de operación de la luminaria solar.
5. Sirve como punto de interconexión entre el panel fotovoltaico, el banco de baterías y la luminaria solar. (Solar Energy International, 2007, pp. 79-80)

En la **Figura 7**, se observa un controlador de carga marca “Solar” el cual brinda todas las funciones anteriores.



**Figura7. Controlador Solar**

Fuente: Solar Energy International

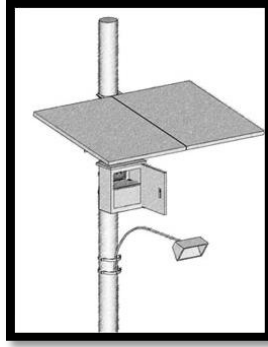
## 5. Estructura

Son las piezas metálicas que se utilizan para unir y soportar los componentes de la luminaria solar con el poste metálico, son piezas especialmente fabricadas de acuerdo a la luminaria a instalar y las características que esta posea. El soporte del panel normalmente se coloca en la punta del poste, este soporte posee una inclinación adecuada al lugar de instalación, la orientación de los módulos debe ser al sur. El gabinete para las baterías se coloca en la parte baja del poste, debajo del panel fotovoltaico o de forma subterránea, normalmente se fabrican gabinetes para contener de una a 4 baterías, en el mismo gabinete se coloca el controlador y se realiza la interconexión eléctrica de los componentes del sistema.(Truman Pineda et al., 2012) En la **Figura 8**, se observa un gabinete para baterías y un tipo de estructura típica para la instalación de paneles fotovoltaicos



en alumbrado público.

**Figura8. Gabinete para Batería y tipo de Estructura**



Fuente: Solar Energy International

### **2.5.2 VENTAJAS DE LOS SISTEMAS AUTÓNOMOS DE ALUMBRADO PÚBLICO**

1. Las Lámparas LEDs son competitivas con las fuentes de iluminación tradicionales debido al constante incremento en los niveles de eficacia (Lm/W).
2. La vida útil de los sistemas LED se estima en 50,000 a 100,000 horas, luego de las cuales baja su luminosidad al 70% respecto del valor inicial y este puede considerarse constante hasta el final de la vida útil del LED.
3. No contiene mercurio, lo cual beneficia al medio ambiente.
4. Son sistemas independientes, así que en caso de apagones, estos sistemas siguen trabajando de manera normal.
5. La vida útil de un panel solar, con su debido mantenimiento, es hasta 30 años. Esto le da una vida útil al sistema de al menos 10 años, definidos por la duración de la lámpara LED.
6. Los costos por mantenimiento son casi nulo. (Truman Pineda et al., 2012, p. 51)

## **CAPITULO 3. METODOLOGÍA**

Hoy en día existen varios parámetros que se relacionan de manera directa con el tema de alumbrado público; costos por generación, costos de mantenimiento, costos de materiales, satisfacción de los usuarios y pagos por servicios; estas son las variables que permitirán llevar a cabo la implementación del estudio de pre-factibilidad propuesto.

Para llevar a cabo el estudio se realizará una comparación entre las subvariables: sistema actual de alumbrado público suministrado por la ENEE y el sistema de alumbrado público autónomo mediante paneles solares y lámparas LED.

De acuerdo a lo descrito anteriormente, se ha definido que el alcance de la investigación para el presente estudio es de tipo exploratorio causal.

### **3.1 ENFOQUE Y METODOS**

El método que se utilizó para la elaboración del estudio es de tipo Exploratorio-Descriptivo ya que el mismo habla sobre un tema poco estudiado, razón por la cual se necesita documentar el objeto con la mayor información y no solo con estudios anteriores.

Dadas las características y al fenómeno estudiado se considera que el enfoque para el estudio es de tipo Cuantitativo, se toma como prioridad este enfoque debido a que, para implementar el sistema de alumbrado público autónomo en el Campus UNITEC Tegucigalpa se pretende medir fenómenos, utilizar herramientas estadísticas y financieras para determinar la pre-factibilidad de implementar el sistema de alumbrado público autónomo.

### **3.2 OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES**

Se ha logrado identificar que las variables que se analizarán en este estudio, todas serán independientes, y se presentan a continuación:

Variable	Definición		Indicador	Subindicador	Items	Herramienta a Utilizar
	Conceptual	Operacional				
Costos por Consumo de Energía	Consiste en la determinación previa de los gastos indispensables para obtener un volumen dado de producción de energía eléctrica, con la calidad establecida.	Valor mensual pagado a la ENEE por el servicio de energía eléctrica suministrado.	1. Costo Anual de Consumo de electricidad	1. Valor en lempiras y en energía de la factura proporcionada por SEMEH mensualmente.	2	Ficha de registro y Cuestionario
			2. Cantidad Anual de Electricidad consumida	1. Valor en lempiras y en energía de la factura proporcionada por SEMEH mensualmente.		
Costos de Mantenimiento por mano de obra	Es el precio pagado por concepto de las acciones realizadas para conservar o restaurar un bien o un producto a un estado específico	Valor en lempiras que se paga por mano de obra calificada para reparaciones y revisiones periódicas del sistema de alumbrado público.	1. Costos por mantenimiento preventivo	1. Información proporcionada por personal de mantenimiento de UNITEC	3	Cuestionario
			2. Costos por mantenimiento correctivo	2. Equipo que necesita mantenimiento		
			3. Inventario de materiales utilizados para el alumbrado público	3. Elaboración de una ficha de registro.		
Costos de Materiales (equipo, herramientas y suministros)	Es el valor que se paga por materiales y suministros ya terminados.	Valor que se paga por la adquisición de equipo, herramientas y suministros necesarias para el sistema de alumbrado público.	1. Precio de equipo	1. Cotizaciones a proveedores	4	Cotizaciones a proveedores
				2. Paneles solares		
				3. Baterías de almacenamiento de energía		
				4. Controladores de carga		
5. Estructura metálica						
2. Precios de herramientas	1. Cotizaciones a proveedores					
3. Precios de suministros	1. Cotizaciones a proveedores					
Satisfacción de los Usuarios	Nivel de conformidad de una persona al hacer uso de un servicio.	Grado de satisfacción de los usuarios del sistema de alumbrado público de UNITEC.	1. Grado de satisfacción de usuarios 2. Percepción de usuarios referente al alumbrado público 3. Seguridad de usuarios para el uso de los estacionamientos 4.	1. Elaboración de una encuesta a usuarios del alumbrado público	4	Encuesta

### 3. 3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Con el propósito de responder a las preguntas de investigación planteadas y cumplir con los objetivos del estudio se precisó que el diseño a utilizar es no experimental, caracterizado por ser un estudio donde se observan los fenómenos en su ambiente natural y luego se analizan. Y el método de recolectar los datos es de tipo longitudinal debido a que se hará la recolección de datos de varios periodos de tiempo.

### 3.3.1 POBLACIÓN

Debido a que una de las variables del presente estudio está orientado para la satisfacción de los usuarios, se ha logrado identificar que las personas que transitan por la noche en la universidad, son la población estudio siendo estos los alumnos, catedráticos, el personal administrativo y de servicios generales que acuden o trabajan por la noche en la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC).

### 3.3.2 MUESTRA

La muestra es una parte o porción de la población seleccionada para el análisis de datos.

El tipo de muestra a utilizar es probabilística estratificada para los alumnos y maestros; y es muestra no probabilística por conveniencia para el personal administrativo y de servicios generales que pertenecen a la universidad.

Debido a lo anteriormente descrito se ha logrado obtener el siguiente cálculo:

**Tabla 1. Selección de la Muestra**

	Aulas por piso	Pisos	Alumnos por Aula	Aulas en Uso/noche	Total Alumnos	Total Maestros	Personal Administrativo	Personal Servicios Generales
Edificio 5 (Post Grado)	0	1	12	0	0	0	1	3
	1	2	12	0	0	0		
	9	3	12	3	36	3		
	9	4	12	4	48	4		
	9	5	12	0	0	0		
	<b>Totales</b>					84		
Edificio 3 (Pregrado)	0	1	0	0	0		0	0
	9	2	10	2	20	2		
	9	3	10	3	30	3		
	<b>Totales</b>					50		
<b><i>Población Total</i></b>					<b>134</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

Para realizar el análisis de los datos se utiliza la técnica de muestra probabilística, en la cual todos los elementos del subgrupo tienen posibilidad de ser escogidos.

Por lo tanto para el análisis de la satisfacción de los usuarios, se tomara la muestra completa del personal administrativo y de servicios generales, y de los catedráticos se tomara una muestra del 50%, ya para elegir la muestra de estudiantes, se ha realizado el siguiente cálculo

:

<b>Total de la población (N)</b>	134
<b>Nivel de confianza o seguridad (1-<math>\alpha</math>)</b>	95%
<b>Precisión (d)</b>	5%
<b>Proporción (valor aproximado del parámetro que queremos medir)</b>	5%
<b>TAMAÑO MUESTRAL (n)</b>	<b>47</b>

### **3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS**

Debido a que el estudio es tipo cuantitativo se hará uso de los siguientes instrumentos de investigación:

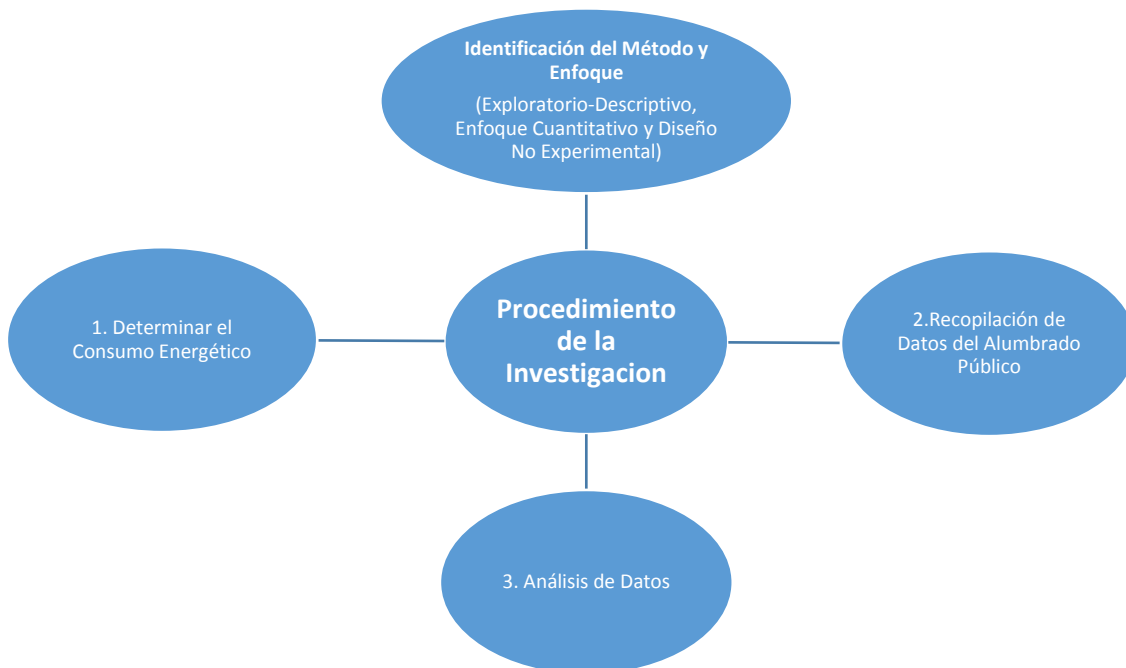
#### **3.4.1 INSTRUMENTOS**

1. Encuesta: Se realizará una encuesta a usuarios del sistema de alumbrado público en el campus UNITEC Tegucigalpa, con el fin de conocer el grado de satisfacción de los mismos en base al servicio brindado actualmente.
2. Cuestionario: Se aplicará este instrumento al personal encargado del mantenimiento del alumbrado público en el campus UNITEC Tegucigalpa, con el fin de obtener la información necesaria para poder analizar cuál es el mantenimiento que se da actualmente al alumbrado público.
3. Ficha de trabajo: en este documento se realizará la recolección de datos, de los diferentes equipos y materiales utilizados en el alumbrado público de UNITEC en el Campus de Tegucigalpa.

4. Cuadros Comparativos: Para hacer notar la diferencia que habrá con la implementación del sistema de alumbrado público autónomo y del sistema del alumbrado actual.
5. Cálculos y proyecciones financieras: En donde se establecerá cual será el costo que tendrá que invertir la universidad para la implementación de este tipo de sistemas y también saber cuál será la tasa interna de retorno del proyecto con la implementación del mismo.

