

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**



**Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi**

**CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA**  
**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**  
**INGENIERO ELÉCTRICO EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA**

**TEMA:**

**“ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE  
UN SISTEMA DE TELEGESTIÓN QUE REALIZARÁ EL CONTROL Y  
MONITOREO DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL CENTRO  
HISTÓRICO DEL CANTÓN PUJILÍ”.**

**AUTOR:**

**Raúl Gonzalo Trávez Osorio**

**DIRECTOR:**

**Ing. Vicente Quispe**

**ASESOR:**

**Dr. Marcelo Bautista**

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Febrero - 2015**





## FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante:

- **Raúl Gonzalo Trávez Osorio.**

Con la tesis, cuyo título es: **“ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEGESTIÓN QUE REALIZARÁ EL CONTROL Y MONITOREO DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL CENTRO HISTÓRICO DEL CANTÓN PUJILÍ”**

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

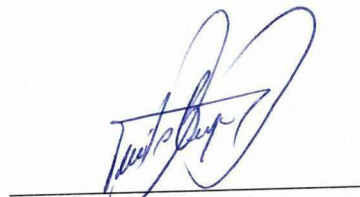
Latacunga, 23 de febrero del 2015.

Para constancia firman:

  
Ing. Franklin Medina  
PRESIDENTE

  
MSc. Bolívar Vaca  
MIEMBRO

  
Ing. Héctor Barrera  
OPOSITOR

  
Ing. Vicente Quispe  
TUTOR (DIRECTOR)

## AUTORIA

Yo, Raúl Gonzalo Trávez Osorio declaro bajo juramento que el trabajo de investigación aquí presentado es de mi autoría, además que este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación personal y que se ha consultado en dichas bibliografías que se vinculan en este documento.



**Raúl Gonzalo Trávez Osorio**

C.I. 050329765-7



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Trabajo de  
Grado  
CIYA

COORDINACIÓN  
TRABAJO DE GRADO

## AVAL DE DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Directo de Trabajo de Investigación sobre el tema:

**“ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEGESTIÓN QUE REALIZARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL CENTRO HISTÓRICO DEL CANTÓN PUJÍ”**

Del señor estudiante; **Raúl Gonzalo Trávez Osorio** postulante de la Carrera de **Ingeniería Eléctrica**.

### CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de Tesis** que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 25 de febrero del 2015.

EL DIRECTOR

Ing. Vicente Quispe.  
C.C. 050291801-4

**DIRECTOR DE TESIS**



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Trabajo de  
Grado  
CIYA

COORDINACIÓN  
TRABAJO DE GRADO

## AVAL DE ASESOR METODOLÓGICO

En calidad de Asesor Metodológico del Trabajo de Investigación sobre el tema:

**“ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEGESTIÓN QUE REALIZARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL CENTRO HISTÓRICO DEL CANTÓN PUJÍ”**

Del señor estudiante; **Raúl Gonzalo Trávez Osorio** postulante de la Carrera de **Ingeniería Eléctrica**.

### CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de Tesis** que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 25 de febrero 2015.

EL ASESOR METODOLÓGICO

Dr. Vicente Marcelo Bautista Illescas.  
C.C. 050132897-5

**ASESOR METODOLÓGICO**

## CERTIFICACION DE LA EMPRESA ELEPCO S.A.

En calidad **JEFE DE ALUMBRADO PUBLICO** del departamento de la Dirección Técnica perteneciente a la **ELEPCO S.A.** A petición verbal del interesado certifico que:

El señor **Raúl Gonzalo Trávez Osorio**, portador de la cedula de ciudadanía N° **050329765-7**, realizo la Tesis de Grado con el tema:

**“ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEGESTIÓN QUE REALIZARÁ EL CONTROL Y MONITOREO DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL CENTRO HISTÓRICO DEL CANTÓN PUJILÍ”**. Bajo la supervisión de esta área, siguiendo todos los lineamientos y requerimientos establecidos por la **ELEPCO S.A.**

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado, hacer uso de este documento en forma de que estime conveniente.

Latacunga, 24 de febrero del 2015

Atentamente,

.....  
Ing. Carlos Gustavo Cevallos Carvajal Msc.  
C.C. 0501864441  
JEFE DE ALUMBRADO PÚBLICO ELEPCO S.A.

## CERTIFICADO

En calidad de Jefe FAE del departamento de Aplicaciones perteneciente a la Empresa **SCHRÉDER. ECUADOR S.A.** A petición verbal del interesado certifico que:

El señor **Raúl Gonzalo Trávez Osorio**, portador de la cedula de ciudadanía N° **050329765-7**, realizo la Tesis de Grado con el tema:

**“ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEGESTIÓN QUE REALIZARÁ EL CONTROL Y MONITOREO DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL CENTRO HISTÓRICO DEL CANTÓN PUJILÍ”** bajo la supervisión de esta área, siguiendo todos los lineamientos y requerimientos establecidos por **SCHRÉDER**.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado, hacer uso de este documento en forma de que estime conveniente.

Quito, 24 de febrero del 2015

Atentamente,

**SCHRÉDER ECUADOR S.A.**



Ing. Fernando Efraín Rodríguez Beltrán

C.C. 171226121-1

**Jefe FAE**

## **AGRADECIMIENTO**

Ante todo quiero agradecer a Dios por darme la fuerza necesaria para poder seguir siempre adelante y no desmayar en el camino y lograr conseguir este objetivo.

A mis padres por guiarme y apoyarme de manera incondicional para conseguir cada uno de mis objetivos.

A mi director de tesis, Ing. Vicente Quispe, que supo guiarme y siempre estar ahí para brindarme sus conocimientos para poder llevar a cabo esta tesis y alcanzar uno más de mis objetivos.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Carlos Cevallos jefe de Alumbrado Público de la ELEPCO S.A. quien me guió con sus conocimientos y me facilitó la información necesaria para realizar este trabajo.

Al Ing. Fernando Rodríguez jefe de diseño de proyectos de SCHREÐER Ecuador S.A. por facilitarme la información necesaria para llevar a cabo el estudio del sistema tele-gestionable.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico a las personas más importantes en mi vida mi familia ya que siempre están ahí brindándome su apoyo incondicional, a todo los profesores en mi vida estudiantil que me transmitieron sus conocimientos y me proporcionaron todo lo necesario ser una persona de bien para la sociedad.

**Raúl Gonzalo Trávez Osorio.**

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DE TESIS .....	iii
CERTIFICACIÓN ASESOR METODOLÓGICO.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS .....	xix
RESUMEN.....	xxi
ABSTRACT.....	xxii
INTRODUCCION .....	xxiv
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos .....	1
1.2 Eficiencia Energética.....	3
1.3 Eficiencia energética de una instalación. ....	6
1.4 Alumbrado Público.....	8
1.5 Tipos de Lámparas. ....	9
1.5.1 Lámparas Incandescentes.....	9
1.5.1.1 Lámpara incandescente normal. ....	9
1.5.1.2 Lámpara incandescente halógena de Tungsteno.....	10

1.5.2	Lámparas de Descarga. ....	11
1.5.2.1	Lámpara de sodio de Baja Presión.....	11
1.5.2.2	Lámpara de sodio de Alta Presión. ....	11
1.5.2.3	Lámpara de mercurio de Baja Presión.....	12
1.5.2.4	Lámparas de mercurio de Alta presión. ....	13
1.5.2.5	Lámpara de vapor de mercurio. ....	13
1.5.3	Lámpara Fluorescente. ....	16
1.5.4	TecnologíaLed.....	17
1.5.4.1	Lámpara Led Tele-gestionable .....	19
1.5.4.2	Ventajas .....	19
1.5.4.3	Lensoflex®2 .....	20
1.5.4.4	Tecnología Fututeproof.....	21
1.5.4.5	Programación horaria flexible .....	21
1.6	Tele-gestión del alumbrado público. ....	21
1.6.1	Potencia Virtual (PV).....	23
1.6.2	Emisión selectiva de flujo luminoso (SDLO).....	24
1.6.3	Ventajas de un sistema de Tele-gestión .....	24
1.6.4	Niveles de Tele-gestión.....	25
1.6.4.1	Tele-gestión Básica.....	26
1.6.4.2	Tele-gestión Intermedia. ....	27
1.6.4.3	Tele-gestión Avanzada. ....	29
1.7	Comunicación de un sistema de Tele-gestión utilizando ZigBee. ....	32
	Dirección virtual: .....	32
1.7.1	LuCo-NX (Controlador de Luminarias).....	33

1.7.2	SeCo (Controlador de Segmento) .....	34
1.8	Software “ULYSSE V2.3” .....	35
1.8.1	Buscador de Soluciones .....	36
1.8.2	Alumbrado público.....	36
1.8.3	Alumbrado General .....	37
1.8.4	Simulación .....	37
CAPÍTULO II .....		39
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....		39
2.1	Introducción.....	39
2.2	La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. en sus inicios.....	40
2.2.1	Áreas de Concesión de Cotopaxi .....	41
2.3	Metodología de la Investigación .....	43
2.4	Métodos de Investigación.....	44
2.5	Planificación del Alumbrado Público.....	45
2.5.1	Políticas de Servicio para el Alumbrado Público.....	45
2.6	Metodología de la Investigación .....	45
2.6.1	Investigación Bibliográfica .....	45
2.6.2	Método Experimental.....	46
2.6.3	Observación.....	46
2.7	Regulación para el Alumbrado Público.....	46
2.7.1	Diferentes lámparas que posee ELEPCO S.A.....	47
2.7.1.1	Flujo luminoso por potencias de ELEPCO S.A.....	48
2.7.2	Demanda del Alimentador 2 de Pujilí.....	49
2.7.2.1	Luminarias utilizadas .....	52

2.8	Análisis del Alumbrado Público en Pujilí. ....	56
2.8.1	Calles más transitadas. ....	56
2.8.2	Ancho promedio de las vías. ....	58
2.8.3	Inter-distancia entre los postes de Alumbrado Público. ....	60
2.8.4	Análisis de la luminaria en Pujilí. ....	61
2.8.5	Costos de Operación y Mantenimiento. ....	63
2.8.5.1	Análisis del consumo de energía en Alumbrado Público. ....	64
2.8.5.2	Análisis del costo de mantenimiento del Alumbrado Público de Pujilí. ....	66
2.8.6	Datos Obtenidos con el Programa Ulysse. ....	67
2.9	Verificación de la hipótesis. ....	77
2.9.1	Planteamiento de la hipótesis. ....	77
2.9.2	Verificación. ....	77
CAPÍTULO III. ....		79
ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA. ....		79
3.1	Presentación. ....	79
3.2	Objetivos. ....	80
3.2.1	Objetivo General. ....	80
3.2.2	Objetivos Específicos. ....	80
3.3	Factibilidad Técnica. ....	81
3.3.1	Factibilidad técnica del alumbrado público en Pujilí. ....	81
3.4	Factibilidad Económica. ....	82
3.4.1	Factibilidad económica del proyecto. ....	82
3.5	Factibilidad Operacional. ....	84