### 3.5 PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

---



La energía consumida por una instalación de alumbrado público depende de la potencia del sistema de alumbrado eléctrico instalado y del tiempo que permanece encendido. Ambos aspectos son importantes ya que sus variaciones pueden

afectar a la eficiencia energética de una instalación. Es por ello que se realizará un análisis de costos de acuerdo a las siguientes actividades:

1. Determinar el consumo energético que ha tenido UNITEC en el campus de Tegucigalpa en lo referente al tema de alumbrado público, para este cálculo se realizará un inventario de todo el sistema de alumbrado público existente en el campus y se determinara cuáles son las horas de uso del mismo. En razón de que el alumbrado público existente es carga registrada en el medidor de facturación de UNITEC, se determinará en base a lo anterior cual es el porcentaje que representa este del total de la energía consumida por UNITEC mensualmente. Para esto se han obtenido la facturación de los meses comprendidos desde septiembre de 2013 hasta septiembre de 2014. Cabe mencionar que cuando se habla del porcentaje de alumbrado público, no es el reflejado en la facturación mensual de la ENEE, sino un porcentaje aproximado del total de energía consumida por UNITEC para este fin.
2. Se realizará recorrido por las cuatro áreas de estacionamiento para recopilar datos como el número de postes, tipo de lámparas y su potencia, lámparas en uso y con ello corroborar los datos obtenidos por parte del personal del campus UNITEC.
3. Luego se utilizará el programa SPSS para la recolección y tabulación de datos, así como para el análisis de la información.

Con el análisis a realizar se pretende calcular cual es la viabilidad del estudio de acuerdo a las herramientas financieras el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno). Con el fin de determinar la inversión que tendría UNITEC al momento de tomar la decisión de invertir en este tipo de tecnología.

Por tanto, para realizar el análisis comparativo de costos se requiere de los siguientes datos:

1. Número y tipo de lámparas necesarias.

2. Precio de la lámpara LED'S.
  3. Consumo o potencia de cada lámpara, incluyendo las pérdidas.
  4. Tarifas de energía eléctrica.
  5. Vida útil de la lámpara.
  6. Horas de funcionamiento anual de la instalación.
  7. Financiación y amortización.
1. Precio de batería
  2. Potencia de panel solar
  3. Vida útil del panel
  4. Precio de panel solar
  5. Precio de controlador

Para calcular el consumo energético del alumbrado público es necesario considerar las siguientes variables:

### **1. Potencia Instalada**

La potencia instalada se calcula multiplicando el número de lámparas por su potencia unitaria.

### **2. Horas de Uso**

Las horas de uso de una instalación dependen de la ocupación del espacio, la luz natural disponible y el sistema de control usado.

### **3. Consumo Energético**

El consumo energético se calcula multiplicando la Potencia Instalada por las Horas de Uso.

En el caso de que el análisis a realiza resulte no beneficioso económicamente para UNITEC, se analizará la opción de cambiar las lámparas actuales a lámparas LED'S, con el alumbrado público existente en el Campus de Tegucigalpa.

## **3.6 FUENTES DE INFORMACIÓN**

### **3.6.1 FUENTES PRIMARIAS**

Como fuentes primarias se hará uso de fichas de registro de datos, fichas de registro del sistema eléctrico y elaboración de un cuestionario para los usuarios. Así como también libros, páginas de internet y trabajos de tesis.

### **3.6.2 FUENTES SECUNDARIAS**

Se hará uso de informes de ENEE, revistas científicas, reseñas referentes al tema, artículos publicados, etc.

## CAPITULO 4 RESULTADOS Y ANALISIS

### 4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) en su Campus de Tegucigalpa, cuenta con un alumbrado público compuesto de 105 lámparas donde 99 son lámparas de vapor de sodio de 250 watts y 6 son lámparas incandescentes con una potencia de 400 watts cada una.

De acuerdo a datos históricos en lo referente a la facturación mensual de energía eléctrica de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) en el campus de Tegucigalpa, en los meses comprendidos desde agosto de 2013 hasta agosto de 2014, se ha logrado identificar que el alumbrado público existente en la universidad representa un consumo energético que oscila entre un 5.24% y 8.32% del total de la energía eléctrica consumida.

Es importante aclarar que cuando se habla del porcentaje de alumbrado público, no es el reflejado en la facturación mensual de la ENEE, sino un porcentaje aproximado del total de energía eléctrica consumida por UNITEC.

El consumo energético de la universidad se ha identificado de acuerdo a una ficha de trabajo utilizada para la recolección de datos, a continuación se muestran los cálculos y dos tipos de escenarios con los cuales funciona la universidad:

**Tabla 2. Consumo de alumbrado público trabajando al 100% en mes de 31 días**

Área de Estacionamiento	Cantidad de Lámparas	Tipo de Lámpara	Watts	Potencia de Lámparas (Kw)	Consumo de Balastro	Horas de Uso al Día	Días/mes	Energía Activa Mensual	Energía Diaria
Visitas	8	Mercurio Alta Presión	250	0.250	0.9	12	31	669.6	21.6
Catedráticos	10	Mercurio Alta Presión	250	0.250	0.9	12	31	837	27
	4	Vapor de Sodio	250	0.250	0.9	12	31	334.8	10.8
Alumnos	10	Vapor de Sodio	250	0.250	0.9	12	31	837	27
	6	Lámpara Incandescente	400	0.400	0.9	12	31	803.52	25.92
	67	Mercurio Alta Presión	250	0.250	0.9	12	31	5607.9	180.9
<b>TOTAL</b>								<b>9,089.82</b>	<b>293.22</b>

**Tabla 3. Consumo de alumbrado público trabajando al 100% en mes de 30 días**

Área de Estacionamiento	Cantidad de Lámparas	Tipo de Lámpara	Watts	Potencia de Lámparas (Kw)	Consumo de Balastro	Horas de Uso al Día	Días/mes	Energía Activa Mensual	Energía Diaria
Visitas	8	Mercurio Alta Presión	250	0.250	0.9	12	30	648	21.6
Catedráticos	10	Mercurio Alta Presión	250	0.250	0.9	12	30	810	27
	4	Vapor de Sodio	250	0.250	0.9	12	30	324	10.8
Alumnos	10	Vapor de Sodio	250	0.250	0.9	12	30	810	27
	6	Lámpara Incandescente	400	0.400	0.9	12	30	777.6	25.92
	67	Mercurio Alta Presión	250	0.250	0.9	12	30	5427	180.9
<b>TOTAL</b>								<b>8,796.6</b>	<b>293.22</b>

**Tabla 4. Consumo de alumbrado público trabajando al 100% en un mes de 28 días**

Área de Estacionamiento	Cantidad de Lámparas	Tipo de Lámpara	Watts	Potencia de Lámparas (Kw)	Consumo de Balastro	Horas de Uso al Día	Días/mes	Energía Activa Mensual	Energía Diaria
Visitas	8	Mercurio Alta Presión	250	0.250	0.9	12	28	604.8	21.6
Catedráticos	10	Mercurio Alta Presión	250	0.250	0.9	12	28	756	27
	4	Vapor de Sodio	250	0.250	0.9	12	28	302.4	10.8
Alumnos	10	Vapor de Sodio	250	0.250	0.9	12	28	756	27
	6	Lámpara Incandescente	400	0.400	0.9	12	28	725.76	25.92
	67	Mercurio Alta Presión	250	0.250	0.9	12	28	5065.2	180.9
<b>TOTAL</b>								<b>8,210.16</b>	<b>293.22</b>

Como se muestra en las **tablas No. 2 y 3** el consumo en Kwh de cada mes varía de acuerdo a la cantidad de días que contiene cada mes. En base a estos datos, es de donde se parte para poder realizar y calcular el consumo promedio que la universidad tiene en lo referente al alumbrado público.

En la **tabla 5** se muestra el cálculo del consumo promedio que ha tenido la universidad desde agosto de 2013 hasta agosto de 2014, en lo referente al alumbrado público.

**Tabla 5. Consumo de energía eléctrica generado por alumbrado público en UNITEC trabajando al 100%**

Año	Mes	Consumo Promedio de Alumbrado Publico	Porcentaje de Consumo en Alumbrado Publico
2013	Agosto	9,089.82	5.24%
	Septiembre	8,796.60	6.10%
	Octubre	9,089.82	6.20%
	Noviembre	8,796.60	6.01%
	Diciembre	9,089.82	8.32%
2014	Enero	9,089.82	8.17%
	Febrero	8,210.16	6.01%
	Marzo	9,089.82	5.77%
	Abril	8,796.60	6.38%
	Mayo	9,089.82	5.28%
	Junio	8,796.60	5.96%
	Julio	9,089.82	6.73%
	Agosto	9,089.82	5.28%

El cálculo realizado anteriormente, es de acuerdo a toda la capacidad instalada en alumbrado público, es decir cuando la universidad utiliza todas las luminarias o lámparas que tiene instaladas.

En la actualidad se ha podido identificar que la universidad solo hace uso de un 55.24% del alumbrado público existente, debido a que diariamente utiliza 58 lámparas de un total de 105, esto siempre y cuando no se presenten eventos como graduaciones, actividades educativas y otras que necesiten de todo el alumbrado público de la universidad. Por lo tanto se podría decir que la universidad en realidad lo que consumo en alumbrado público es lo siguiente:

**Tabla 6. Consumo en alumbrado público trabajando al 55.24% en mes de 28 días**

Área de Estacionamiento	Tipo de Lámpara	Watts	Potencia de Lámparas (Kw)	Lámparas en Uso	Consumo de Balastro	Horas de Uso al Día	Días/mes	Energía Activa Mensual	Energía Diaria
Visitas	Mercurio Alta Presión	250	0.250	8	0.9	12	28	604.8	21.6
Catedráticos	Mercurio Alta Presión	250	0.250	7	0.9	12	28	529.2	18.9
	Vapor de Sodio	250	0.250	2	0.9	12	28	151.2	5.4
Alumnos	Vapor de Sodio	250	0.250	10	0.9	12	28	756	27
	Lámpara Incandescente	400	0.400	6	0.9	12	28	725.76	25.92
	Mercurio Alta Presión	250	0.250	25	0.9	12	28	1890	67.5
<b>TOTAL</b>								<b>4,656.96</b>	<b>166.32</b>

**Tabla 7. Consumo en alumbrado público trabajando al 55.24% en mes de 30 días**

Área de Estacionamiento	Tipo de Lámpara	Watts	Potencia de Lámparas (Kw)	Lámparas en Uso	Consumo de Balastro	Horas de Uso al Día	Días/mes	Energía Activa Mensual	Energía Diaria
Visitas	Mercurio Alta Presión	250	0.250	8	0.9	12	30	648	21.6
Catedráticos	Mercurio Alta Presión	250	0.250	7	0.9	12	30	567	18.9
	Vapor de Sodio	250	0.250	2	0.9	12	30	162	5.4
Alumnos	Vapor de Sodio	250	0.250	10	0.9	12	30	810	27
	Lámpara Incandescente	400	0.400	6	0.9	12	30	777.6	25.92
	Mercurio Alta Presión	250	0.250	25	0.9	12	30	2025	67.5
<b>TOTAL</b>								<b>4,989.6</b>	<b>166.32</b>

**Tabla 8. Consumo en alumbrado público trabajando al 55.24% en mes de 31 días**

Área de Estacionamiento	Tipo de Lámpara	Watts	Potencia de Lámparas (Kw)	Lámparas en Uso	Consumo de Balastro	Horas de Uso al Día	Días/mes	Energía Activa Mensual	Energía Diaria
Visitas	Mercurio Alta Presión	250	0.250	8	0.9	12	31	669.6	21.6
Catedráticos	Mercurio Alta Presión	250	0.250	7	0.9	12	31	585.9	18.9
	Vapor de Sodio	250	0.250	2	0.9	12	31	167.4	5.4
Alumnos	Vapor de Sodio	250	0.250	10	0.9	12	31	837	27
	Lámpara Incandescente	400	0.400	6	0.9	12	31	803.52	25.92
	Mercurio Alta Presión	250	0.250	25	0.9	12	31	2092.5	67.5

TOTAL	5,155.92	166.32
-------	----------	--------

Como se observa en la **tabla 9**, el porcentaje de alumbrado público disminuye y oscila entre un 2.97% hasta 4.72% de consumo energético mensualmente.

**Tabla 9. Consumo de energía eléctrica generado por el alumbrado público en UNITEC trabajando al 55.24%**

Año	Mes	Consumo Promedio de Alumbrado Público	Porcentaje de Consumo en Alumbrado Publico
2013	Agosto	5,155.92	2.97%
	Septiembre	4,989.60	3.46%
	Octubre	5,155.92	3.52%
	Noviembre	4,989.60	3.41%
	Diciembre	5,155.92	4.72%
2014	Enero	5,155.92	4.63%
	Febrero	4,656.96	3.41%
	Marzo	5,155.92	3.27%
	Abril	4,989.60	3.62%
	Mayo	5,155.92	2.99%
	Junio	4,989.60	3.38%
	Julio	5,155.92	3.82%
	Agosto	5,155.92	2.99%

## 4.2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Debido al constante crecimiento de la demanda de energía eléctrica que presenta el país y a que cada día el precio del petróleo va en aumento, y con el fin de ayudar a disminuir en el país los efectos de gases invernadero y la lluvia acida producida por la quemas de combustibles fósiles, es por ello que se propone a la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), la implementación de un sistema de alumbrado público autónomo mediante la utilización de paneles solares y lámparas LED'S.