3.6	Sistema de Telegestión .....	85
3.6.1	Luminaria que se planifica utilizar Led Teceo1 .....	90
3.6.1.1	Características Técnicas del Led Teceo1 .....	91
3.6.1.2	Ventajas del Led Teceo1 .....	92
3.6.1.3	Elementos de las luminarias .....	97
3.6.1.4	Mantenimiento de las luminarias .....	98
3.6.2	Controlador de Segmentos (SECO) .....	99
3.6.3	Controlador de Segmentos (SECO) comunicación con la nube .....	101
3.6.4	Distribución de los controladores de segmento en Pujilí .....	102
3.6.5	Controlador de Luminaria (OLC) .....	104
3.6.6	Dispositivo Zigbee .....	105
3.6.7	Software Owlet Cloud .....	111
3.6.7.1	Opciones de uso del Software(OWLET, 2014) .....	112
3.6.7.2	Configuración Básica(OWLET, 2014) .....	119
3.6.7.3	Operación del Software .....	119
3.6.7.4	Aplicaciones del Software .....	124
3.7	Consumo de Energía del Sistema actual así como del Nuevo Sistema de Alumbrado en Pujilí .....	127
3.7.1	Consumo de energía lámparas de mercurio 250W. ....	127
3.7.2	Calculo consumo de energía lámparas Led 107W incluido controlador de segmentos y controlador de luminarias. ....	129
3.7.3	Rentabilidad del Proyecto .....	135
3.7.3.1	Costo Alumbrado Público lámparas de mercurio. ....	136
3.7.3.2	Costo Alumbrado Público Tele-gestionable. ....	137
3.8	Resumen del Proyecto .....	138

3.9 Conclusiones .....	141
3.10 Recomendaciones .....	143
3.11 Glosario de Términos .....	144
BIBLIOGRAFÍA .....	146
ANEXOS .....	149

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: EFICIENCIA ENERGÉTICA. ....	4
FIGURA 2: EJEMPLOS DE ETIQUETAS ENERGÉTICAS (TAILANDIA, BRASIL, IRÁN) RESPECTIVAMENTE. ....	5
FIGURA 3: LÁMPARA INCANDESCENTE NORMAL.....	10
FIGURA 4: LÁMPARA INCANDESCENTE NORMAL HALÓGENA DE TUNGSTENO.....	10
FIGURA 5: LÁMPARA DE SODIO DE BAJA PRESIÓN.....	11
FIGURA 6: LÁMPARA DE SODIO DE ALTA PRESIÓN.....	12
FIGURA 7: LÁMPARA DE MERCURIO DE BAJA PRESIÓN.....	12
FIGURA 8: LÁMPARA DE MERCURIO DE ALTA PRESIÓN.....	13
FIGURA 9: LÁMPARA DE VAPOR DE MERCURIO.....	14
FIGURA 10: LÁMPARA FLUORESCENTE. ....	17
FIGURA 11: LED COMPOSICIÓN. ....	17
FIGURA 12: EFICIENCIA DE LÁMPARAS LED VS LÁMPARAS CONVENCIONALES. ....	18
FIGURA 13: LÁMPARA LED TELE-GESTIONABLE TECEO.....	19
FIGURA 14: SISTEMA DE TELE-GESTIÓN.....	22
FIGURA 15: LÚMENES DE LA SALIDA CONSTANTES.....	23
FIGURA 16: POTENCIA VIRTUAL (PV).....	23
FIGURA 17: EMISIÓN SELECTIVA DE FLUJO LUMINOSO (SDLO).....	24
FIGURA 18: TELE-GESTIÓN INDEPENDIENTE.....	26
FIGURA 19: RELOJ ASTRONÓMICO. ....	27
FIGURA 20: RED DE TELE-GESTIÓN AUTÓNOMA.....	28
FIGURA 21: RED DE TELE-GESTIÓN INTER-GESTIONABLE. ....	31
FIGURA 22: DIAGRAMA ZIGBEE. ....	33
FIGURA 23: LUCO-NX (CONTROLADOR DE LUMINARIAS). ....	34
FIGURA 24: SECO (CONTROLADOR DE SEGMENTO). ....	35
FIGURA 25: BUSCADOR DE SOLUCIONES.....	36

FIGURA 26: BUSCADOR DE SOLUCIONES 2.....	37
FIGURA 27: BUSCADOR.....	37
FIGURA 28: BUSCADOR DE DATOS. ....	38
FIGURA 29: EDIFICIO ELEPCO S.A. ....	40
FIGURA 30: ÁREA DE CONCESIÓN DE LA ELEPCO S.A.....	41
FIGURA 31: CURVA DE COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA EN EL MES DE ENERO. ....	51
FIGURA 32: LUMINARIA DEL ALUMBRADO PÚBLICO. ....	52
FIGURA 33: ELEMENTOS DE LA LUMINARIA. ....	54
FIGURA 34: MEDIDA DE LUXES EN LA LUMINARIA.....	61
FIGURA 35: DEMANDA EN KILO-VATIOS DE UN CIRCUITO DE LUMINARIAS EN PUJILÍ.....	64
FIGURA 36: VIDA ÚTIL DE LAS LUMINARIAS.....	65
FIGURA 37: ANÁLISIS DE LA LUMINARIA.....	68
FIGURA 38: VISTA 3D DE LOS DATOS DEL ANALIZADOR DE CALIDAD. .	69
FIGURA 39: CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CON LOS VALORES OBTENIDOS. ....	71
FIGURA 40: CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CON LOS VALORES REALES...	72
FIGURA 41: ILUMINANCIA EN LUXES. ....	73
FIGURA 42: LUMINANCIA EN CANDELAS POR METRO CUADRADO.....	74
FIGURA 43: ILUMINANCIA.....	76
FIGURA 44: SISTEMA DE TELE-GESTIÓN.....	85
FIGURA 45: SISTEMA DE TELE-GESTIÓN SYRA 3. ....	86
FIGURA 46: SISTEMA DE TELE-GESTIÓN OWLET. ....	87
FIGURA 47: CONTROL DE NIVEL DE ILUMINACIÓN.....	88
FIGURA 48: NUMERO DE PEATONES EN LA NOCHE. ....	89
FIGURA 49: LUMINARIA LED TECEO1. ....	90
FIGURA 50: DESMONTAJE DE LA UNIDAD ÓPTICA.....	92
FIGURA 51: DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA. ....	93
FIGURA 52: ANÁLISIS FOTOMÉTRICO DE LA LUMINARIA TECEO 1.....	94

FIGURA 53: ESQUEMA CON LOS NUEVOS DATOS DEL PROYECTO.....	95
FIGURA 54: ILUMINANCIA EN LUXES. ....	95
FIGURA 55: CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CON LOS VALORES REALES TECEO1.....	96
FIGURA 56: ELEMENTOS DE LA LUMINARIA. ....	97
FIGURA 57: DETECTOR DE MOVIMIENTO. ....	98
FIGURA 58: CONSUMO DE ILUMINACIÓN: LED VS ESTÁNDAR.....	98
FIGURA 59: NIVEL DE ILUMINACIÓN: REQUERIDO VS LED. ....	99
FIGURA 60: SECO OWLET.....	100
FIGURA 61: INSERTAR TARJETA SIM.....	101
FIGURA 62: CIRCUITO NUMERO 2 139 LUMINARIAS .....	103
FIGURA 63: FUNCIONAMIENTO DEL REGULADOR LUCO – NX. ....	104
FIGURA 64: DISPOSITIVO ZIGBEE.....	105
FIGURA 65: CONFIGURACIÓN XBEE. ....	107
FIGURA 66: PROGRAMA PARA LA CONFIGURACIÓN ZIGBEE.....	108
FIGURA 67: MENSAJE DE COMUNICACIÓN.....	109
FIGURA 68: MODEM CONFIGURATION ZIGBEE. ....	110
FIGURA 69: NAVEGADOR WEB.....	112
FIGURA 70: VISUALIZACIÓN DE TODAS LAS LUMINARIAS .....	113
FIGURA 71: SELECCIÓN INDIVIDUAL DE LAS LUMINARIAS .....	114
FIGURA 72: GOOGLE MAPS .....	114
FIGURA 73: FUNCIONES AUTOMÁTICAS .....	115
FIGURA 74: MODO DE OPERACIÓN .....	116
FIGURA 75: HORAS DE LA NOCHE PARA REDUCIR LA POTENCIA .....	117
FIGURA 76: REPORTE DE ALARMAS .....	118
FIGURA 77: DATOS DE ACCESO .....	119
FIGURA 78: INTERFAZ DE USUARIO .....	120
FIGURA 79: ESTADO DEL SISTEMA .....	121
FIGURA 80: CÓDIGO DE COLORES.....	121
FIGURA 81: VALORES CONSULTADOS POR EL SERVIDOR .....	122

FIGURA 82: VIÑETA DE MONITOREO.....	123
FIGURA 83: ÁRBOL DE DIRECTORIOS .....	123
FIGURA 84: COMUNICACIÓN .....	124
FIGURA 85: ESTADO DE LA FOTOCELDA .....	125
FIGURA 86: CONTROLADOR GENERAL .....	126
FIGURA 87: CURVA DE ALIVIO DEL ALIMENTADOR.....	134
FIGURA 88: CURVA DE CONSUMO DE ENERGIA DURANTE LA NOCHE 12H DE LOS DOS CIRCUITOS HG, LED. ....	135

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: FOTOMETRÍA DE LA LUMINARIA.....	20
TABLA 2: LUMINARIAS POR TECNOLOGÍAS Y POTENCIAS. ....	48
TABLA 3: FLUJO LUMINOSO.....	49
TABLA 4:CONSUMO DE ENERGÍA ALIMENTADOR 2 DE LA SUB/ESTACIÓN PUJILÍ.....	50
TABLA 5: LUMINARIAS DEL ALUMBRADO PÚBLICO.....	52
TABLA 6: CONDICIONES AMBIENTALES DE LAS LUMINARIAS.....	53
TABLA 7: CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBILLA.....	53
TABLA 8: CARACTERÍSTICAS DEL BALASTO.....	54
TABLA 9: CARACTERÍSTICAS DEL IGNITOR.....	55
TABLA 10: CARACTERÍSTICAS DEL CAPACITOR PARA ILUMINACIÓN....	55
TABLA 11: CARACTERÍSTICAS DE LAS BORNERAS DE CONEXIÓN.....	56
TABLA 12: CENSO “CALLES MÁS TRANSITADAS DE LA CIUDAD DE PUJILÍ”.....	57
TABLA 13: PEATONES POR HORAS.....	58
TABLA 14: ANCHO PROMEDIO DE LAS PRINCIPALES CALLES DE LA CIUDAD DE PUJILÍ.....	59
TABLA 15: INTER – DISTANCIA ENTRE LOS POSTES DE ALUMBRADO PÚBLICO.....	60
TABLA 16: MEDICIÓN DE LUXES EN LAS LUMINARIAS DEL CENTRO HISTÓRICO DE PUJILÍ.....	61
TABLA 17: CONSUMO ACTUAL ANUAL DE LAS LUMINARIAS.....	65
TABLA 18: CAMBIOS DE ACCESORIOS DURANTE LA VIDA ÚTIL.....	66
TABLA 19: MANTENIMIENTO ACTUAL DE ALUMBRADO PÚBLICO.....	66
TABLA 20: COSTO DE LA LUMINARIA ACTUAL DEL ALUMBRADO PÚBLICO.....	67
TABLA 21: COSTO DEL SISTEMA OWLET.....	82

TABLA 22: MATRIZ COMPARATIVA DE LOS SISTEMAS DE TELEGESTIÓN. .....	86
TABLA 23: CARACTERÍSTICAS DE LA LUMINARIA LED TECEO1.....	90
TABLA 24: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS LUMINARIA DE 48 LED TECEO 1.....	91
TABLA 25: INSTALACIÓN CONTROLADOR DE SEGMENTOS (SECO) PUJILÍ .....	102
TABLA 26: CONSUMO DE ENERGÍA ALUMBRADO PÚBLICO DEL CENTRO HISTÓRICO. ....	128
TABLA 27: CONSUMO DE ENERGÍA ALUMBRADO PÚBLICO DIMERIZADO .....	131
TABLA 28: CONSUMO DE LÁMPARAS DE MERCURIO VS SISTEMA TELE- GESTIONABLE. ....	132
TABLA 29: DATOS DE DEMANDA DEL ALIMENTADOR 52P8-S2PUJILÍ.....	133
TABLA 30: PAGO POR ALUMBRADO EN DÓLARES DE LOS DOS SISTEMAS EN UN AÑO.....	137
TABLA 31: RESUMEN REDUCCION DE POTENCIA, CONSUMO DE ENERGI Y PAGO POR ALUMBRADO PUBLICO EN PORCENTAJES.....	138

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en base a la utilización de la energía eléctrica de una manera eficiente y por supuesto al correcto aprovechamiento de la misma mediante la implementación de un sistema de tele-gestión para el control Inteligente del alumbrado público. La prioridad de este sistema es la eficiencia en el consumo de energía eléctrica sin disminuir las prestaciones del alumbrado público y manteniéndose dentro de los parámetros establecidos por normas Internacionales. Los sistemas de alumbrado público convencionales consumen innecesariamente una gran cantidad de energía eléctrica, y con la implementación de esta nueva tecnología se busca cambiar esta realidad en el área de concesión de la ELEPCOS.A.