Como se explica en el CAPITULO II, este tipo de sistema consta de 4 elementos fundamentales:

1. Panel Solar.

2. Banco de Baterías de 12 Volt.
3. Controlador de carga 120 Amp.
4. Lámpara LED

Con la implementación de este tipo de tecnologías, se ha identificado que la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), podría disminuir entre un 3% hasta un 8% la facturación mensual de energía eléctrica proporcionada por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).

### **4.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Para poder identificar si el alumbrado público existente en la universidad, proporciona satisfacción a los usuarios, se realizó una encuesta sobre satisfacción del alumbrado público y para poder identificar cuáles son los costos por mantenimiento, se realizó un cuestionario con preguntas cerradas, el cual se aplicó a dos de las personas encargadas en mantenimiento de la universidad.

#### **4.3.1 CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN**

Para comprobar la confiabilidad de los instrumentos de medición a utilizar, se hizo uso del Programa estadístico SPSS, el cual mediante la validación del coeficiente de confiabilidad de Alfa de Cronbach nos ayudó a verificar la confiabilidad de los instrumentos aplicados. Dicho coeficiente permite medir el grado de interrelación entre las variables analizadas o consistencia de cada una de ellas.

El coeficiente calculado por el programa SPSS para la encuesta fue de 0.56, es decir que el instrumento de la encuesta que se aplicó es confiable.

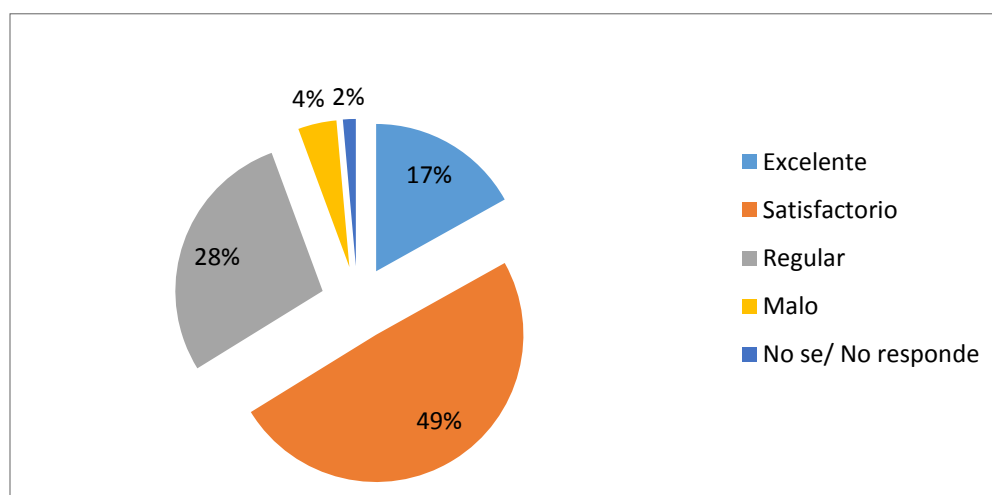
El coeficiente calculado por el programa SPSS para el cuestionario es de 0.406, es decir que el cuestionario que se utilizó es confiable

#### 4.3.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICION

Para el proceso de la elaboración de la encuesta se hizo una prueba piloto para poder validar el documento a aplicar, obteniendo el valor de 0.127. La encuesta se aplicó a estudiantes, personal administrativo, personal de servicios generales y catedráticos de la universidad, todos ellos de horario nocturno. En donde los resultados obtenidos fueron los siguientes:

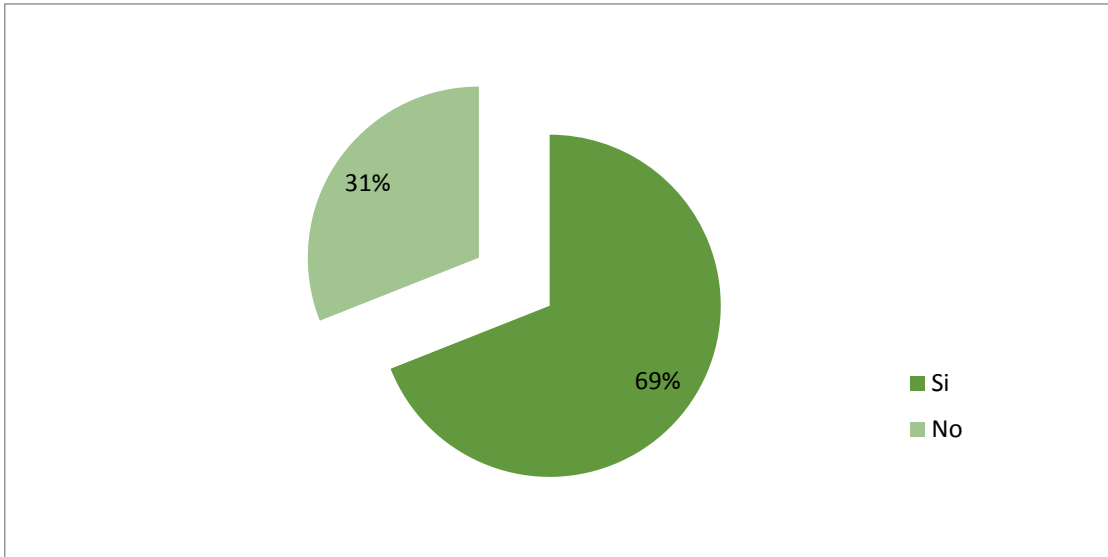
En el **Anexo 1** se puede observar la encuesta que se aplicó a los usuarios de horario nocturno de la universidad.

En la **Figura 9** se muestran los resultados obtenidos en lo referente a como los usuarios califican el servicio de alumbrado público existente en UNITEC, Tegucigalpa. En donde un 49% de los usuarios califican el alumbrado público como satisfactorio.



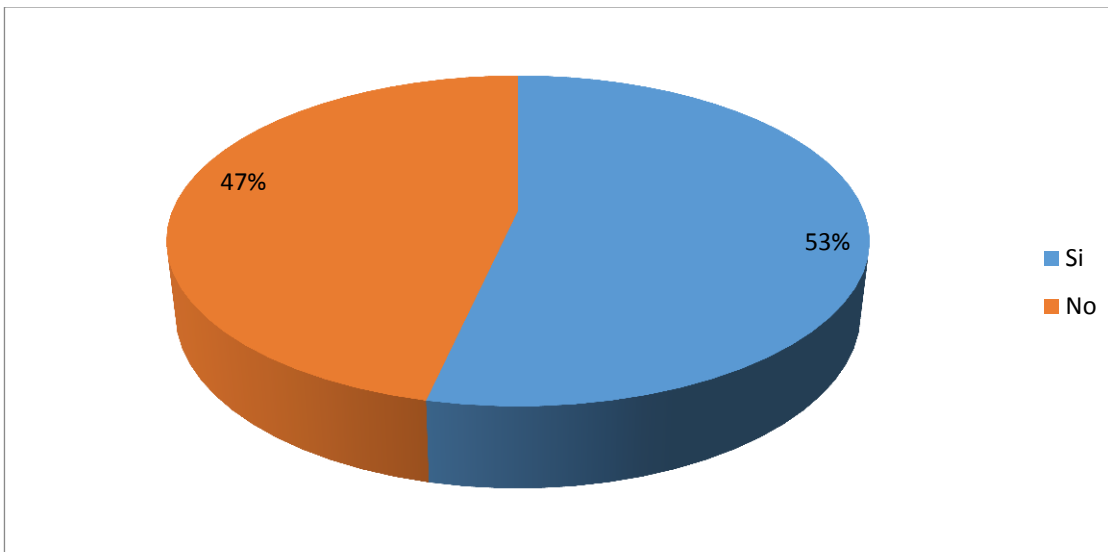
**Figura9. Calificación del servicio de Alumbrado Público**

De acuerdo a la Figura 10 el 69% de los usuarios respondieron que la universidad si brinda un mantenimiento adecuado al alumbrado público de la universidad.



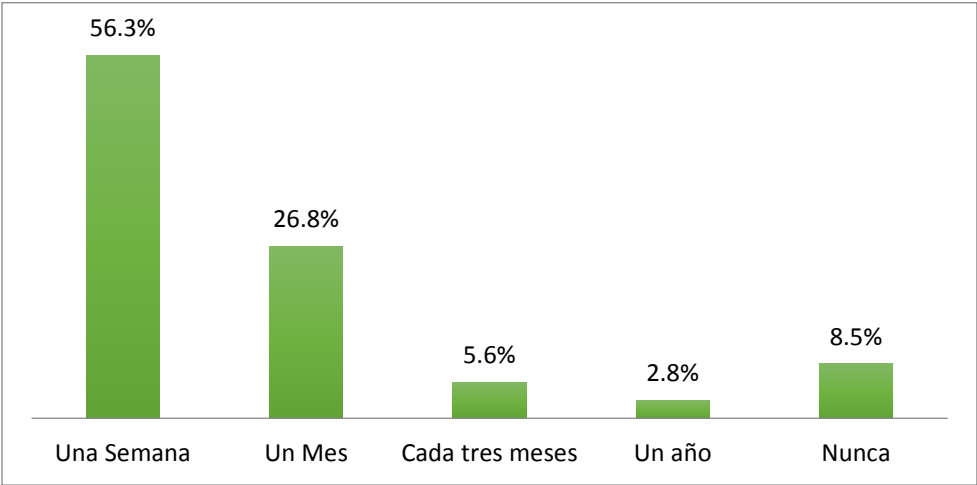
**Figura10. Percepción de Usuarios sobre si la universidad proporciona el adecuado mantenimiento al alumbrado Público existente**

En la Figura 11 se observa que el 53% de las personas dicen que la universidad sustituye las lámparas dañadas rápidamente, en cambio el 47% dice que no.



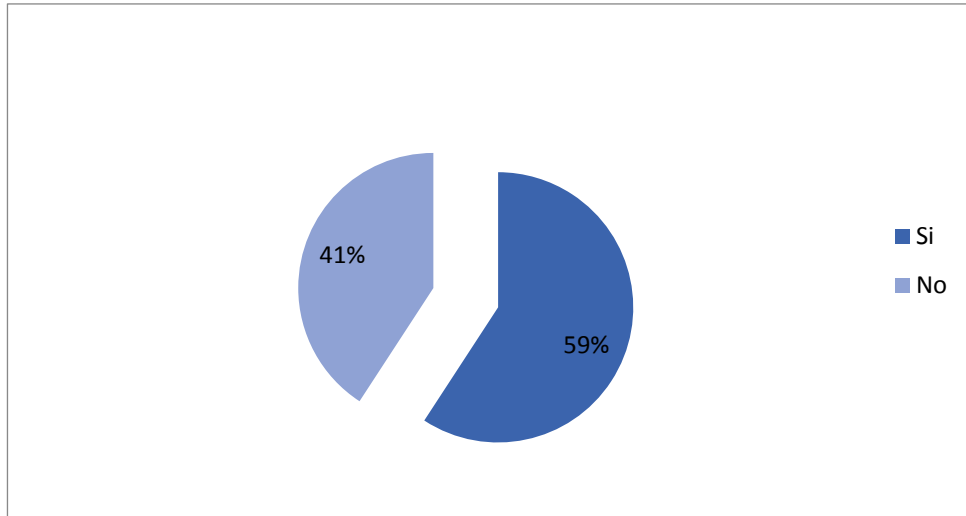
**Figura11. Percepción sobre si la universidad sustituye las Lámparas dañadas rápidamente**

De acuerdo a la percepción de las personas encuestadas en lo referente al tiempo de sustitución para una lámpara quemada, el 56.3% dicen que es de una semana, seguido por el 26.8% que dicen que es de un mes y el 8.5% que nunca. **Figura 12**



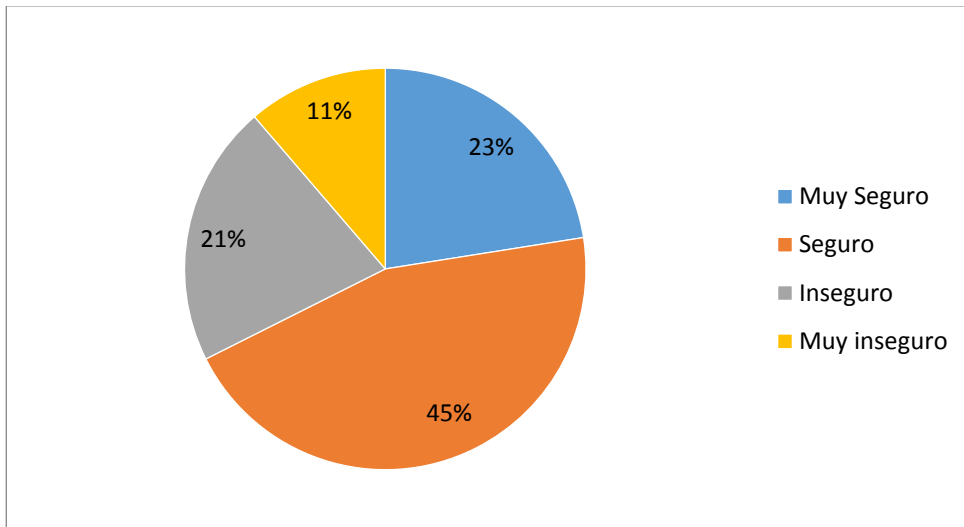
**Figura12. Percepción de usuarios sobre el tiempo de sustitución de una lámpara dañada**