De ahí surge la necesidad de realizar un estudio de pre-factibilidad para la implementación de un sistema de tele-gestión para el control inteligente del alumbrado público en la ciudad de Pujilí. Este trabajo se presenta como proyecto piloto que ayude al aprovechamiento eficiente de la energía eléctrica ya que este sistema presenta grandes ventajas como: ahorro energético, eficiencia en el consumo de energía eléctrica y reducción en los costos de operación y mantenimiento. Lo que no sucede en los circuitos de alumbrado público convencionales puesto que su mantenimiento es costoso. Las fallas solo se las puede detectar de manera manual y el consumo de energía eléctrica es elevado e innecesario.

Con esta propuesta se pretende reducir el consumo de energía eléctrica del alumbrado público de Pujilí manteniendo los niveles de iluminación óptimos sin ocasionar molestias a los transeúntes y vehículos que circulan en las noches. Pues no es necesario que el alumbrado público se mantenga al 100% durante toda la noche. En determinadas horas de la noche la afluencia de transeúntes y vehículos se reduce drásticamente. Esto ocurre en las últimas horas de la noche y en las primeras horas de la madrugada.

## **ABSTRACT**

This research is developed based on the use of electricity efficiently and of course the proper use of it by implementing a tele-management for intelligent lighting control. The priority of this system is the efficiency in power consumption without reducing the performance of public lighting and staying within the parameters set by international standards. The conventional lighting systems unnecessarily consume a lot of electricity, and the implementation of this new technology seeks to change this reality in the concession area of ELEPCOS.A.

Hence the need for a pre-feasibility study for implementing a tele-management system for intelligent control of public lighting in the city of Pujilí arises. This paper presents a pilot project to help the efficient use of electricity as this system has great advantages such as energy saving, efficiency in electricity consumption and reduced operating costs and maintenance. Which does not happen in conventional lighting circuits since their maintenance is costly. The faults can only be identified manually and consumption of electricity is high and unnecessary.

This proposal aims to reduce the energy consumption of street lighting in Pujilí maintaining optimal lighting levels without causing inconvenience to pedestrians and vehicles traveling at night. It is not necessary that the lighting is maintained at 100% overnight. In certain hours of the night influx of pedestrians and vehicles is drastically reduced. This occurs in the late hours of the night and in the early hours of the morning.

## AVAL DE TRADUCCION

En calidad de docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, yo **MSc. Fabiola Cando** con cedula de ciudadanía N° **050288460-4** certifico que he realizado la respectiva revisión de la traducción del **ABSTRACT**; con el tema: **“ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEGESTIÓN QUE REALIZARÁ EL CONTROL Y MONITOREO DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL CENTRO HISTÓRICO DEL CANTÓN PUJILÍ”**, cuyo autor es: **Raúl Gonzalo Trávez Osorio**, con cédula de ciudadanía N° **050329765-7** postulante a Ingeniero Eléctrico en Sistemas Eléctricos de Potencia y el Director de Tesis **Ing. Vicente Quispe**.

Latacunga, 23 de febrero del 2014

Docente:



.....  
MSc. Fabiola Cando  
C.C. 050288460-4  
**ENGLISH TEACHER**

## INTRODUCCION

El centro histórico de la ciudad de Pujilí es la carta de presentación de esta ciudad ya que por sus principales calles transitan un aproximado de 350 peatones por hora en la noche en las horas pico. No por el hecho de ser una ciudad pequeña se debe descuidar la misma ya que está en constante desarrollo y crecimiento.

La Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A. preocupada del bienestar de todos sus usuarios en su área de concesión y más aún en lo referente al alumbrado público. Siempre busca la mejor opción para brindar un óptimo servicio a sus consumidores, optimizando sus recursos y consientes del calentamiento global han hecho que el cuidado del medio ambiente sea una prioridad como empresa responsable, además con la oferta de nuevas tecnologías en eficiencia y el buen manejo de la energía eléctrica la empresa busca todo lo que este a su alcance para mejorar día a día.

El alumbrado público no está exento de los cambios tecnológicos agigantados que se vienen dando, ya que sistemas de tele-gestión especializados netamente para el control y monitoreo de luminarias tienen su propio espacio en el mercado.

Por tal motivo, se realizará un estudio técnico económico para la implementación de un sistema de tele-gestión del alumbrado público en el centro histórico de la ciudad de Pujilí.

El presente tema de investigación se ha en tres capítulos, los cuales se detallan brevemente a continuación.

El **Primer Capítulo** propone la fundamentación teórica; describe de manera general todos los argumentos teóricos necesarios del trabajo de investigación, enunciando las definiciones y conceptos básicos del alumbrado público.

El **Segundo Capítulo** es la presentación, interpretación y análisis de resultados para el proyecto de investigación se llevara a cabo, considerando los métodos y técnicas de

investigación propuestos anteriormente, lo datos obtenidos serán posteriormente utilizados para el análisis e interpretación de resultados del alumbrado público que fue estudiado y finalmente se señala la verificación de la hipótesis de estudio.

En el **Tercer Capítulo** se realiza la propuesta, una vez obtenidos los datos necesarios tanto técnicos como económicos del estudio, se puede detallar las partes que conforman el sistema de tele-gestión que se utilizarán para sustituir el sistema actual y posterior implementación del nuevo sistema, ya que con ésta implementación se pretende reducir el consumo de energía eléctrica del alumbrado público del centro histórico de Pujilí.

Al terminar se incluyen las conclusiones y recomendaciones finales respecto al desarrollo del proyecto de investigación.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes Investigativos

Puesto que la mayoría de países a nivel mundial han optado por la implementación de tecnologías eco eficientes con esta propuesta se pretende sumar al ECUADOR a una selecta lista de países a nivel mundial que han apostado por las nuevas tecnologías. Tomando en cuenta que la prioridad de estas nuevas alternativas es el de disminuir el consumo de energía eléctrica. Además de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> al mínimo posible, ya que durante años se han emitido cientos de toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmosfera del planeta.

Esta nueva propuesta también llamada tecnología verde busca contrarrestar el daño ocasionado al planeta durante todos estos años en los que se han quemado combustibles fósiles para producir energía eléctrica.

En Internet:

Las entidades y organismos de la Administración Pública Central deben implementar tecnologías de eficiencia energética, así como programas de capacitación sobre uso racional de la energía dirigidos a todos sus funcionarios.



Esta es una disposición dada por el Gobierno Nacional, mediante el Decreto Ejecutivo No.1681 que fue firmado por el presidente de la República, Rafael Correa.

Hoy en día, el uso eficiente de la energía se plantea como una necesidad global para solucionar los problemas del clima y la contaminación medioambiental, en este escenario al alumbrado público se lo considera un sector importante para aplicar acciones de gestión energética debido a la homogeneidad de las lámparas que se utilizan en el alumbrado.

Dirección virtual: <http://www.energia.gob.ec/eficiencia-energetica-en-el-sector-publico/>

De acuerdo con la Dirección de Eficiencia Energética del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), en el Ecuador el alumbrado supone un 6% del consumo eléctrico nacional y se lo ha categorizado conforme la siguiente tipología: Alumbrado Público General (Iluminación de vías), Alumbrado Público Ornamental (Iluminación de parques, plazas, iglesias, monumentos) y Alumbrado Público Intervenido; las cuales se detallan en la Regulación No. CONELEC 005/14, la misma que especifica las condiciones técnicas, económicas y financieras que permite a las distribuidoras de energía eléctrica prestar el servicio de alumbrado público general con calidad, eficiencia y precio justo.

El MEER, a través de su rectoría, busca que los sistemas de alumbrado cuenten con criterios de eficiencia energética desde la fase de diseño, ya que es desde allí donde se debe seleccionar los equipos idóneos para cada aplicación a más de cuantificar los costos de operación y mantenimiento durante la vida útil del sistema. Se considera que la instalación más eficiente es aquella en la que se conjuga la eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares a más de una gestión de la operación y mantenimiento para garantizar la seguridad vial, de los peatones y las propiedades.

## 1.2 Eficiencia Energética

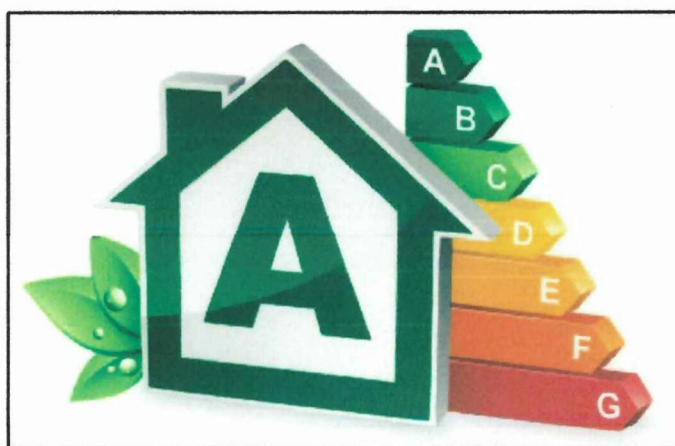
Según SÁNCHEZ, Ernesto en su libro “Eficiencia Energética: producción limpia para un desarrollo sustentable” (1996). Manifiesta lo siguiente: El mecanismo óptimo para solucionar los problemas ambientales mencionados es el manejo eficiente de la demanda mediante el uso de tecnologías de punta como el uso de motores, aparatos eléctricos y sistemas de iluminación que sin desmedro de la calidad. Pág. 4.

La Eficiencia Energética se puede definir como la reducción del consumo de energía eléctrica realizando un aprovechamiento óptimo de la energía, manteniendo óptimos niveles en los servicios energéticos, sin disminuir nuestro confort y calidad de vida, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso, se busca llegar a la Eficiencia Energética por medio de la aplicación de una serie de acciones, procedimientos que logran optimizar la correlación entre la energía consumida y los servicios finales obtenidos sin alterar su calidad. La implementación de nuevos equipos tecnológicos de bajo consumo y de esta manera promover el uso racional de la energía.

El uso racional de los recursos es otra parte importante dentro de lo que es la Eficiencia, se busca priorizar la eficiencia energética, evitar el consumo innecesario, ciertamente es un asunto de comportamiento individual, pero a menudo, también se puede llevar a cabo en equipo ya que se puede realizar un plan para lograr el ahorro energético como: regulación automática de la temperatura ambiente, apagado automático de luces en habitaciones de oficinas, aulas desocupadas, son buenos ejemplos de cómo un equipo puede reducir la influencia del comportamiento individual tanto para consumos industriales como domésticos. La aplicación de

nuevas tecnologías de bajo consumo y alta eficiencia permiten mantener un óptimo consumo con estándares normales al obtener el resultado final.

**FIGURA 1:** Eficiencia Energética.



**Fuente:**(AMBIENTUM, 2014)

La reducción en el consumo de energía eléctrica es un objetivo prioritario para cualquier economía en crecimiento, siempre que su consecución no afecte negativamente al volumen de actividad (productos, servicios). Uno de los parámetros que determinan la correlación entre consumo de energía y crecimiento económico es la evolución de la intensidad energética, indicador generalista que señala la relación entre consumos de energía y el avance económico que tiene un país.

Los esfuerzos que se realizan para medir, gestionar y mejorar constantemente la eficiencia energética buscan ahorrar dinero a corto y largo plazo, estos esfuerzos mejoran la competitividad, rentabilidad, promueven la innovación, y facilitan a las empresas el cumplimiento de sus compromisos medioambientales y de sostenibilidad.

Dicho de otra manera, las inversiones hechas en mejora de la eficiencia energética de las Empresas, industrias, usuarios particulares son imperativas no solo para su rentabilidad a corto plazo, sino también porque se compensan y sustentan

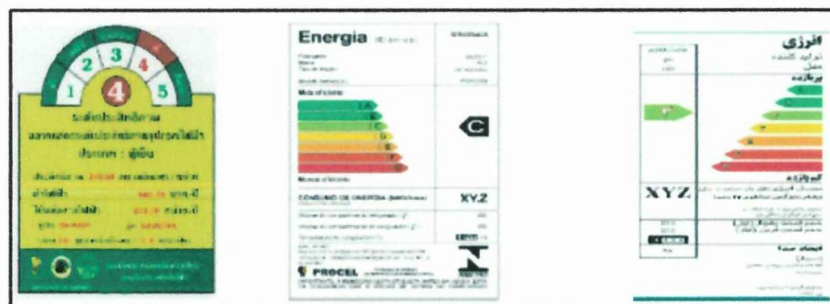
financieramente a largo plazo obteniendo de esta manera el máximo beneficio posible de su inversión.

La mayoría de los países tiene un programa nacional oficial de eficiencia energética con objetivos concretos de ahorro de energía y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Estos programas se dedican puramente a la eficiencia energética o están combinados con un programa nacional.

Existen programas de etiquetado (etiquetas de eficiencia energética) que están diseñados para atraer la atención del consumidor hacia los equipos electrónicos más eficientes.

Impacto de los programas de etiquetado y de estándares en general, la experiencia ha demostrado que los programas de etiquetado y los estándares de desempeño son instrumentos eficaces, que permiten a las autoridades beneficiarse del ahorro de energía a bajo costo, incitan a los consumidores a gastar menos en electricidad, y a los fabricantes a mejorar sus productos y hacerse más competitivos en comparación con productos importados y menos eficientes.

**FIGURA 2:** Ejemplos de Etiquetas Energéticas (Tailandia, Brasil, Irán) Respectivamente.



**Fuente:** [www.Documents/Eficiencia\\_energetica.pdf](http://www.Documents/Eficiencia_energetica.pdf) Mayo 2014

El objetivo de la etiqueta de Eficiencia energética es el de informar al consumidor la eficiencia energética de un electrodoméstico.

Las mismas se dividen en dos partes, la primera hace referencia a la marca y clase de eficiencia del electrodoméstico, y la segunda depende de la funcionalidad de cada aparato y varía dependiendo del electrodoméstico. Pueden observarse siete clases de eficiencia, las cuales se categorizan por medio de letras y colores, asignándose el color verde y la clase A, a los equipos más eficientes, el punto de óptima eficiencia, y el color rojo y la clase G, a los equipos menos eficientes. Estos últimos, pueden llegar a consumir, el triple de energía que los equipos de clase A. A pesar de que algunos modelos resulten más caros, en el largo plazo, ahorran más energía.

### 1.3 Eficiencia energética de una instalación.

En internet: Guía Técnica de Aplicación: Eficiencia Energética en instalaciones de Alumbrado Exterior (2013):

La eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

$$\varepsilon = \frac{S * E_m}{P} \left( \frac{m^2 * lux}{W} \right)$$

Ecuación 1

Dónde:

- $\varepsilon$  = Eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior ( $lum/W = m^2 \times lux/W$ )

- P = Potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (W).
- S = Superficie iluminada ( $m^2$ ).
- $E_m$  = Iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux).

Dirección Virtual: [http://www.fzi2.net/Documentos/LSI/REEAE/ITC-EA-01%20Guia\\_E\\_may2013\\_R1.1.pdf](http://www.fzi2.net/Documentos/LSI/REEAE/ITC-EA-01%20Guia_E_may2013_R1.1.pdf)

Además de estos valores de deben considerar los lum/W y la superficie que ilumina la lámpara. De esta manera se podrá verificar la eficiencia de la misma. Como se muestra a continuación.

La eficiencia energética se puede determinar mediante la utilización de los siguientes factores:

- $\varepsilon_L$  = Eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares  $\left(\frac{lum}{W} = m^2 \times \frac{lux}{W}\right)$

Siendo, lumen = lux \* m<sup>2</sup>

- $f_m$  = Factor de mantenimiento de la instalación (en valores por unidad).
- $f_u$  = Factor de utilización de la instalación (en valores por unidad).

$$\varepsilon = \varepsilon_L * f_m * f_u \left( \frac{m^2 * lux}{W} \right)$$

Ecuación 2

Dónde:

- Eficiencia de la lámpara y equipos auxiliares  $\epsilon_L$ : Es la relación entre el flujo luminoso emitido por una lámpara y la potencia total consumida por la lámpara más su equipo auxiliar.
- Factor de mantenimiento  $f_m$ : Es la relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales.
- Factor de utilización  $f_u$ : Es la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias.

El factor de utilización de la instalación es función del tipo de lámpara, de la distribución de la intensidad luminosa y rendimiento de las luminarias, así como de la geometría de la instalación, tanto a lo referente a las características dimensionales de la superficie a iluminar (longitud y anchura), como a la disposición de las luminarias en la instalación de alumbrado exterior (tipo de implantación, altura de las luminarias y separación entre puntos de luz).

#### **1.4 Alumbrado Público.**

Según la tesis de ENCALADA, Oswaldo “Plan Piloto de Telegestión para el Control de Alumbrado Público para la vía Cuenca - Descanso” (2012) manifiesta que: “Siendo el alumbrado público el complemento fundamental para el crecimiento y mejora del bienestar social, teniendo como finalidad proporcionar las condiciones básicas de iluminación para el tránsito seguro de vehículos y peatones en vías públicas,

parques, plazas, plazoletas, jardines y demás espacios de libre circulación.” Pág. 24.

El alumbrado público consistente en la iluminación de las vías públicas o privadas, y demás espacios de libre circulación destinadas a la movilidad de peatones como vehículos, siempre y cuando no estén a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, diferente del municipio, con el objetivo de proporcionar la visibilidad, movilidad, y seguridad adecuada para el normal desarrollo de las actividades durante la noche.

El alumbrado exterior incluye a toda instalación de iluminación de titularidad pública o privada cuyo flujo luminoso se proyecta sobre un espacio abierto (carretera, calle, parque, ornamental, etc) de uso público. El número de instalaciones, y su consumo eléctrico, ha crecido en esta última década coligado al desarrollo urbanístico de nuestros municipios; pero en estos momentos las instalaciones de alumbrado exterior están experimentando avances tecnológicos y legislativos que marcarán un punto de inflexión en la tendencial de su consumo. Así, la promulgación del Reglamento 005/14 del CONELEC de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior.

## **1.5 Tipos de Lámparas.**

### ***1.5.1 Lámparas Incandescentes.***

#### ***1.5.1.1 Lámpara incandescente normal.***

Produce luz por medio del calentamiento eléctrico de un alambre (el filamento) a una temperatura alta que la radiación se emite en el campo visible del espectro. Son las más antiguas fuentes de luz conocidas con las que se obtiene la mejor reproducción de los colores, con una luz muy cercana a la luz natural del sol. Su desventaja es la corta vida de funcionamiento, baja eficacia luminosa (ya que el 90% de la energía se pierde en forma de calor) y depreciación luminosa con respecto al tiempo. La ventaja

es que tienen un coste de adquisición bajo y su instalación resulta simple, al no necesitar de equipos auxiliares. Vida útil Aproximada 1000 h.

**FIGURA 3:** Lámpara incandescente normal.

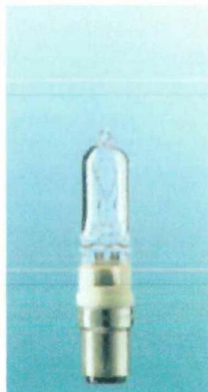


**Fuente:**[http://www.unav.es/ted/manualted/manual\\_archivos/luz9\\_main.htm](http://www.unav.es/ted/manualted/manual_archivos/luz9_main.htm)

#### ***1.5.1.2 Lámpara incandescente halógena de Tungsteno.***

Las lámparas incandescentes halógenas de tungsteno, tienen un funcionamiento similar al de las lámparas incandescentes normales, con la salvedad de que el halógeno incorporado en la ampolla ayuda a conservar el filamento. Aumenta así la vida útil de la lámpara, mejora su eficiencia luminosa, reduce tamaño, mayor temperatura de color y poca o ninguna depreciación luminosa en el tiempo, manteniendo una reproducción del color excelente. Vida útil de 2000 a 5000 h.

**FIGURA 4:** Lámpara incandescente normal halógena de Tungsteno.



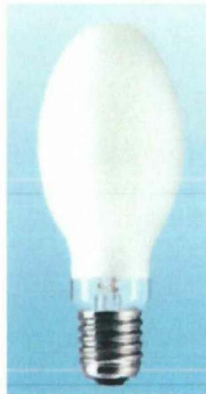
**Fuente:**[http://www.unav.es/ted/manualted/manual\\_archivos/luz9\\_main.htm](http://www.unav.es/ted/manualted/manual_archivos/luz9_main.htm)

## **1.5.2 Lámparas de Descarga.**

### **1.5.2.1 Lámpara de sodio de Baja Presión.**

Existe una gran similitud entre el trabajo de una lámpara de sodio de baja presión y una lámpara de mercurio de baja presión. Sin embargo, mientras que en la última, la luz se produce al convertir la radiación ultravioleta de la descarga del mercurio en radiación visible, utilizando un polvo fluorescente en la superficie interna; la radiación visible de la lámpara de sodio de baja presión se produce por la descarga de sodio. La lámpara producirá una luz de color amarillo, ya que en casi la totalidad de su espectro predominan las frecuencias cerca del amarillo. La reproducción de color será la menos valorada de todos los tipos de luminaria, Pero sin embargo es la lámpara de mayor eficiencia luminosa y larga vida. Vida útil aproximada 14000 h.