Cuando se les pregunto a los encuestados que si la universidad cuenta con la suficiente iluminación en cada área de estacionamiento, el 59% de los usuarios dicen que sí y el 41% dicen que no. **Figura 13**



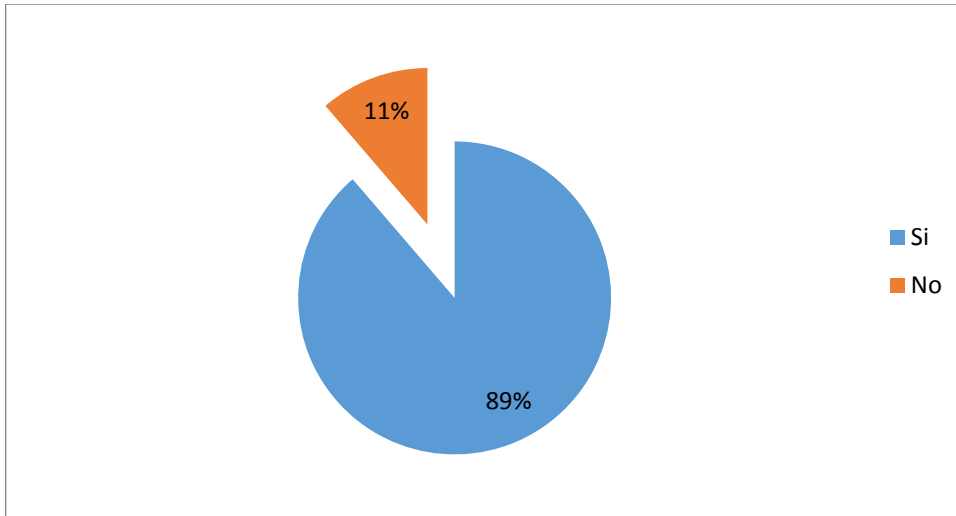
**Figura13. Opinión de los usuarios, acerca si las áreas de estacionamiento de la universidad cuentan con la suficiente iluminación**

Al preguntarle a los encuestados ¿Qué tan seguro se siente al recorrer las áreas de estacionamiento con poca iluminación?. De acuerdo a la **figura 14**, el 45% de los usuarios encuestados dicen que se sienten seguros y el 11% dicen que se sienten muy inseguros.



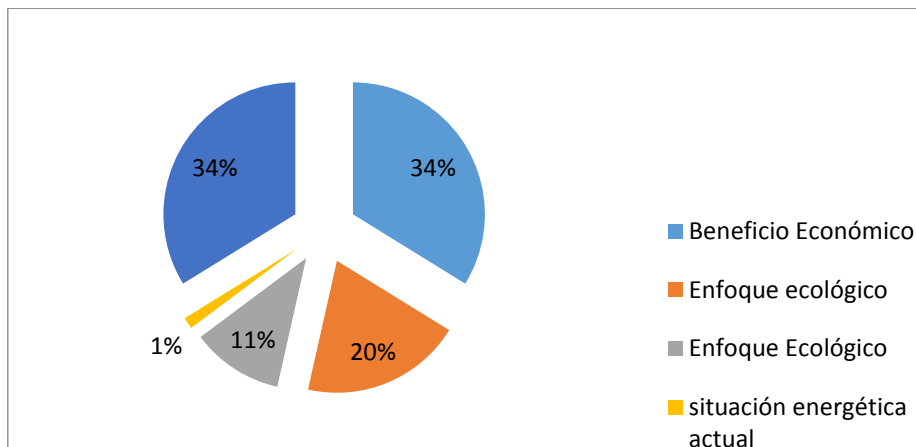
**Figura 14. Seguridad que sienten los usuarios al recorrer las áreas de estacionamientos con poca iluminación.**

En la **figura 15** se observa que el 89% de los usuarios encuestados están de acuerdo en que la universidad cambie el sistema de alumbrado público actual por un sistema autónomo compuesto por paneles solares y lámparas LED.



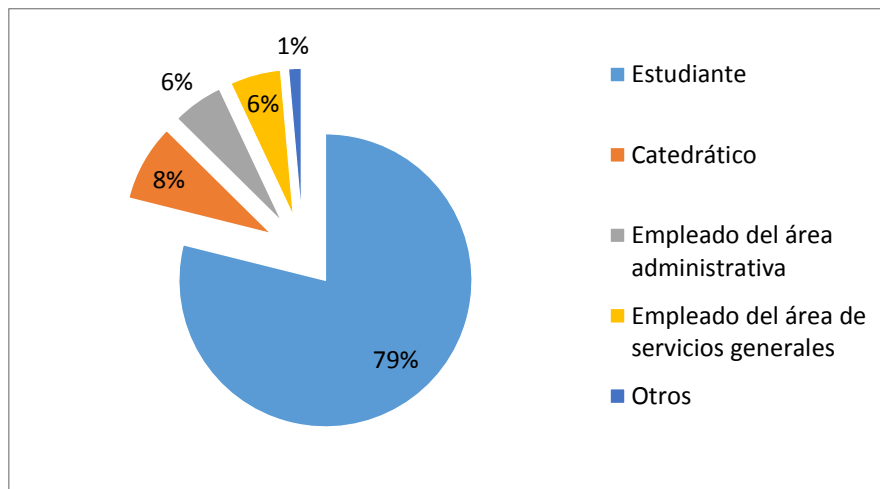
**Figura14. Usuarios que están de acuerdo con el cambio del sistema de alumbrado público**

De la pregunta anterior surge el interés de conocer por qué los usuarios aceptarían un nuevo sistema de alumbrado público autónomo mediante panel solar y lámparas LED, por lo que de este 89% de población que está de acuerdo con el cambio, un 34% dicen que por beneficio económico para la universidad y el 20% dicen que para brindar un enfoque ecológico



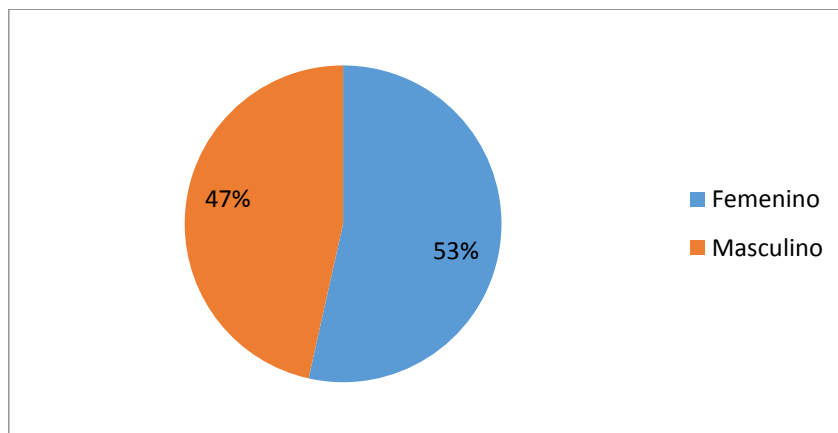
**Figura15. Justificación de usuarios que están de acuerdo con el cambio del sistema de alumbrado público**

Como se observa en la **Figura 16** el 79% de los encuestados son estudiantes, el 8% catedráticos y un 12% empleados de servicios generales y servicios administrativos, todos del horario nocturno.



**Figura16. Ocupación de usuarios encuestados**

Del total de los encuestados el 53% eran mujeres y el 47% hombres.



**Figura17. Género de usuarios Encuestados**

#### **4.4.2 IDENTIFICACIÓN DEL TIPO MANTENIMIENTO DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LA UNIVERSIDAD**

Para poder identificar aproximadamente los costos por mantenimiento que se le da al alumbrado público en el campus Tegucigalpa, se elaboró un cuestionario el cual se aplicó al personal encargado de mantenimiento, dicho cuestionario contiene las siguientes preguntas:

**Tabla 10. Tabulación de Cuestionario**

No. Pregunta	Pregunta	Opciones	Respuesta 1	Respuesta 2
1	¿Cuál es su función principal en el departamento de mantenimiento en UNITEC?	1. Revisión y cambio de Lámparas 2. Revisión de polos tierra 3. Revisión de alteraciones en el cableado 4. Reparación de daños en cables de tendido eléctrico 5. Todas las anteriores	5. Todas las anteriores	5. Todas las anteriores
2	¿Cuántas horas permanecen encendidas las lámparas del alumbrado público?	1. 6-8 horas 2. 10 horas 3. 12 horas 4. 14 horas	4. 14 horas	4. 14 horas
3	¿Cada cuánto realizan revisión de lámparas del alumbrado público?	1. 4 meses 2. 6 meses 3. 8 meses 4. 12 meses 5. otro (indique)	2. 6 meses	2. 6 meses
4	Quando se daña una lámpara ¿Cuánto tiempo tarda la universidad cambiarla?	1. Dias: Indique cuantos 2. Horas: Indique horas en que realiza el cambio	1 Dia 3-4 horas	1 dia 3-4 horas
5	¿En los últimos 4 meses se ha hecho mantenimiento en lámparas quemadas?	1. Si 2. No	1. Si.	1. Si
6	¿Qué tipo de lámparas y capacidad usan actualmente para el alumbrado público?	1. Vapor de Sodio de alta presión de 150 watts 2. Vapor de sodio de alta presión de 250 watts 3. Vapor de Mercurio de alta presión de 250 watts 4. Vapor de Mercurio de alta presión de 175 watts 5. otro (indique cual)	3. Vapor de Mercurio de alta presión de 250 watts	3. Vapor de Mercurio de alta presión de 250 watts 5. otro (indique cual): 6 lamparas incandescentes de 400 watts
7	¿Cuál es la vida útil de las lámparas utilizadas para el alumbrado público en la universidad?	1. 1,000 horas 2. 2,000 horas 3. 20,000 horas 4. 30,000 horas 5. 50,000 horas	1. 1,000 horas	1. 1,000 horas
8	¿El mantenimiento del alumbrado público es responsabilidad única de UNITEC.?	1. Si 2. No	1. Si, porque se encuentra dentro de la universidad y sirve para dar seguridad al los peatones y carros	1. Si, por seguridad de los usuarios
9	¿Cuál es el monto anual en lempiras asignado para mantenimiento del alumbrado público en el campus Unitec?	1.Lps. 10,000 2. Lps. 20,000 a 25,000 3. Lps. 25,000 a 30,000 4. Lps. 30,000 a 50,000 5.Lps. 50,000 a 100,000	5.Lps. 50,000 a 100,000	5.Lps. 50,000 a 100,000
10	En general, usted diría que el mantenimiento que se le da actualmente al alumbrado público es:	1. Excelente 2. Muy bueno 3. bueno 4. Regular 5. Malo	4. Regular	4. Regular

En la Tabla 12 se puede observar que las respuestas que se obtuvieron por ambas personas son similares, lo diferente son las explicaciones de cada uno. Con las respuestas obtenidas se podrá realizar el cálculo aproximado en que la universidad incurre para el mantenimiento del alumbrado público actual

#### 4.4.3 CÁLCULO DEL COSTO POR MANTENIMIENTO EN ALUMBRADO PÚBLICO

La información que fue proporcionada en el cuestionario y la encuesta que se aplicaron, al mismo tiempo ayudaron a identificar algunas variables para cada costo asignado, sin embargo de acuerdo a fuentes secundarias consultadas en el Capítulo II, se estima que los costos aproximados a los que incurre la universidad en el mantenimiento del alumbrado público actual son los siguientes:

**Tabla 11. Costos de Mantenimiento Anual en alumbrado público**

DESCRIPCIÓN	COSTOS DE MANTENIMIENTO ACTUAL	MONTO (LPS)
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	1. Costo por mano de obra para revisiones	65,000.00
	2. Costo de insumos utilizados.	
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	1. Costo por reparación de equipo dañado.	25,000.00
INVENTARIO DE MATERIALES PARA EL ALUMBRADO PÚBLICO	1. Costo por compra de materiales para mantenimiento del alumbrado público.	15,000.00
<b>TOTAL (Lps)</b>		<b>105,000.00</b>

La cifra de Lps. 105,000.00 es una estimación de costos donde se incluyen cambio de luminarias y mano de obra basada en los datos brindados por el personal encargado del mantenimiento del alumbrado público en el Campus UNITEC en Tegucigalpa. Ver **Tabla 11**.