**FIGURA 5:** Lámpara de sodio de Baja Presión.

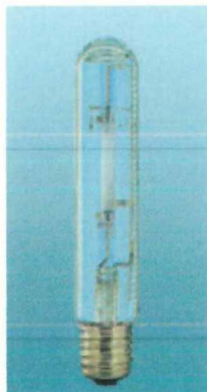


**Fuente:**[http://www.unav.es/ted/manualted/manual\\_archivos/luz9\\_main.htm](http://www.unav.es/ted/manualted/manual_archivos/luz9_main.htm)

### **1.5.2.2 Lámpara de sodio de Alta Presión.**

La diferencia de presiones del sodio en el tubo de descarga es la principal y más sustancial variación con respecto a las lámparas anteriores. El exceso de sodio en el tubo de descarga, para dar condiciones de vapor saturado además de un exceso de mercurio y Xenón, hacen que tanto la temperatura de color como la reproducción del mismo mejoren notablemente con las anteriores, aunque se mantienen ventajas de las lámparas de sodio baja presión como son la eficacia energética elevada y su larga vida. Vida útil aproximada vida útil: 16000 h.

**FIGURA 6:** Lámpara de sodio de Alta Presión.



**Fuente:**[http://www.unav.es/ted/manualted/manual\\_archivos/luz9\\_main.htm](http://www.unav.es/ted/manualted/manual_archivos/luz9_main.htm)

### **1.5.2.3 Lámpara de mercurio de Baja Presión.**

Recordemos que estas lámparas son de descarga de mercurio de baja presión, en la cual la luz se produce predominantemente mediante polvos fluorescentes activados por la energía ultravioleta de la descarga. Tienen mayor eficacia luminosa que las lámparas incandescentes normales y muy bajo consumo energético. Son lámparas más costosas de adquisición y de instalación, pero se compensa por su larga vida de funcionamiento. La reproducción del color es su punto débil, aunque en los últimos años se están consiguiendo niveles aceptables. Caracterizadas también por una tonalidad fría en el color de la luz emitida. Vida útil aproximada 10000 h.

**FIGURA 7:** Lámpara de mercurio de Baja Presión.

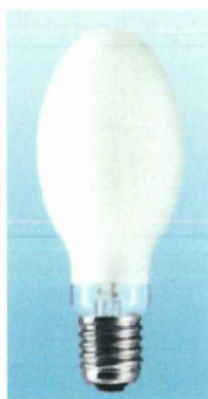


**Fuente:**[http://www.unav.es/ted/manualted/manual\\_archivos/luz9\\_main.htm](http://www.unav.es/ted/manualted/manual_archivos/luz9_main.htm)

#### ***1.5.2.4 Lámparas de mercurio de Alta presión.***

En estas lámparas la descarga se produce en un tubo de descarga que contiene una pequeña cantidad de mercurio y un relleno de gas inerte para asistir al encendido. Una parte de la radiación de la descarga ocurre en la región visible del espectro como luz, pero una parte también se emite en la región ultravioleta. Cubriendo la superficie interior de la ampolla exterior, con un polvo fluorescente que convierte esta radiación ultravioleta en radiación visible, la lámpara ofrecerá mayor iluminación que una versión similar sin dicha capa. Aumentará así la eficacia lumínica y mejorará la calidad de color de la fuente, como la reproducción del color. Vida útil aproximada vida útil 16000 h.

**FIGURA 8:** Lámpara de mercurio de Alta presión.



**Fuente:**[http://www.unav.es/ted/manualted/manual\\_archivos/luz9\\_main.htm](http://www.unav.es/ted/manualted/manual_archivos/luz9_main.htm)

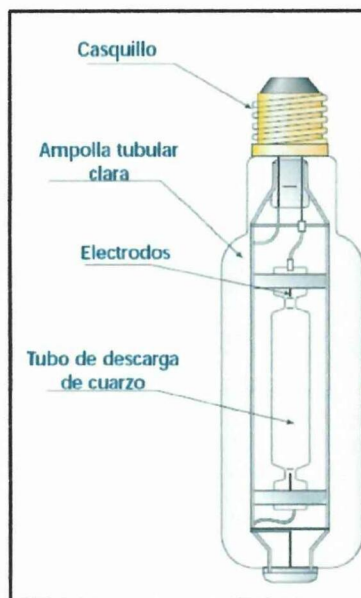
#### ***1.5.2.5 Lámpara de vapor de mercurio.***

Según la tesis de PANTOJA, Fernanda “Modelo de Gestión de Pasivos Ambientales de Lámparas de Sodio y Mercurio en la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) y Focos Ahorradores.” (2012) expresa lo siguiente: “Las condiciones de funcionamiento de las lámparas de halogenuros metálicos son muy parecidas a las de vapor de mercurio convencionales, estando dispuesta para ser conectadas en serie con un

balasto limitador de corriente, necesitando un condensador de compensación. Debido a los halogenuros, la tensión de encendido de estas lámparas es elevada, necesitando el empleo de un cebador o de un aparato de encendido con tensiones de choque de 0,8 a 5KV.” Pág. 25.

Las lámparas a vapor de mercurio halogenadas con mezcla especial de aditivos metálicos en la descarga gaseosa constituyen una fuente de luz con excelentes características cromáticas por su alto rendimiento en color, lo que es acompañado por una elevada eficiencia luminosa. El tubo de descarga en cuarzo está dentro de una ampolla exterior tubular clara de vidrio duro. Utilizadas en ópticas adecuadas permiten obtener haces concentrados o difusos con alta eficiencia. Esta lámpara consiste en un tubo de descarga de cuarzo relleno de vapor de mercurio, el cual tiene dos electrodos principales y uno auxiliar para facilitar el arranque.

**FIGURA 9:** Lámpara de vapor de mercurio.



Fuente: <http://disenoconluz.wordpress.com/category/lamparas/>

La luz que emite es color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro.

Una de las características de estas lámparas es que tienen una vida alrededor de las 21000 horas de vida aunque la depreciación de la potencia de flujo luminoso es considerable. Estas lámparas se utilizan principalmente para iluminar avenidas principales, carreteras, autopistas, parques, naves industriales y lugares poco accesibles. La vida útil, teniendo en cuenta la depreciación se establece en unas 8000 horas.

En su arranque se inicia un periodo transitorio de unos cuatro minutos, caracterizado porque la luz pasa de un tono violeta a blanco azulado, en el que se produce la vaporización del mercurio y un incremento progresivo de la presión del vapor y el flujo luminoso hasta alcanzar los valores normales. Si en estos momentos se apagara la lámpara no sería posible su reencendido hasta que haya pasado un tiempo de enfriamiento muy similar al de encendido, puesto que la alta presión del mercurio haría necesaria una tensión de ruptura muy alta.

#### **1.5.2.5.1 Ventajas y desventajas de la lámpara de vapor de mercurio.**

##### **Ventajas.**

- Su elevada eficiencia luminosa, oscila en 45 y 65 lm/W.
- Su vida útil, es de 10.000 a 12.000 horas.
- Apariencia del color: blanco y una temperatura de color de 3.800 °K.

### **Desventajas.**

- Necesita de unos equipos auxiliares. Balasto, condensador
- Se puede regular la intensidad de la luz, pero necesita de un equipo especial.
- No tiene un encendido inmediato.

### **1.5.2.5.2 Usos y aplicaciones.**

Las lámparas de vapor de mercurio se utilizan habitualmente como fuentes de luz para la iluminación de calles, fábricas y además es de uso casi exclusivo en urbanismo (farolas, autopistas), debido a sus reducidos costes de inversión. Requieren balasto.

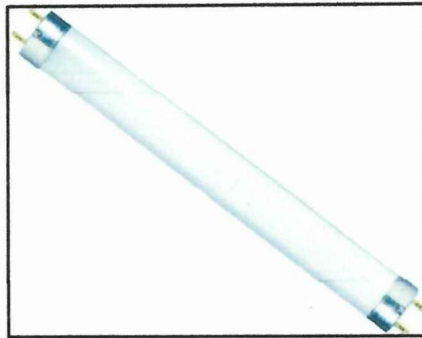
Por su baja eficiencia, las lámparas de vapor de mercurio consumen mucha más energía eléctrica que las lámparas de halogenuros metálicos o las lámparas de sodio de alta presión, para lograr una cantidad determinada de luz.

### **1.5.3 Lámpara Fluorescente.**

Las lámparas fluorescentes son fuentes luminosas consecuencia de una descarga eléctrica en la atmósfera de vapor de mercurio, en las que la luz se genera por el fenómeno de la fluorescencia.

La lámpara fluorescente normal consta de un tubo de vidrio de diámetro y longitud variable según la potencia, recubierto internamente de una capa de sustancia fluorescente. En los extremos del tubo se encuentran los cátodos de wolframio impregnados de una pasta emisora de electrones. Interiormente tiene un gas noble (argón, kriptón, etc.) enrarecido con átomos de mercurio.

**FIGURA 10:** Lámpara Fluorescente.



**Fuente:** [http://www.rexel.cl/ecommerce/product.php?id\\_product=1208](http://www.rexel.cl/ecommerce/product.php?id_product=1208)

#### **1.5.4 TecnologíaLed**

**FIGURA 11:**Led composición.



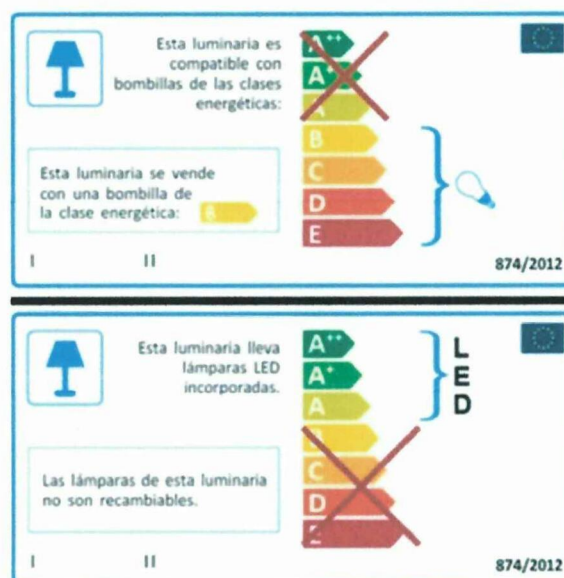
**Fuente:**[http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-448902390-led-alta-potencia-super-brillante-blanco-de-1w-3w-10w-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-448902390-led-alta-potencia-super-brillante-blanco-de-1w-3w-10w-_JM)

Los LED (Light-Emitting Diode -diodo emisor de luz-), son dispositivos semiconductores de estado sólido, lo que los hace robustos, fiables, de larga duración y a prueba de vibraciones, que pueden convertir la energía eléctrica directamente en luz. El interior de un LED es un pequeño semiconductor encapsulado en un recinto de resina de epoxi. Contrariamente a otros sistemas, los LED no tienen filamentos u

otras partes mecánicas sujetas a rotura ni a fallos por “fundido” No existen un punto en que cesen de funcionar, sino que su desgaste es gradual a lo largo de su vida.

Se considera que -aproximadamente- a las 50.000 horas, es cuando su flujo decae por debajo del 70% del inicial, lo que representa una vida útil de 10 años, en una aplicación de 10-12 horas diarias, 365 días/año.