En lo referente a la implementación de un sistema autónomo de alumbrado público con la utilización de paneles solares y lámparas LED, de acuerdo a estudios anteriores, nos dicen que los costos de mantenimiento de este tipo de sistemas son casi nulos, sin embargo se han identificado los siguientes:

**Tabla 12. Costos de mantenimiento anual del Sistema de alumbrado público propuesto**

DESCRIPCIÓN	COSTOS DE MANTENIMIENTO PROPUESTO	MONTO (LPS)
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	1. Costo por mantenimiento Alumbrado Público.	35,000.00
	2. Costo de insumos utilizados.	
	3. Costo por Mano de Obra por revisiones.	
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	1. Costo por reparación de equipo dañado.	10,000.00
INVENTARIO DE MATERIALES PARA EL ALUMBRADO PÚBLICO	1. Compra de Materiales para mantenimiento del alumbrado público.	5,000.00
<b>TOTAL (Lps)</b>		<b>50,000.00</b>

De acuerdo a proyectos ejecutados por la ENEE, se ha obtenido que los costos por mantenimiento de este tipo de tecnología, andan alrededor de Lps. 50,000 como se desglosa en la **tabla No. 12**.

#### 4.4.4 CÁLCULO DE COSTOS POR MATERIALES

Cuando se está hablando de costos por materiales, como se define en el Capítulo III, operacionalización de las variables son todos los costos a los que la universidad incurre en lo referente a equipos, herramientas y suministros utilizados o que se utilizaran para el alumbrado público de la universidad.

En la tabla 15 se detallan los costos actuales por compra de materiales anualmente:

**Tabla 13. Costo por compra de materiales al año en alumbrado público**

DESCRIPCIÓN	MONTO
-------------	-------

EQUIPO	14,000.00
SUMINISTROS	1,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>15,000.00,00</b>

La cifra de L. 15,000.00 es una estimación por compra de equipo y materiales como transformadores, lámparas cobra, focos de 250W, fotoceldas 1800VA para el mantenimiento del alumbrado público en el campus UNITEC de Tegucigalpa, los cuales de igual manera a los costos por mantenimiento son datos brindados por el personal responsable del mantenimiento del alumbrado público del Campus.

A continuación se detallan los costos por materiales a los que la universidad tendría que incurrir anualmente con el sistema propuesto:

**Tabla 14. Costo del sistema propuesto por materiales al año en alumbrado público**

DESCRIPCIÓN	MONTO
EQUIPO	5,720.00
HERRAMIENTAS	500.00
SUMINISTROS	1.469,00
<b>TOTAL</b>	<b>6,220.00</b>

Es importante mencionar y tomar en cuenta que el precio del petróleo cada año va en aumento y esto produciría que los pagos de la universidad vayan en aumento año tras año. La Empresa Nacional de Energía eléctrica tiene establecidas tarifas de acuerdo al tipo de comercio o residencia, en este caso la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) se encuentra en la tarifa B, donde la estructura de la fórmula de cobro es la siguiente:

$$\text{Cobro de Facturación Mensual} = \text{Tarifa B} + \% \text{ Alumbrado Público} + \% \text{ Ajuste por Combustible}$$

De acuerdo a la fórmula planteada anteriormente en la tabla 16 se ha identificado cual ha sido el porcentaje de ajuste de combustible que se le ha aplicado a la universidad desde el mes de agosto de 2013 hasta agosto de 2014.

**Tabla 15. Porcentaje pagado por la UNITEC en relación al cobro de ajuste por combustible**

FECHA	% AJUSTE POR COMBUSTIBLE EN FACTURACIÓN MENSUAL
ago-13	25.18%
sep-13	25.31%
oct-13	25.67%
nov-13	24.06%
dic-13	25.17%
ene-14	24.64%
feb-14	36.23%
mar-14	26.09%
abr-14	25.46%
may-14	26.11%
jun-14	26.44%
jul-14	26.51%
ago-14	25.19%

En un dado caso que la universidad quiera realizar el proyecto, las lámparas que serán reemplazadas, podrían ser vendidas a un precio del 30% del costo de cada

lámpara, esto con el fin de que la universidad pueda recuperar cierta parte de la inversión, y como segunda opción debido a que la empresa esta con el programa de Empresas Socialmente Responsables, podría realizar la actividad de donar dichas lámparas a aldeas o caseríos que necesitan iluminación y que cuentan con alumbrado público.

El cálculo del ahorro que tendrá la universidad es el siguiente:

**Tabla 16. Ahorro por venta de materiales dejados de usar**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Lámpara de Mercurio de Alta presión	89	1650	146,850
<b>Subtotal</b>			146,850
<b>Mano de Obra y otros</b>			20,000.00
<b>TOTAL</b>			<b>166,850</b>

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

### **5.1 CONCLUSIONES**

1. Del estudio de pre factibilidad realizado se obtuvo que el costo total de la inversión es de Lps.2,210,159.77, en donde la universidad debido al consumo energético que representa el alumbrado público en la actualidad se ahorraría anualmente alrededor de Lps. 362,131.07, hasta lograr recuperar la inversión inicial.

2. Considerando los resultados obtenidos en el capítulo anterior podemos aseverar que el alumbrado público en el campus Unitec trabajando al 100% representa un consumo de energía eléctrica significativo de 116, 115.12 Kwh al año según cálculos realizados de acuerdo a facturas en periodo de un año, ya que el incremento al ajuste de combustible cada vez es mayor.

3. Como trabajo de tesis se hizo el estudio de pre-factibilidad de la implementación de un sistema de alumbrado público autónomo mediante panel solar y lámparas LED, como opción alternativa para disminuir el consumo energético en el campus Unitec de Tegucigalpa y con el mismo bajar en pequeña escala la contaminación que ocasiona la emisión de gases.

4. El alumbrado público autónomo mediante paneles solares y lámparas LED'S aun requiriendo un alto monto de inversión trae como beneficio una disminución del 82% en consumo eléctrico comparado al consumo con el sistema actual, así como ahorro en el mantenimiento del mismo.

5. El estado actual del alumbrado público en las áreas de estacionamiento del campus UNITEC de Tegucigalpa no está funcionando al 100% debido a problemas que presenta el tendido eléctrico, razón por la cual varias lámparas se encuentran apagadas (44.76%).

## **5.2 RECOMENDACIONES**

1. Incentivar a las autoridades del campus UNITEC de Tegucigalpa a tomar en consideración la implementación del sistema de alumbrado público autónomo mediante panel solar para minimizar consumo energético y contribuir a proteger el medio ambiente.
2. Dar mantenimiento al alumbrado público según requiera cada parte del equipo utilizado, basándose en indicaciones según vida útil del elemento.
3. Contratar profesionales para el mantenimiento del alumbrado público autónomo, con el objetivo de mantener al máximo la vida útil del equipo.
4. Innovar las nuevas tecnologías en alumbrado público con energías renovables.
5. Realizar mantenimiento correctivo del alumbrado público en las áreas donde se encuentran lámparas apagadas para brindar un mejor servicio a los usuarios.
6. Realizar proyecto piloto en una de las áreas de estacionamiento para corroborar el ahorro de energía eléctrica que obtendrán en un periodo determinado.

## CAPÍTULO 6. APLICABILIDAD

### 6.1 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO AUTÓNOMO MEDIANTE PANELES SOLARES Y LÁMPARAS LED'S EN EL CAMPUS UNITEC DE TEGUCIGALPA

#### 6.2 INTRODUCCIÓN

El presente proyecto pretende colaborar con la inversión en energía limpia o renovable en el país, con el fin de disminuir los efectos de gases invernadero y poder contribuir a disminuir en un 8.32% el consumo de energía eléctrica que tiene actualmente la Universidad en su campus UNITEC de Tegucigalpa.

Con la implementación de este tipo de sistema, la universidad podrá eliminar el 8.32% del consumo de energía eléctrica en lo referente a la facturación de energía eléctrica mensual proporcionada por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). Como es de nuestro conocimiento y de acuerdo a información obtenida, en la actualidad se está tratando de invertir más en energía renovable que en energía producida por combustibles fósiles, ya que estos actualmente están incrementando constantemente los precios de obtención.

El presente proyecto está elaborado para poder cumplir con la demanda que requieran las tres áreas de estacionamiento con las que cuenta actualmente la universidad, identificadas en el plano del **anexo10**.

#### 6.3 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN

Para la implementación de un sistema de alumbrado público autónomo con paneles solares y lámpara LED, se siguieron los siguientes pasos:

1. Determinar el consumo energético que ha tenido UNITEC en el campus de Tegucigalpa en lo referente al tema de alumbrado público, para este cálculo se realizará un inventario de todo el sistema de alumbrado público existente en el campus y se determinara cuáles son las horas de uso del mismo. En

razón de que el alumbrado público existente es carga registrada en el medidor de facturación de UNITEC, se determinará en base a lo anterior cual es el porcentaje que representa este del total de la energía consumida por UNITEC mensualmente. Para esto se han obtenido la facturación de los meses comprendidos desde septiembre de 2013 hasta septiembre de 2014. Cabe mencionar que cuando se habla del porcentaje de alumbrado público, no es el reflejado en la facturación mensual de la ENEE, sino un porcentaje aproximado del total de energía consumida por UNITEC para este fin.

2. Se realizará recorrido por las cuatro áreas de estacionamiento para recopilar datos como el número de postes, tipo de lámparas y su potencia, lámparas en uso y con ello corroborar los datos obtenidos por parte del personal del campus UNITEC.
3. Luego se utilizará el programa SPSS para la recolección y tabulación de datos, así como para el análisis de la información.

Para este tipo de estudio es importante definir cuál será la inversión que tendrá que realizar la Universidad y cuál será su tasa interna de retorno (TIR), con el fin de poder verificar la factibilidad del proyecto.

Es muy importante tomar en cuenta que la inversión inicial en este tipo de tecnologías es muy elevada y a veces esto conlleva a que los proyectos inicialmente no sean tan factibles, pero con el pasar del tiempo el ahorro puede ser hasta de un 30% del costo total por iluminación del alumbrado público.

La vida útil de los paneles que se pretenden instalar es alrededor de 20 años y la vida útil de las lámparas LED oscila entre 10 años, es decir que la vida útil del sistema completo sería alrededor de 10 años basada en la vida útil de las lámparas LED.

Para la instalación de este sistema se subcontratará a una empresa con experiencia en este tipo de sistemas, la cual hará la instalación en un lapso de

tiempo de alrededor de 3 meses, sin incluir las demás actividades internas que tenga que realizar la universidad para la ejecución del proyecto.

Luego de haber obtenido el visto bueno de la universidad se procederá a negociar nuevamente precios con los proveedores, para poder llevar a cabo y poner en marcha el proyecto.

### 6.3.1 CÁLCULO DE COSTOS POR SISTEMA A IMPLEMENTAR

De acuerdo a las cotizaciones obtenidas por proveedores como SOLARIS, Soluciones Energéticas y Suministros Eléctricos (SEL) se han logrado calcular los siguientes costos por cada sistema.

1. Cálculo de la Cantidad de Postes y Lámparas que hay actualmente en la Universidad.

**Tabla 17. Cantidad de lámparas utilizadas para el alumbrado público en UNITEC de Tegucigalpa**

Descripción	Cantidad de Postes de Alumbrado Público	Numero de Lámparas
Postes Dobles	31	62
Poste Sencillos	37	37
Poste con Lámparas Incandescentes	6	6
<b>Gran Total</b>	<b>74</b>	<b>105</b>

En la tabla 18 se muestra que el total de lámparas que utiliza la universidad en alumbrado público son 105.

Ya habiendo obtenido la cantidad de postes y lámparas utilizadas para cada poste, se puede proceder a realizar el cálculo por cada sistema a implementar, obteniendo los siguientes resultados:

En la tabla 18 se muestra el precio total de un sistema de alumbrado público compuesto por dos lámparas LED, y en la tabla 19 se desglosa el costo de un sistema de alumbrado público compuesto por una lámpara LED.

**Tabla 18. Costo del sistema compuesto por dos lámparas LED'S**

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total	Proveedor
2	Lámpara Canasta Led de 44w	2,875.00	5,750.00	<b>SEL</b>
2	BateríaTrojan ciclo profundo 12 vol 105 amp . 27tmx	3,600.00	7,200.00	<b>Solaris</b>
1	Modulo Solaris 100 watts	9,430.65	9,430.65	
1	Controlador Morningstar F/Nocturna20amp			
1	Estructura y Transporte de materiales eléctricos	10,465.00	10,465.00	
		<b>TOTAL</b>	<b>32,845.65</b>	

**Tabla 19. Costo del sistema compuesto por una lámpara LED**

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total	Proveedor
1	Lámpara Canasta Led de 44w	2,875.00	2,875.00	<b>SEL</b>
1	controlador SCI de 20 A	1,007.00	1,007.00	<b>Soluciones Energéticas</b>
1	Panel solar Kyocera de 80w	5,100.00	5,100.00	
1	Baterías Trojan de ciclo profundo 12v/105Ah	3,600.00	3,600.00	
1	Estructura y Transporte de materiales eléctricos	10,465.00	10,465.00	
		<b>TOTAL</b>	<b>23,047.00</b>	

**Tabla 20. Costo total de la inversión del sistema de alumbrado público con paneles solares y lámparas LED'S**

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
31	Sistemas de Iluminación Dobles con Panel solar y LED	32,845.65	1,018,215.15
43	Sistemas de Iluminación con Panel solar y LED	23,047.00	991,021.00
		<b>TOTAL</b>	2,009,236.15
		<b>10% Imprevistos</b>	<b>200,923.62</b>
		<b>Gran Total</b>	<b>2,210,159.77</b>

Con la implementación de este tipo de tecnología la universidad empezaría a tener un menor consumo, debido a que las lámparas LED, ahorran hasta un 80% del consumo de una lámpara tradicional.