**FIGURA 12:** Eficiencia de lámparas led vs lámparas convencionales.



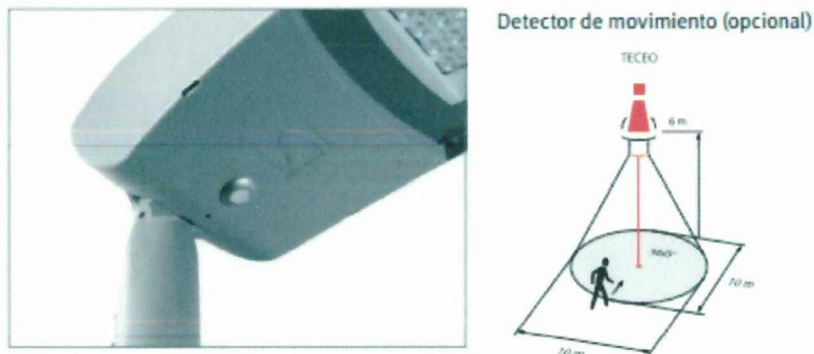
**Fuente:** <http://www.gruporenovak.es/los-consumidores-podran-conocer-la-eficiencia-energetica-de-las-lamparas-n60.aspx>

Esto permite una reducción enorme de costos de mantenimiento, ya que no resulta necesario reemplazarlas, por lo que el costo de iluminación es mucho menor. Asimismo, por su naturaleza, el encendido se produce instantáneamente al 100% de su intensidad, sin parpadeos ni periodos de arranque, e independientemente de la temperatura. A diferencia de otros sistemas, no se degrada por el número de encendidos. La facilidad en el control de los LED es otro de los factores importantes, pudiendo producir efectos y permitiendo controles de energía que con otros dispositivos es más difícil y caro de obtener.

#### 1.5.4.1 Lámpara Led Tele-gestionable

En internet: Teceo LED presenta una solución de iluminación con tecnología led de última generación esta luminaria está disponible en dos versiones Teceo 1 de hasta 48 LED – Teceo 2 de hasta 144 LED. Con diferentes opciones de potencia de pendiendo del lugar donde vayan a ser instaladas las luminarias, estas luminarias se caracterizan por su bajo consumo de energía y elevadas prestaciones fotométricas. Además están construidas bajo la norma CEI-EN 60598 y la norma CEI-EN 62262 de esta manera cumplen con las exigencias internacionales para obtener un producto de altas prestaciones. Generando ahorro de energía y reducir el impacto ecológico.

**FIGURA 13:** Lámpara led tele-gestionable teceo.



**Fuente:**(SCHREDER, 2014)

#### 1.5.4.2 Ventajas

- Luminaria con diseño clásico con todas las ventajas de la tecnología LED.
- Bajo consumo energético.
- Amplia gama con dos tamaños y numerosos paquetes lumínicos.

- Motor fotométrico Lensoflex®2, solución adaptada a diferentes aplicaciones.
- Diseñada para incorporar el rango de soluciones de control.

### 1.5.4.3 Lensoflex®2

Las luminarias Teceo LED están equipadas con motores fotométricos. LensoFlex®2 de segunda generación que se han desarrollado específicamente para la iluminación de espacios donde el bienestar y la seguridad de las personas que los usan son fundamentales. Este sistema se basa en el principio de adicción de distribución fotométrica. Cada LED asociado a una lente específica genera la distribución fotométrica completa de la luminaria. La combinación del número de LED con la corriente de funcionamiento determina el nivel de intensidad de la distribución luminosa.

**Tabla 1: Fotometría de la luminaria.**

LENSOFLEX®2							Mantenimiento flujo luminoso @ 25°C (°C)
Número de LED	Bianco neutro (4250 K)	16 LED	24 LED	32 LED	40 LED	48 LED	@100.000 h
Corriente de alimentación: 350 mA	Flujo nominal (lm)*	2200	3400	4500	5700	6800	90%
	Consumo de potencia (W)	18	27	36	44	53	
	Versión solar - 12V	✓	✓	✓	✓	✓	
	Versión solar - 24V	✓	✓	✓	✓	✓	
Corriente de alimentación: 500 mA	Flujo nominal (lm)*	3000	4500	6000	7500	9000	
	Consumo de potencia (W)	26	38	51	63	75	
	Versión solar - 12V	✓	✓	✓	-	-	
	Versión solar - 24V	✓	✓	✓	✓	✓	
Corriente de alimentación: 700 mA	Flujo nominal (lm)*	3800	5800	7700	9700	11600	80%
	Consumo de potencia (W)	36	55	71	90	107	
	Versión solar - 12V	✓	-	✓	-	-	
	Versión solar - 24V	✓	-	✓	-	-	

**Fuente:** (TORTEL, 2014)



#### ***1.5.4.4 Tecnología Fututeproof***

Mediante la aplicación de tecnología punta, las luminarias han sido diseñadas para cumplir con el concepto FutureProof. El bloque óptico puede ser reemplazado lo que permite la sustitución del mismo para aprovechar futuros avances tecnológicos en iluminación led. Todos los modelos pueden ser equipados con una unidad óptica LEDsafe® completamente nueva y así aprovecha al máximo la lámpara led.

#### ***1.5.4.5 Programación horaria flexible***

Con los equipos inteligentes incorporados en las luminarias LED, podemos elegir la regulación horaria óptima para cada instalación. El programa de regulación de nivel múltiple garantiza que el nivel de la iluminación se pueda adaptar a las necesidades del lugar y el momento. Los equipos inteligentes funcionan de modo autónomo tomando los momentos de conexión y de desconexión como puntos de referencia. De este modo el sistema se adaptará por sí mismo y a lo largo de todo el año a las estaciones así como a los amaneceres y anochececes.

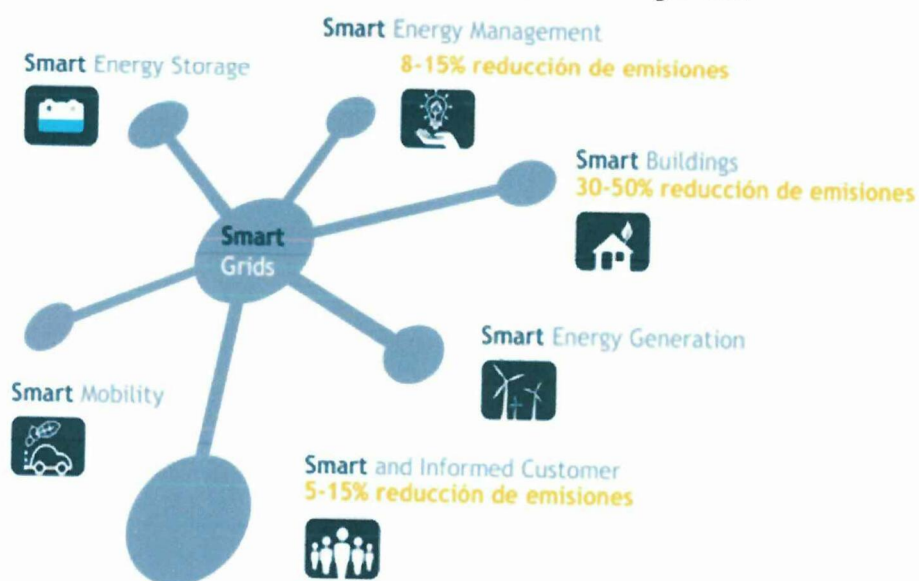
### **1.6 Tele-gestión del alumbrado público.**

En Internet: “El término Tele-gestión designa el conjunto de dispositivos que utilizan nuevas tecnologías informáticas, electrónicas y de telecomunicaciones, que permiten el control a distancia de instalaciones técnicas aisladas o distribuidas geográficamente.” Dirección virtual: [http://www.fuengirola.es/portal\\_localweb/fdes\\_d4\\_v1.jsp?contenido=7198&tipo=6&nivel=1400](http://www.fuengirola.es/portal_localweb/fdes_d4_v1.jsp?contenido=7198&tipo=6&nivel=1400)

Los sistemas de tele-gestión en el alumbrado son herramientas usadas para gestionar, controlar y supervisar las redes de alumbrado público. Estos sistemas de telecomunicación permiten gestionar de forma remota las luminarias de modo individual, haciendo así un uso completo de sus parámetros operativos. Ofrecen nuevos modos de tratar el uso eficiente de la energía para el alumbrado público. De

hecho, cuando se conecta a otros componentes específicos facilita la variación precisa y selectiva de la intensidad de luz de la luminaria. Cada luminaria individual recibe la información de configuración que mejor se adapta a su función particular. Es posible configurar exactamente la cantidad de luz necesaria en cualquier circunstancia dada controlando la cantidad de energía usada.

**FIGURA 14:** Sistema de tele-gestión.



**Fuente:**<http://ingenieriapostimposible.blogspot.com/2012/02/farolas-inteligentes.html>

### **Constant Lumen Output (CLO)**

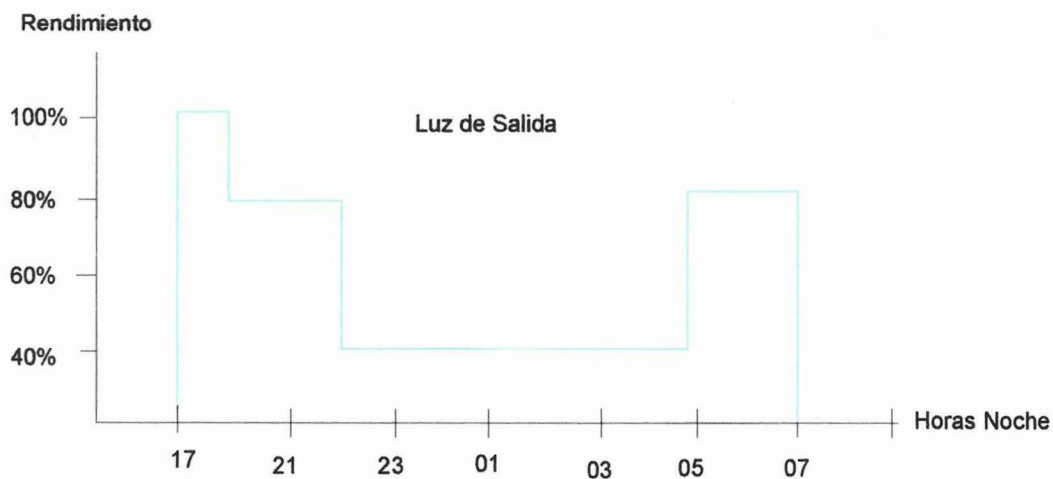
El CLO es un sistema para compensar la depreciación del flujo luminoso y evitar el exceso de luz al inicio de la vida de servicio de la instalación. De hecho, debe tenerse en cuenta la depreciación lumínica que ocurre con el tiempo para asegurar un nivel de iluminación predefinido durante el período de servicio de la luminaria.



### 1.6.2 Emisión selectiva de flujo luminoso (SDLO)

El sistema de tele-gestión OWLET permite ajustar la intensidad lumínica en función de la densidad del tráfico. Todo ello respetando las normas internacionales de alumbrado.

**FIGURA 17:**Emisión selectiva de flujo luminoso (SDLO).



**Fuente:**<http://www.schreder.com/ess-es/AboutUs/Telegestion/Pages/default.aspx>

### 1.6.3 Ventajas de un sistema de Tele-gestión

- Optimización de los encendidos y apagados del alumbrado.
- Mando y control de cualquier sistema de ahorro de energía.
- Estadística de los consumos y del ahorro de todas las instalaciones.
- Visualización y localización geográfica de las instalaciones.
- Utilización de mapas, geo-referenciadas.