A continuación se muestran los cálculos de consumo que tendría la universidad de acuerdo a los dos escenarios estudiados en el Capítulo IV:

**Tabla 21. Consumo del sistema de alumbrado público propuesto trabajando al 100% en mes de 28 días**

Área de Estacionamiento	Cantidad de Lámparas	Tipo de Lámpara	Watts	Potencia de Lámparas (Kw)	Lámparas en Uso	Consumo de Balastro	Horas de Uso al Día	Días/mes	Energía Activa Mensual	Energía Diaria
Visitas	8	Lámpara LED	44	0.044	8	0.9	12	28	106.4448	3.8016
Catedráticos	10	Lámpara LED	44	0.044	7	0.9	12	28	133.056	4.752
	4	Lámpara LED	44	0.044	2	0.9	12	28	53.2224	1.9008
Alumnos	10	Lámpara LED	44	0.044	10	0.9	12	28	133.056	4.752
	6	Lámpara LED	80	0.080	6	0.9	12	28	145.152	5.184
	67	Lámpara LED	44	0.044	25	0.9	12	28	891.4752	31.8384
<b>TOTAL</b>									<b>1462.406</b>	<b>52.2288</b>

**Tabla 22. Consumo del sistema de alumbrado público propuesto trabajando al 100% en más de 30 días**

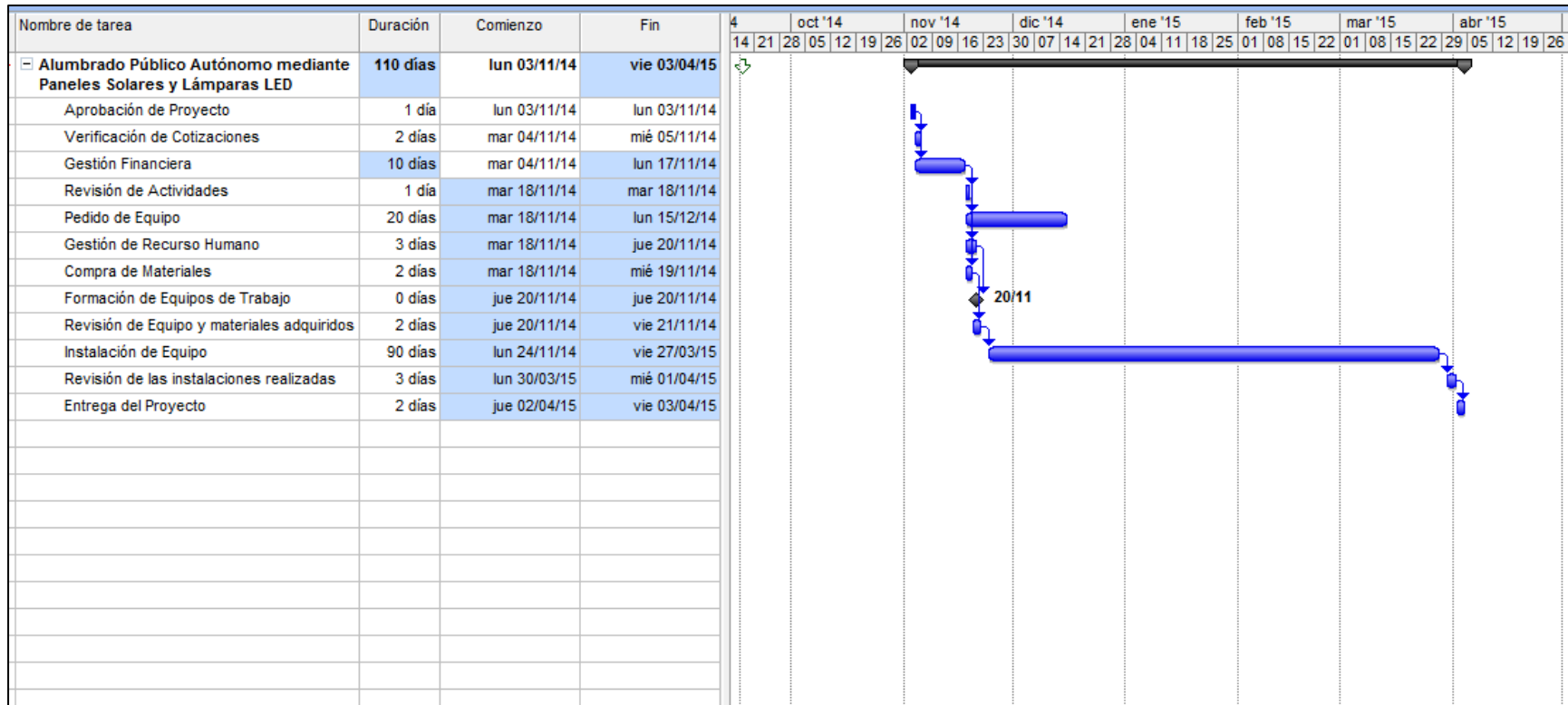
Área de Estacionamiento	Cantidad de Lámparas	Tipo de Lámpara	Watts	Potencia de Lámparas (Kw)	Lámparas en Uso	Consumo de Balastro	Horas de Uso al Día	Día/mes	Energía Activa Mensual	Energía Diaria
Visitas	8	Lámpara LED	44	0.044	8	0.9	12	30	114.048	3.8016
Catedráticos	10	Lámpara LED	44	0.044	7	0.9	12	30	142.56	4.752
	4	Lámpara LED	44	0.044	2	0.9	12	30	57.024	1.9008
Alumnos	10	Lámpara LED	44	0.044	10	0.9	12	30	142.56	4.752
	6	Lámpara LED	80	0.080	6	0.9	12	30	155.52	5.184
	67	Lámpara LED	44	0.044	25	0.9	12	30	955.152	31.8384
<b>TOTAL</b>									<b>1566.864</b>	<b>52.2288</b>

**Tabla 23. Consumo del sistema de alumbrado público propuesto trabajando al 100% en mes de 31 días**

Área de Estacionamiento	Cantidad de Lámparas	Tipo de Lámpara	Watts	Potencia de Lámparas (Kw)	Lámparas en Uso	Consumo de Balastro	Horas de Uso al Día	Días/mes	Energía Activa Mensual	Energía Diaria
<i>Visitantes</i>	8	Lámpara LED	44	0.044	8	0.9	12	31	117.8496	3.8016
<i>Catedráticos</i>	10	Lámpara LED	44	0.044	7	0.9	12	31	147.312	4.752
	4	Lámpara LED	44	0.044	2	0.9	12	31	58.9248	1.9008
<i>Alumnos</i>	10	Lámpara LED	44	0.044	10	0.9	12	31	147.312	4.752
	6	Lámpara LED	80	0.080	6	0.9	12	31	160.704	5.184
	67	Lámpara LED	44	0.044	25	0.9	12	31	986.9904	31.8384
<b>TOTAL</b>									<b>1619.0928</b>	<b>52.2288</b>

Como se puede observar según resultados obtenidos con la implementación del nuevo sistema de alumbrado público la universidad disminuye el consumo de energía eléctrica en un 82% al momento cambiar las luminarias por lámparas LED.

## 6.4 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO



## 6.5 PRESUPUESTO

De acuerdo a los análisis y cálculos realizados en este capítulo y el capítulo anterior, se pueden identificar los siguientes costos, los cuales son esenciales para realizar el cálculo de la inversión y el presupuesto con el que debería contar la universidad al momento de decidir en ejecutar el proyecto:

1. Costo por Consumo de Energía Eléctrica
2. Costos por Mantenimiento
3. Costos por Materiales
4. Calculo de los ahorros que podría obtener la universidad
5. Costos de Incremento del Precio del Combustible Bunker

### 6.5.1 COSTOS POR CONCEPTO DE ALUMBRADO PÚBLICO ACTUAL

Para poder realizar el cálculo se tomaron en cuenta los cálculos aproximados cálculos por mantenimiento, pago de facturación mensual en lo referente al consumo de alumbrado público y los costos por materiales a los que incurres la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) en su campus de Tegucigalpa.

En la tabla 24 y 25 se detallan los costos del sistema de alumbrado público en sus dos escenarios, trabajando al 100% y al 55.24%.

**Tabla 24. Costos anuales de alumbrado público trabajando al 100%**

Año	Costo por Mantenimiento	Costo por Facturación Mensual en Alumbrado Publico	Costo Por Materiales	% Ajuste Por Combustible	Total Costos
1	105,000	314,135.03	36,204	24.64%	378,842.07
2	110,250	343,345.75	38,014	36.23%	409,019.48
3	115,763	317,789.52	39,915	26.09%	393,924.48
4	121,551	316,201.70	41,911	25.46%	399,079.60

5	127,628	317,839.92	44,006	26.11%	407,242.59
6	134,010	318,671.64	46,206	26.44%	415,074.57
7	140,710	318,848.06	48,517	26.51%	422,718.34
8	147,746	315,521.21	50,943	25.19%	427,822.24
9	155,133	315,823.65	53,490	25.31%	436,339.30
10	162,889	316,730.98	56,164	25.67%	445,772.89
<b>TOTAL</b>	<b>1320,679</b>	<b>3194,907.47</b>	<b>455,370</b>		<b>4135,835.56</b>

**Tabla 25. Costos actuales en alumbrado público trabajando al 55.24%**

Año	Costo por Mantenimiento	Costo por Facturación	Costo Por Materiales	% Ajuste Por Combustible	Total Costos
1	105,000	178,183.40	36,204	24.64%	265,730.32
2	110,250	194,752.28	38,014	36.23%	285,389.71
3	115,763	180,256.30	39,915	26.09%	279,496.84
4	121,551	179,355.66	41,911	25.46%	285,223.69
5	127,628	180,284.89	44,006	26.11%	292,796.80
6	134,010	180,756.65	46,206	26.44%	300,329.30
7	140,710	180,856.72	48,517	26.51%	307,909.54
8	147,746	178,969.67	50,943	25.19%	314,211.36
9	155,133	179,141.22	53,490	25.31%	322,619.51
10	162,889	179,655.87	56,164	25.67%	331,726.40
<b>TOTAL</b>	<b>1320,679</b>	<b>1812,212.66</b>	<b>455,370</b>		<b>2985,433.49</b>

## 6.5.2 COSTOS POR CONCEPTO DE ALUMBRADO PÚBLICO PROPUESTO

El cálculo de los costos a los que incurre un sistema de alumbrado público son muchos menores a los de un sistema de alumbrado público tradicional, debido a que estos requieren de menos mantenimiento.

**Tabla 26. Costos anuales del sistema de alumbrado público autónomo**

<b>Año</b>	<b>Costo por Mantenimiento</b>	<b>Costo por Materiales</b>	<b>Total Costos</b>
1	50,000	6,220.00	56,220
2	51,000	6,344.40	57,344
3	52,020	6,471.29	58,491
4	53,060	6,600.71	59,661
5	54,122	6,732.73	60,854
6	55,204	6,867.38	62,071
7	56,308	7,004.73	63,313
8	57,434	7,144.82	64,579
9	58,583	7,287.72	65,871
10	59,755	7,433.48	67,188
<b>TOTAL</b>	<b>547,486</b>	<b>68,107.26</b>	<b>615,593</b>

## **6.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA**

La Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC) una vez pudiendo identificar la diferencia que existe y los beneficios que podrían obtener en su recibo de facturación de energía mensual, con la implementación de este tipo de tecnologías, podrán empezar a tener interés en conocer en cuanto tiempo comenzaría a realizarse el retorno de la inversión.

En la **tabla 20** del presente documento se pudo observar que el Costo Total de la Inversión del Sistema de Alumbrado Público con Paneles Solares y Lámparas LED es de **DOS MILLONES DOSCIENTOS DIEZ MIL CIENTO CINCUENTA Y NUEVE LEMPIRAS CON SETENTA Y SIETE CENTAVOS (Lps. 2,210,159.77)**.

A continuación en la tabla 27 se detalla cual es el ahorro anual acumulado que tendría la universidad al implementar este tipo de sistema.

**Tabla 27. Ahorro anual de costos de alumbrado público en Lempiras**

Año	Costos Anuales del Sistema Actual al 100%	Costos Anuales del Sistema Actual al 55.24%	Costos Anuales del Sistema Propuesto	Ahorro al 100%	Ahorro al 55.24%	Ahorro Acumulado al 100%	Ahorro Acumulado al 55.24%
1	378,842.07	265,730.32	56,220.00	322,622.07	209,510.32	322,622.07	209,510.32
2	409,019.48	285,389.71	57,344.40	351,675.08	228,045.31	674,297.15	437,555.63
3	393,924.48	279,496.84	58,491.29	335,433.20	221,005.56	1009,730.35	658,561.19
4	399,079.60	285,223.69	59,661.11	339,418.49	225,562.58	1349,148.84	884,123.77
5	407,242.59	292,796.80	60,854.34	346,388.26	231,942.47	1695,537.09	1116,066.23
6	415,074.57	300,329.30	62,071.42	353,003.14	238,257.87	2048,540.24	1354,324.11
7	422,718.34	307,909.54	63,312.85	359,405.49	244,596.69	2407,945.72	1598,920.80
8	427,822.24	314,211.36	64,579.11	363,243.13	249,632.25	2771,188.85	1848,553.05
9	436,339.30	322,619.51	65,870.69	370,468.61	256,748.82	3141,657.46	2105,301.87
10	445,772.89	331,726.40	67,188.10	378,584.79	264,538.30	3520,242.25	2369,840.17

Para que la universidad pueda realizar la inversión de Lps. 2, 210,159.77 se realizó una cotización de un préstamo con Banco Ficohsa a un plazo de 9 años, en donde el cálculo es el siguiente:

**Tabla 28. Préstamo Bancario**

<b>Monto a Invertir</b>	2210,159.77
<b>Monto(Lps.)</b>	2043,309.77
<b>Períodos(Años)</b>	8
<b>Tasa(%)</b>	19.00

<b>PRESTAMO PARA EL PROYECTO</b>					
<b>Años</b>	<b>Fecha</b>	<b>Pago Anual</b>	<b>Interés</b>	<b>Amortización</b>	<b>Saldo</b>
0					2043,309.77
1	oct-14	516,722.51	388,228.86	128,493.66	1914,816.11
2	oct-15	516,722.51	363,815.06	152,907.45	1761,908.65
3	oct-16	516,722.51	334,762.64	181,959.87	1579,948.79
4	oct-17	516,722.51	300,190.27	216,532.24	1363,416.54
5	oct-18	516,722.51	259,049.14	257,673.37	1105,743.17
6	oct-19	516,722.51	210,091.20	306,631.31	799,111.86
7	oct-20	516,722.51	151,831.25	364,891.26	434,220.60
8	oct-21	516,722.51	82,501.91	434,220.60	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>4,133,780.11</b>	<b>2,090,470.34</b>	<b>2,043,309.77</b>	

Una vez obtenido los ahorros y el cálculo del préstamo que tendría que incurrir la universidad, en la tabla 29 se puede observar que la tasa interna de retorno es del 19% al cuarto año siempre y cuando el alumbrado público de la universidad esté funcionando al 100%, y en caso de que éste funcione al 55.24% la tasa interna de retorno sería a partir del quinto año con un retorno de la inversión del 14%.

**Tabla 29. Tasa Interna de Retorno**

Año	Anualidad por inversión	Ahorro por Materiales Desinstalados	Ahorro Acumulado al 100%	Ahorro Acumulado al 55.24%	Tasa Interna de Retorno al Funcionamiento del 100%	Tasa Interna de Retorno al Funcionamiento del 55.24%
0	2210,159.77	166,850.00	2043,309.77	-2043,309.77		
1	516,722.51		322,622.07	209,510.32		
2	516,722.51		674,297.15	437,555.63		
3	516,722.51		1009,730.35	658,561.19		
4	516,722.51		1349,148.84	884,123.77	19%	2%
5	516,722.51		1695,537.09	1116,066.23	30%	14%
6	516,722.51		2048,540.24	1354,324.11	37%	22%
7	516,722.51		2407,945.72	1598,920.80	41%	27%
8	516,722.51		2771,188.85	1848,553.05	44%	31%
9	516,722.51		3141,657.46	2105,301.87	46%	33%
10			3520,242.25	2369,840.17	47%	35%

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

AHPER, A. (2013). Energía Renovable en Honduras. Recuperado a partir de <http://ahper.org/index.php/energ%C3%ADa-renovable-en-honduras.html>

Alejandro Vargas, A. V. (2013). La energía mareomotriz | Suite101. Recuperado a partir de <http://suite101.net/article/la-energia-mareomotriz-a16115#.U5phSij6zk8>

Ariela Ruiz Caro. (2007). La seguridad energética de América Latina y el Caribe en el contexto mundial.

Bun-Ca. (2002). SOLAR FOTOVOLTAICA. Recuperado a partir de [http://www.bun-ca.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=327&Itemid=112](http://www.bun-ca.org/index.php?option=com_content&view=article&id=327&Itemid=112)

Ciemat. (2006). Situación de la energía en el Mundo, Europa y España. Recuperado a partir de <http://www.energiasrenovables.ciemat.es/especiales/energia/index.htm>

Coviello, & Manilo. (2006). Fuentes renovables de energía en América Latina y el Caribe : dos años después de la Conferencia de Bonn. 09-2006. Recuperado a partir de <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/4141>

Cabrerizo, E. A. (1985). *Instalaciones de energía solar fotovoltaica*. Recuperado a partir de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=120767>

Cayetano Espejo Marín, C. E. M. (2004, octubre). energía solar en españa - Google Académico. Recuperado a partir de <http://scholar.google.es/scholar?hl=es&q=energia+solar+en+espa%C3%B1a&btnG=&lr=>

Dirección General de Industria y minas. (2006). *Guía Técnica de Iluminación Eficiente*.

ENEE. (2014). Informe Mensual de Generación de Energía Eléctrica en Honduras.

Enriquez Harper. (2007). *Manual práctico del alumbrado - Gilberto Enríquez Harper - Google Libros*. Mexico, D.F.: Limusa S.A. de C.C. Recuperado a partir de

[http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=czh4uoBxun8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=tipos+de+luminarias+para+alumbrado+publico&ots=Xo\\_w49eXSD&sig=a2s4ss8eFDdn6XegW9u-aTSQ6Ls#v=onepage&q&f=false](http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=czh4uoBxun8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=tipos+de+luminarias+para+alumbrado+publico&ots=Xo_w49eXSD&sig=a2s4ss8eFDdn6XegW9u-aTSQ6Ls#v=onepage&q&f=false)

Herman Fernández, Abelardo Martínez, & Víctor Guzmán. (2008). Modelo Genérico de Celdas Fotovoltaicas, 12(48).

Javier Moraga Gómez. (2009). *Instalación Eléctrica de baja tensión de una nave industrial centro de transformación*. Recuperado a partir de <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/2131/577220.pdf?sequence=1>

Jesús Hernández. (2013). Cómo mejorar los resultados de la certificación energética: las instalaciones energéticas.

José Santamarta. (2004). *Las energías renovables son el futuro*. Recuperado a partir de <http://www.nacionmulticultural.unam.mx/mezinal/docs/511.pdf>

Krenzinger, & Prieb. (2005). Clasificación y Selección de Módulos Fotovoltaicos para una Central, 9.

Lorenzo, E. (2002). La energía que producen los sistemas fotovoltaicos conectados a la red: El mito del 1300 y el «cascabel del gato». *Era Solar*, 107, 22–28.

Méndez, J., & Cuervo, R. (2007). Energía solar fotovoltaica. *Madrid, FC Editorial*. Recuperado a partir de <https://energiasolar.gub.uy/cms/images/documentos/Noticias/data%20room%20fv.pdf>

Solar Energy International. (2007). *Fotovoltaica: Manual de Diseño e Instalación*.

Truman Pineda, Harling Duarte, & Gery Matute. (2012). *Uso óptimo y alumbrado público autónomo en la UNAH*.

UNITEC, U. *Historia | UNITEC | La Universidad Global de Honduras*. Recuperado 16 de noviembre de 2014, a partir de <http://www.unitec.edu/acerca/historia/>

# **ANEXOS**

## **Anexo 1**

### **Encuesta Sobre Satisfacción del Uso del Alumbrado Público Del Campus Tegucigalpa, UNITEC**

*Somos estudiantes de la Maestría en Administración de Proyectos y nos interesa conocer cuál es el grado de satisfacción de los usuarios en lo referente al tema de alumbrado público existente en el campus de Tegucigalpa, UNITEC.*

**Instrucciones:** *Lea cuidadosamente cada una de las siguientes preguntas y encierre la opción que más se acerca a su realidad.*

**1. ¿Cómo califica el servicio de alumbrado público en el Campus UNITEC de Tegucigalpa?**

- a) Excelente
- b) Satisfactorio
- c) Regular
- d) Malo
- e) No se/No responde

**2. ¿Cree que la universidad proporciona el mantenimiento adecuado al alumbrado público?**

- a) Si
- b) No

**3. ¿Usted ha notado que al haber una lámpara dañada el periodo de tiempo para la sustitución de esta es rápido?**

- a) Si
- b) No

**4. En su percepción. ¿El tiempo de sustitución de cada lámpara dañada en promedio es alrededor de:**

- a) Una Semana
- b) Un Mes
- c) Cada Tres Meses
- d) Un Año
- e) Nunca

**5. ¿Qué tan seguro se siente al recorrer las áreas de estacionamiento con poca iluminación?**

- a) Muy Seguro
- b) Seguro
- c) Inseguro
- d) Muy Inseguro

**6. ¿Cree usted que se cuenta con la suficiente iluminación para cada área de estacionamientos en la universidad?**

- a) Si
- b) No

**7. Tomando en consideración la situación energética actual del país. ¿Estaría de acuerdo usted con que la Universidad cambiara el sistema actual de alumbrado público por la implementación de un nuevo sistema de alumbrado público autónomo mediante el uso de paneles solares y lámparas LED'S que impactaría en el ahorro de consumo de energía eléctrica?**

- a) Si
- b) No                      ¿Por qué?: \_\_\_\_\_

**8. ¿Cuál es su ocupación en la Universidad?**

- a) Estudiante
- b) Catedrático
- c) Empleado del Área Administrativa
- d) Empleado del Área de Servicios Generales
- e) Otros.

Especifique: \_\_\_\_\_

**9. ¿Cuál es su género?**

- a) Femenino
- b) Masculino

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

## Anexo 2.

### **Cuestionario Para El Personal De Mantenimiento De Unitec, Tegucigalpa**

En el presente cuestionario, se presentan una serie de preguntas relacionadas con el alumbrado público en el campus UNITEC que son importantes para el desarrollo del estudio del sistema de alumbrado público autónomo, con el propósito de conocer la situación del alumbrado actual y poder implementar cambios al mismo.

**Instrucciones:** Lea cuidadosamente cada una de las siguientes preguntas y encierre la opción que más se acerca a su realidad.

#### **1. ¿Cuál es su función principal en el departamento de mantenimiento en UNITEC?**

- a). Revisión y cambio de Lámparas
- b). Revisión de polos tierra
- c). Revisión de alteraciones en el cableado
- d). Reparación de daños en cables de tendido eléctrico
- e). Todos los anteriores

#### **2. ¿Cuántas horas permanecen encendidas las lámparas del alumbrado público?**

- a). 6-8 horas
- b). 10 horas
- c). 12 horas
- d). 14 horas

#### **3. ¿Cada cuánto realizan revisiones de lámparas del alumbrado público?**

- a). 4 meses
- b). 6 meses
- c). 8 meses
- d). 12 meses
- e). otro (indique) \_\_\_\_\_

#### **4. Cuando se daña una lámpara, ¿Cuánto tiempo tarda la universidad en cambiarla?**

- a). Días: Indique cuantos \_\_\_\_\_
- b). Horas: Indique cuantas \_\_\_\_\_

#### **5. ¿En los últimos 4 meses se ha hecho mantenimiento en lámparas quemadas?**

- a). Si
- b). No

#### **6. ¿Qué tipo y capacidad de lámparas usan actualmente para alumbrado público?**

- a). Vapor de Sodio de alta presión de 150 watts
- b). Vapor de sodio de alta presión de 250 watts
- c). Vapor de Mercurio de alta presión de 250 watts

- d). Vapor de Mercurio de alta presión de 175 watts
- e). otro (indique cual) \_\_\_\_\_

**7. ¿Cuál es la vida útil de las lámparas utilizadas para alumbrado público en la universidad?**

- a). 1000 horas
- b). 2000 horas
- c). 20000 horas
- d). 30000 horas
- c). 50000 horas

**8. ¿El mantenimiento del alumbrado público es responsabilidad única de UNITEC?**

- a). Si
- b). No

¿Porque? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**9. ¿Cuál es el monto anual en lempiras asignado para mantenimiento del alumbrado público en el campus UNITEC?**

- a). Lps. 10,000
- b). Lps. 20,000 a 25,000
- c). Lps. 25,000 a 30,000
- d). Lps. 30,000 a 50,000
- e). Lps. 50,000 a 100,000

**10. En general, usted diría que el mantenimiento que se le da actualmente al alumbrado público es:**

- a). Excelente
- b). Muy bueno
- c). bueno
- d). Regular
- e). Malo

**Nombre del Empleado:** \_\_\_\_\_

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

## Anexo 3.

### Tarifas de Energía Eléctrica

#### COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA

#### COMUNICADO

En cumplimiento a la Ley Marco del Sub Sector Eléctrico, la Comisión Nacional de Energía (CNE), hace del conocimiento al público en general las nuevas tarifas de energía eléctrica,

aplicables para el periodo 2009-2013, y aprobadas en el Pleno de la CNE con fecha treinta de enero del año dos mil nueve, y que entrarán en vigencia a partir del primero de febrero del presente año.