- Conexión al sistema en cualquier momento y lugar, mediante internet.
- Usuarios y niveles de acceso personalizables.
- Supervisión y configuración de los parámetros de trabajo.
- Envío de email/SMS de las alarmas, para su actuación.
- Novedades disponibles para todos los usuarios.
- Menor tiempo en el mantenimiento de las instalaciones.
- Versátil programación del alumbrado.

#### **1.6.4 Niveles de Tele-gestión**

Según la tesis de RAMÍREZ, José “Proyecto Piloto de Tele gestión del servicio de Alumbrado Público de la ciudad de Bucaramanga” (2010), manifiesta lo siguiente: “La operación de un sistema de Alumbrado público, bajo un modelo de tele-gestión, está fuertemente correlacionado con los principios de optimización de los recursos, de la maximización de los recursos, como es el ahorro de energía, mejora la calidad y confiabilidad del servicio de alumbrado ofrecido a una comunidad. De acuerdo con las múltiples alternativas ofrecidas en el mercado se plantea un modelo de tele-gestión dividido en tres niveles, los cuales se representan a continuación, teniendo como referencia el marco teórico establecido en el trabajo “Marco Teórico de la Tele-gestión del servicio de Alumbrado Público””. Pág. 9.

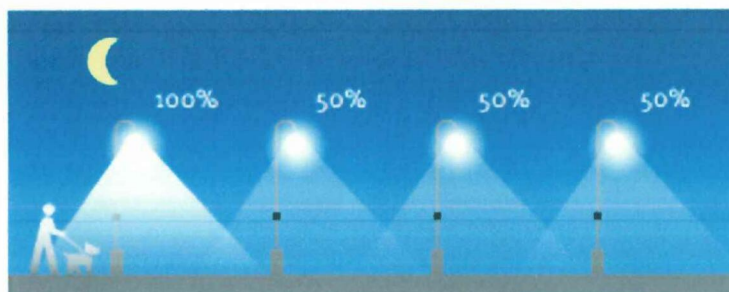
#### 1.6.4.1 *Tele-gestión Básica.*

Está conformado por los equipos instalados en las luminarias, los cuales reportan en un periodo de tiempo preestablecido el estado de su información y de esta manera realizan control de cada punto luminoso. En este nivel se puede detectar el funcionamiento y reportar las fallas que se pueden presentar en sus componentes durante su funcionamiento, transmitiendo los datos al siguiente nivel de control, mediante un sistema de comunicación centralizado.

Cada luminaria se comporta independientemente gracias a su propia unidad de control, Schröder recomienda soluciones independientes owlet para la iluminación inteligente básica en áreas de actividad no lineal, como zonas peatonales, parques, parkings, almacenes, etc.

Este nivel de tele-gestión utiliza Sensores de detección de movimiento. La presencia de personas o vehículos es detectada por sensores de movimiento (infrarrojos/microondas). Además de reducir el consumo de energía, esta prestación de luz a petición contribuye a la seguridad de una zona. Cada sensor se configura para evitar una detección innecesaria.

**FIGURA 18:**Tele-gestión independiente.

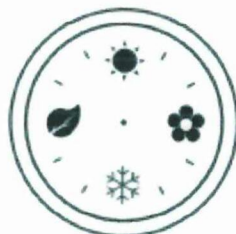


**Fuente:** <http://www.schreder.com/SiteCollectionDocuments/Additional-content/Schreder-Owlet-Sistemas-de-Control.pdf>

### **Reloj astronómico**

Un reloj astronómico integrado ofrece una adaptación constante del perfil de regulación de acuerdo con las estaciones. Esto garantiza que la iluminación cumpla con las necesidades reales de cada día.

**FIGURA 19:** Reloj astronómico.



**Fuente:** <http://www.schreder.com/SiteCollectionDocuments/Additional-content/Schreder-Owlet-Sistemas-de-Control.pdf>

### **Ventajas del nivel de tele-gestión I.**

- Ahorro energético de hasta el 30%.
- Instalación sencilla.
- Costes de energía reducidos.
- Perfiles fiables y regulación fija.

#### **1.6.4.2 Tele-gestión Intermedia.**

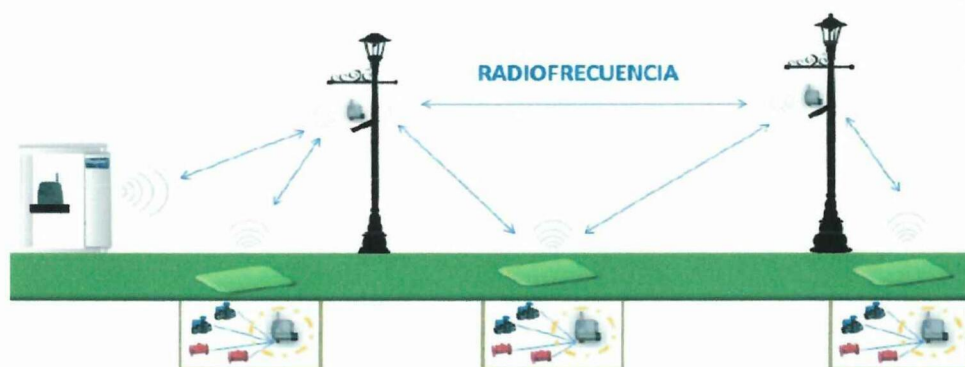
Este nivel intermedio está formado por equipos instalados en los centros de distribución, donde se realiza el control y monitoreo para cada circuito exclusivo de

Alumbrado Público en baja tensión, de hecho son equipos que registran todos los eventos que están fuera del normal funcionamiento, los equipos, miden o registran los diferentes parámetros eléctricos, registran anomalías o averías en cada circuito de alumbrado. Desde estos concentradores se transmite al nivel superior la información recibida de cada una de las luminarias existentes en los circuitos exclusivos de alumbrado, he inclusive propia información que se llegue a generar por la operación del centro de distribución.

### Red Autónoma

Para ofrecer más flexibilidad con funciones independientes y un nivel más amplio de posibilidades en términos de interacción, la gama Owlet de Schröder incorpora un sistema de regulación de Red Autónoma. Las luminarias se comunican conjuntamente en una red inalámbrica para ofrecer una regulación de perfil dinámico. El escenario de regulación autónoma puede reforzarse con funciones de detección de movimiento. Para gestionar la instalación, los sensores pueden estar centralizados o descentralizados. Cuando se detecta movimiento, el escenario de detección se cambia al escenario de regulación programada a fin de proporcionar seguridad y confort a los usuarios. La red de tele-gestión Owlet es perfectamente adecuada para plazas, parkings, parques, almacenes, instalaciones deportivas, carreteras, calles, etc.

**FIGURA 20:** Red de tele-gestión autónoma.



**Fuente:** <http://www.schreder.com/SiteCollectionDocuments/Additional-content/Schreder-Owlet-Sistemas-de-Control.pdf>

## **Ventajas del nivel de tele-gestión II.**

- Ahorro energético de hasta el 50%.
- Eficacia la red inalámbrica se basa en el protocolo ZigBee de fuente abierta.
- Fiabilidad gracias a la funcionalidad de malla, la red inalámbrica encuentra el mejor recorrido de comunicación. El sistema incluye las funciones de autorregeneración y normalización.
- Actualización la red puede actualizarse añadiendo nuevas funciones. También puede ser fácilmente ampliada incorporando nuevos puntos de iluminación, independientemente del suministro eléctrico sin cableado, gracias a la comunicación ZigBee inalámbrica.
- Accesibilidad el perfil de regulación puede cambiarse fácilmente conectando simplemente de forma inalámbrica un portátil a una luminaria sin usar ninguna herramienta. La nueva configuración será extendida para todas las luminarias en la red.

### ***1.6.4.3 Tele-gestión Avanzada.***

Corresponde a un centro integrado de control y monitoreo o sala de operación de sistema de Alumbrado Público, en esta central se recibe la información de todos los centros de distribución, y se supervisa la operación de los componentes del sistema de tele-gestión, en él se realizan los análisis y depuración de la información además se determinan los correctivos que sean necesarios para garantizar su funcionamiento, permite la supervisión y control de la información del sistema, mediante una unidad de mando central, recibe la información de los otros dos niveles a través del sistema

de comunicación, se analiza y valida la totalidad de la información, se determinan las respuestas operativas a todos los eventos y se centraliza toda la información y control de las diferentes bases de datos que interactúan en el funcionamiento de un sistema de alumbrado; lleva el procesamiento de todas las señales, genera despliegues gráficos, listas de alarmas, eventos, reportes, realiza los análisis y elabora el cálculo de indicadores.

El software de tele-gestión del servicio de alumbrado que se elija para el centro de control, debe interactuar con el sistema de información de la infraestructura (base de datos de la infraestructura), con el sistema de atención de quejas y reclamos, y mantenimiento del servicio y con el sistema de gestión de la red eléctrica a la cual está conectado el circuito de alumbrado público.

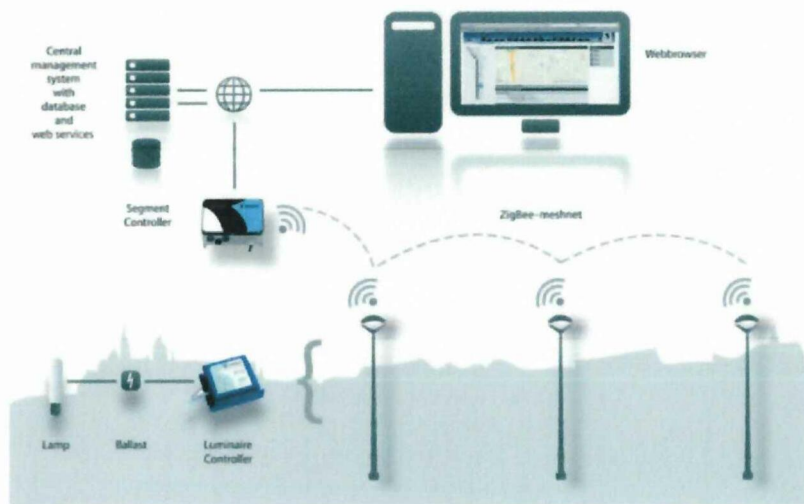
### **Red Inter-gestionable**

Complementa el sistema de tele-gestión con el interfaz fácil de usar Owlet Nightshift es un sistema de tele-gestión para supervisar, controlar, medir y gestionar una red de iluminación. Es una combinación única de tecnologías orientadas al futuro y un interfaz de web fácil de usar. Owlet Nightshift proporciona soluciones avanzadas para operar una instalación de iluminación de forma remota desde cualquier lugar del mundo.

La red de iluminación es gestionada a través de Internet mediante un navegador de web simple. Puede controlarse cada punto de luz individual en cualquier momento. Gracias a la comunicación bidireccional, puede supervisarse el estado operativo, el consumo de energía y los posibles fallos.



**FIGURA 21:** Red de tele-gestión inter-gestionable.



**Fuente:**(SCHRÉDER, 2014)

### **Ventajas del nivel de tele-gestión III.**

- Ahorro energético de hasta el 85%.
- Seguridad-. El sistema avanzado Nightshift proporciona un almacenaje de datos seguro y una copia de seguridad. El sistema utiliza mecanismos similares a los de seguridad de nivel bancario para codificar datos a pesar de usar navegadores de web estándar.
- Informe-. Los eventos son almacenados en la base de datos con una marca de hora exacta y posición geográfica. Los informes pueden ser predefinidos o personalizados para enfocarse en la información más interesante. Esta función proporciona una eficiente gestión de activos y alarmas para evitar que los pequeños fallos se conviertan en problemas graves y para detectar el vandalismo y robo.