CARLOS RUBÉN LÓPEZ OLIVA  
Comisionado Secretario

CUADRO 7.1. SECTOR RESIDENCIAL (TARIFA "A")			
TARIFA VIGENTE EN EL SISTEMA CENTRAL INTERCONECTADO			
APLICABLE DESDE EL AÑO 2009			
TARIFA "A"			
SERVICIO RESIDENCIAL			
<b>SEGMENTOS</b>			
Precio por los primeros	100 kWh	1.4037	L./kWh
Precio por kWh por los siguientes	50 kWh	2.4965	L./kWh
Precio por kWh por los siguientes	150 kWh	2.4965	L./kWh
Precio por kWh por los siguientes	200 kWh	3.1193	L./kWh
Precio por kWh por el exceso de 500 kWh		3.4313	L./kWh
<b>ALQUILER DE MEDIDORES</b>			
Monofásico			5.00
Trifásico			90.00
El monto resultante de aplicar esta tarifa, será modificado de acuerdo con lo que establecen las correspondientes Fórmulas de Ajuste Automático.			

CUADRO 7.2. SECTOR COMERCIAL (TARIFA "B")			
TARIFA VIGENTE EN EL SISTEMA CENTRAL INTERCONECTADO			
APLICABLE DESDE EL AÑO 2009			
TARIFA "B"			
SERVICIO GENERAL EN BAJA TENSIÓN			
Se aplica a cualquier abonado del servicio eléctrico en baja tensión. 1			
<b>SEGMENTOS</b>			
Precio por los primeros	500 kWh	3.5872	L./kWh
Precio por los siguientes	500 kWh	3.7432	L./kWh
Precio por el exceso de	1,000 kWh	3.7432	L./kWh
<b>Alquiler de medidor (Por medidores instalados)</b>			
Monofásico			5.00
Trifásico			90.00
<b>FACTOR DE POTENCIA</b>			
El usuario se compromete a mantener un factor de potencia no inferior al 90%. En el caso que el factor de potencia promedio del usuario sea inferior al 90%, la factura total será incrementada, aplicándole al valor original, el cociente que resulta de dividir el			

factor de potencia mínimo establecido (90%) entre el factor de potencia promedio del usuario en ese mes. La ENEE podrá exigir que el usuario mantenga un factor de potencia superior al 90%, debiendo en este caso comunicarlo a sus usuarios con un (1) año de anticipación.

NOTA: Lo establecido en esta tarifa modifica automáticamente los contratos suscritos por la ENEE, para el suministro de energía. Al consumo que se totalice en un mes determinado, para efectos de facturación, se le aplicará la tarifa establecida para ese mes.

El monto resultante de aplicar esta tarifa, será modificado de acuerdo con lo que establecen las correspondientes Fórmulas de Ajuste Automático.

1) INNOVACIÓN TARIFARIA QUE PERMITE A LOS USUARIOS DE ESTE SECTOR CON CONSUMOS MENORES O IGUALES A 500 KWH POR MES, ACCEDER A TARIFAS ADECUADAS ORIENTADAS A PERMITIR QUE LA MAYORÍA DE LOS CLIENTES PUÉDAN DESARROLLAR LA ACTIVIDAD COMERCIAL, RESULTANDO EN MEJORAS A LA ECONOMÍA NACIONAL.

### CUADRO 73. SECTOR INDUSTRIAL PEQUEÑO (TARIFA "C")

#### TARIFA VIGENTE EN EL SISTEMA CENTRAL INTERCONECTADO APLICABLE DESDE EL AÑO 2009 TARIFA "C"

SERVICIO EN ALTA TENSION CON PUNTO DE ENTREGA Y DE MEDICIÓN ÚNICO EN CIRCUITO PRIMARIO DE DISTRIBUCIÓN TENSIONES 13.8 Y 34.5 KV.

Aplicable a los usuarios del servicio eléctrico que han firmado contrato para suplirse del servicio acogiéndose a esta tarifa por un año o más, pero con no menos de 250 kilovatios de demanda máxima mensual. La Demanda Máxima se cobrará mensualmente, y no se comparará con los 11 meses anteriores al mes facturado.<sup>2</sup>

#### ESPECIFICACIONES POR DEMANDA MÁXIMA Y MÍNIMA EN KW Y ENERGÍA EN KWH

Precio por kW de demanda máxima de facturación	111,4554	L./kW-mes
Precio por kWh de energía	2,3541	L./kWh
Cargo mínimo por los 250 kW de demanda	27,863.84	L.

Alquiler de medidor

90.00

#### DEMANDA MÁXIMA DE FACTURACIÓN

A los usuarios cuya demanda máxima mensual de facturación sea inferior a 250 kW, se les facturará un cargo adicional de L. 70,724.97 más los correspondientes cargos por energía y potencia consumida, salvo lo dispuesto en los contratos respectivos en atención a las características del servicio, y de acuerdo a las normas y regulaciones establecidas por la ENEE a este respecto.

#### FACTOR DE POTENCIA

Sólo en los casos que el CND ordene a un usuario absorber reactivo, se acepta un factor de potencia inferior al 90%, caso contrario el usuario se compromete a mantener un factor de potencia no inferior al 90%. En el caso que el factor de potencia promedio del usuario sea inferior al 90%, la factura total será incrementada, aplicándole al valor original, el cociente que resulte de dividir el factor de potencia mínimo establecido (90%) entre el factor de potencia promedio del usuario en ese mes. ENEE podrá exigir que el usuario mantenga un factor de potencia superior al 90%, debiendo en este caso comunicarlo a sus usuarios con un (1) año de anticipación.

NOTA: Lo establecido en esta tarifa modifica automáticamente los contratos suscritos por la ENEE, para el suministro de energía. El monto resultante de aplicar esta tarifa (incluye cargos adicionales), será modificado de acuerdo con lo que establecen las correspondientes Fórmulas de Ajuste Automático.

2) INNOVACIÓN TARIFARIA (TARIFA C), QUE INCENTIVA A LOS CLIENTES A DESARROLLAR PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA AL PAGAR LA DEMANDA MÁXIMA DEL MES, SIN COMPARAR CON LAS DEMANDAS MÁXIMAS DE LOS ONCE (11) MESES ANTERIORES.

## Anexo 4.

### Cotización de Lámparas LED



**Suministros Electricos**  
**Cotizaciones**

Fecha 11/09/2014  
Hora  
3:21PM

**Cliente : CTG100001 UNITEC**

Ejecutivo de Ventas : TGA Juan Fajardo

Correo electronico : juanfajardo@selhn.com

Original

**Cotizacion No. : 355971**

#	Codigo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
1	147871	LAMPARA CANASTA LED 44W 120V SMD4835 COMPLETO	1	LPS 2,500	LPS 2,500

tflamencom@gmail.com


**OFERTA VALIDA POR 15 DIAS**  
**PRECIOS SUJETOS A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO**

Sub-Total	LPS 2,500.00
Impuesto	LPS 375.00
<b>Total</b>	<b>LPS 2,875.00</b>



## Anexo 6

### Cotización de Panel Solar, Controlador y Baterías



Col. Fátima, Av. República de Chile, Casa # 218  
 Tegucigalpa, Honduras  
 Tel: (504) 2239-8213, 2232-0186, 2232-1831 Fax: (504) 2239-1028  
 www.solarishn.com  
 Spc: 2250-887, Dant: 2753-5297, La Ceiba: 2441-1816

Nombre/Dirección: \_\_\_\_\_

Unidad: \_\_\_\_\_

Página: 1 de 1

## COTIZACION

Fecha	Referencia
10/9/2014	No. Docs: 00616

Vendedor: Carlos Rene Cuatle P  
 Correo: Electrónico: ccoello@solarishn.com

Codigo	Cant	Descripción
355	1.0	MODULO SOLARIS-SP-100 WATTS
462	1.0	BATERIA TRIGIAN 12 VOL 105 AMP, 271MX
581	1.0	CONTROLADOR MORNINGSTAR F/NOCTURNA 20 AMP

Gracias Por Preferirnos

Al Firmar la presente Cotización la Convierte en Orden de Compra

Firma: \_\_\_\_\_

Esta Cotización Tiene Validez de 15 días

Sub Total	LPS 11,331.00
Total Impuesto	LPS 1,666.85
<b>Gran Total</b>	<b>LPS 13,030.85</b>



## Anexo 8

### Cotización de Panel Solar, Controlador y Baterías



Col. Palma Ave. Republica de Chile, Casa # 218  
Tegucigalpa, Honduras  
Tel: (504) 2239-8213, 2232-0186, 2232-1831 Fax: (504) 2239-1028  
www.solarishn.com  
Spe: 2250-867, Dant: 2763-5297, La Ceiba: 2441-1816

Página: 1 de 1

## COTIZACION

Fecha	Referencia
10/5/2014	No. Docu: 00817

Vendedor: Carlos René Coello P  
Correo Electronico: ccoello@solarishn.com

Nombre/Dirección: \_\_\_\_\_  
 .Unitec  
 .....

Codigo	Cant.	Descripcion
636	1,0	MODULO SOLARIS-SEG-65W 12V
462	1,0	BATERIA TROJAN 12 VOL 105 AMP. 27TMX
581	1,0	CONTROLADOR MORNINGSTAR FINOCTURNA 20 AMP

Gracias Por Preferencias

Al Firmar la presente Cotizacion la Convierte en Orden de Compra

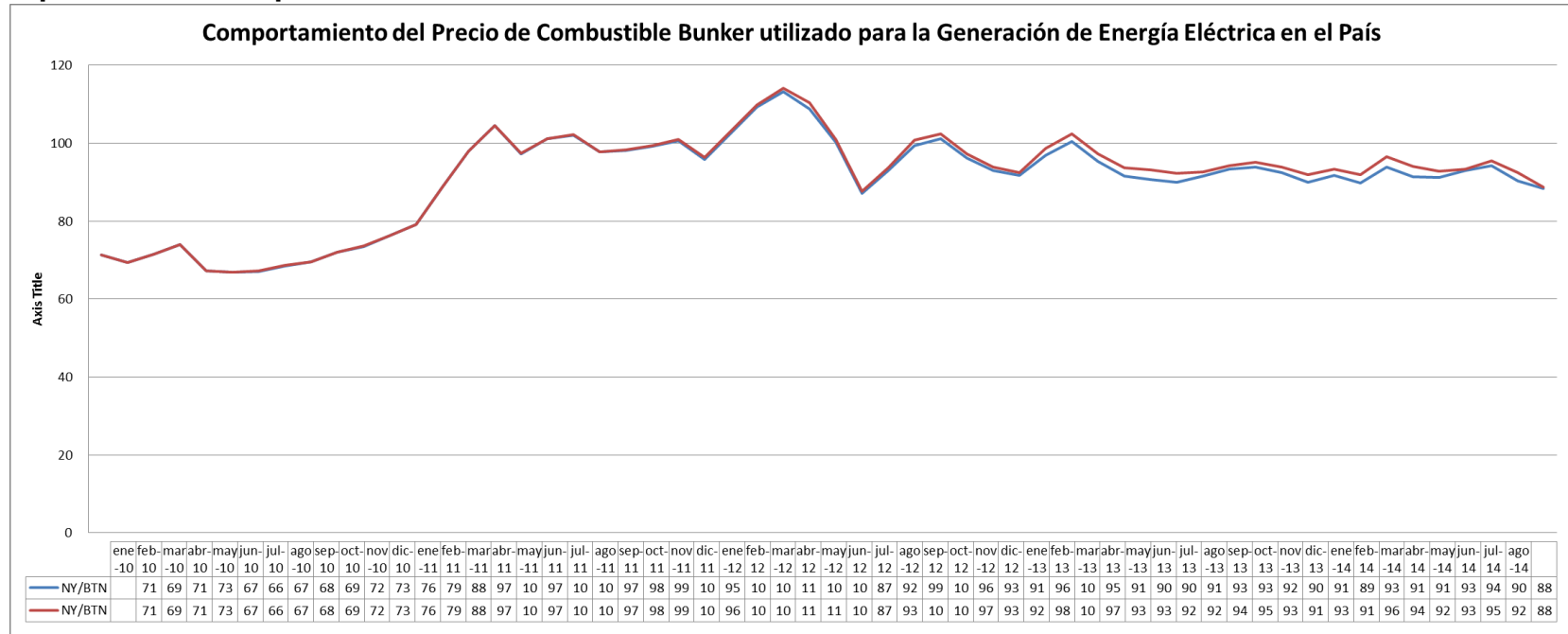
Firma: \_\_\_\_\_

Este Cotizacion Tiene Validez de 15 dias

Sub Total	LPS 10.231,00
Total Impuesto	LPS 1.534,65
<b>Gran Total</b>	<b>LPS 11.765,65</b>

## Anexo 9

### Comportamiento del precio de combustible Bunker



## ANEXO 10

### Plano de Alumbrado Público Existente en UNITEC, Tegucigalpa