- Integración de terceros-. Gracias a su tecnología abierta Zigbee y su almacenamiento de datos flexible en el sistema.
- Situación de emergencia-.En caso de problemas de control, el sistema pasa a un programa por defecto que asegura que la instalación de iluminación no se apague y siga proporcionando seguridad en el espacio público.
- Gestión de alarma instantánea-. Los fallos son registrados, identificados y localizados en tiempo real. La información puede ser automáticamente enviada a los operarios a través de un SMS o correo electrónico.

### **1.7 Comunicación de un sistema de Tele-gestión utilizando ZigBee.**

En internet: “ZigBee es un sistema ideal para redes domóticas, específicamente diseñado para reemplazar la proliferación de sensores/actuadores individuales. ZigBee fue creado para cubrir la necesidad del mercado de un sistema a bajo coste, un estándar para redes Wireless de pequeños paquetes de información, bajo consumo, seguro y fiable.

ZigBee está basado en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (wireless personal área Newark, WPAN) y tiene como objetivo las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías.

El sistema de Tele-gestión utiliza la tecnología ZigBee para la comunicación entre sus dispositivos de control y monitoreo.”

Dirección virtual:<http://sx-de-tx.wikispaces.com/ZIGBEE>

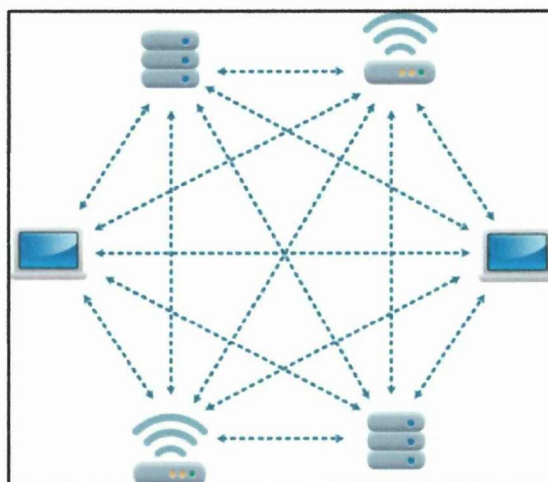
ZigBeees un de protocolos de comunicación de alto nivel su comunicación inalámbrica para la utilización con radios digitales de bajo consumo, funcionan bajo

la norma IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal. Su objetivo son las aplicaciones para redes Wireless que requieran comunicaciones seguras y fiables.

Además ZigBee Alliance es una asociación abierta, no lucrativa, de aproximadamente 400 miembros que conducen el desarrollo de estándares ZigBee innovadores, confiables y fáciles de emplear.

La Alianza promueve la adopción global de ZigBee como el estándar líder de redes inalámbricas en las normas de detección y control para ser empleadas en los sectores de consumo, comerciales e industriales. La Alianza promociona la adopción internacional de ZigBee como principal sistema de comunicaciones entre redes inalámbricas entre proveedores.

**FIGURA 22:** Diagrama zigbee.



**Fuente:**[http://www.electronicproducts.com/Analog\\_Mixed\\_Signal\\_ICs/Standard\\_Linear/ZigBee\\_helps\\_light\\_the\\_future.aspx#.U7cQhtIzc8I](http://www.electronicproducts.com/Analog_Mixed_Signal_ICs/Standard_Linear/ZigBee_helps_light_the_future.aspx#.U7cQhtIzc8I)

### **1.7.1 LuCo-NX (Controlador de Luminarias)**

El Luco NX está destinado a ser montado directamente en la luminaria. El controlador es para uso universal y puede ser usado en todos los ambientes (110-

277V, 50/60Hz, 0-10 volt/ señal de atenuación DALI). Recibe las señales del SeCo vía ZigBee y controla el balasto. El controlador permanentemente mide el consumo de energía, guarda los valores y luego se los reenvía al SeCo. Una fotocelda y un reloj astronómico integrado garantizan que las lámparas se enciendan y apaguen correctamente, incluso si no es posible acceder al sistema.

**FIGURA 23:** LUCO-NX (Controlador de Luminarias).



**Fuente:** <http://owlet-streetlight.com/es/produkte/>

### **1.7.2 SeCo (Controlador de Segmento)**

El SeCo es el vínculo entre los OLC y la interfaz web. Este controla un segmento de hasta 150 controladores y transmite cualquier ajuste manual a ellos directamente. El SeCo registra todos los datos vía ZigBee y los envía al servidor web a través de una conexión de Internet segura. Es más, guarda todos los datos de energía del segmento, lo que permite facturar el consumo con precisión. El SeCo es fácil de programar y totalmente personalizable. Distintas áreas que requieren de niveles de iluminación diferentes, como cruces de calles o pasos de peatones, pueden agruparse en grupos lógicos y ser operados simultáneamente.

**FIGURA 24:** SECO (Controlador de Segmento).



**Fuente:**(OWLET, 2014)

## **1.8 Software “ULYSSE V2.3”**

En internet:

Este software creado por Schröder puede calcular los niveles de luminancia e iluminancia necesarios, así como varios otros parámetros con el fin de proporcionar la solución óptima para diversas aplicaciones de iluminación.

Schröder ha venido trabajando constantemente en mejorar y adaptar el software a las nuevas necesidades. El software Ulysse versión 2.3 tiene varias funcionalidades como son: herramienta TCO, en tiempo real 2D, secciones transversales dinámicas, Mejora de representación 3D, nuevas memorias de cálculo, PDF y Nueva Iluminación del estudio virtual.

Dirección virtual: <http://www.schreder.com/Pages/default.aspx>

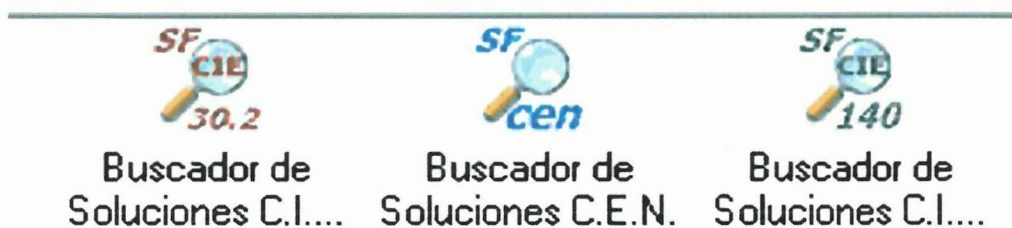
Para llevar a cabo este proyecto se utilizara el software “ULYSSE V2.3” como herramienta de simulación ya que es el más utilizado para llevar a cabo proyectos de iluminación. Este software se ha convertido en una poderosa herramienta y es de gran ayuda para todos aquellos diseñadores de alumbrado.

Este programa trabaja con normas internacionales de iluminación (CIE 302, CIE 140/2000) las cuales están a la vanguardia y siempre buscando mejorar los niveles requeridos en un proyecto para alcanzar el máximo rendimiento del mismo. El programa cuenta entre sus opciones:

### 1.8.1 *Buscador de Soluciones*

Esta opción permite encontrar rápidamente soluciones disponibles que se encuentran en las librerías del mismo, se despliega una lista de variables (altura, inclinación, espaciamiento, retranqueo, etc.) y se pueden modificar si desea cambiar los valores entre el mínimo y el máximo valor que presenta cada variable.

FIGURA 25: Buscador de soluciones.



Fuente: Raúl Trávez, Sowftware Ulysse

### 1.8.2 *Alumbrado público*

También cuenta con la opción Alumbrado público en dicha opción se pueden realizar cálculos más específicos con rapidez y cumpliendo con las normas internacionales ya antes mencionadas. En esta opción es posible realizar todos los cálculos necesarios para proyectos de carreteras.

**FIGURA 26:**Buscador de Soluciones 2.



**Fuente:** Raúl Trávez, Sowftware Ulysse

### ***1.8.3 Alumbrado General***

En esta opción el programa tiene algunas de las características de las opciones anteriores, además cuenta con un control completo sobre la red como las posiciones y los parámetros del diseño del alumbrado también se puede definir redes múltiples , rotarlas y colocarlas con respecto a un origen de referencia.

**FIGURA 27:**Buscador.



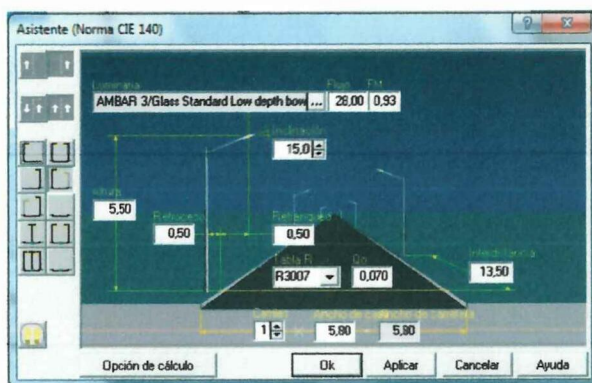
**Alumbrado general**

**Fuente:** Raúl Trávez, Sowftware Ulysse

### ***1.8.4 Simulación***

Una vez ingresados todos los datos, como los parámetros de inicio de acuerdo con las necesidades de nuestro diseño a continuación procedemos a generar el informe en donde se desplegara todos los datos obtenidos de la simulación.

**FIGURA 28:** Buscador de Datos.



**Fuente:** Raúl Trávez, Software Ulysse

Luego de ingresar todos los valores el programa despliega un informe en el cual se detalla los lum, cd/m, uniformidad media, iluminancia, etc. Con lo cual se puede verificar que los datos obtenidos cumplen con los requerimientos del diseñador. Además nos muestra una vista en 2D y en 3D de cómo quedaría el proyecto de iluminación. Por la facilidad y la fiabilidad que presenta con el diseñador este software es uno de los más utilizados a nivel mundial.

Este programa cumple con las normas nacionales de iluminación vigentes dictadas por el CONELEC 005/14, de esta manera los datos obtenidos con este programa son confiables para llevar a cabo este estudio.

## **CAPÍTULO II**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **2.1 Introducción**

La Empresa Eléctrica Cotopaxi dentro de su área de concesión maneja niveles de voltaje desde 120 hasta 69.000 voltios, razón por la cual es necesario la aplicación y el cumplimiento de varias normas para optimizar y aprovechar al máximo la energía eléctrica y obtener beneficio para la empresa mediante actividades como la planificación de mantenimiento preventivo, implementar nuevas tecnologías, la evaluación de las condiciones de las redes, ejecución de trabajos de remodelación de redes, entre otras actividades que requieren del aporte de todos los departamentos que conforman la empresa.

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi está consciente de la utilización de nuevas tecnologías para aprovechar al máximo la energía eléctrica que es consumida, de esta manera se busca contribuir al uso racional y eficiente de la misma.

En el presente capítulo, se analizaron los datos obtenidos del circuito de alumbrado público que se encuentra instalado en el centro histórico de la ciudad de Pujilí, Y de esta manera se espera corroborarla hipótesis de trabajo de grado la cual cita lo siguiente: Determinar el estado actual del alumbrado público del centro histórico de la ciudad de Pujilí, que permitirá verificar si existe una óptima utilización de la energía eléctrica del mismo.

## 2.2 La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. en sus inicios

Con la imperante necesidad de que la ciudad cuente con su propia planta de energía eléctrica el día domingo 11 de abril de 1909 el Coronel Justiniano Viteri, Presidente del Consejo Municipal de Latacunga, inauguró oficialmente el servicio de Alumbrado Eléctrico de la ciudad. Desde ese entonces esa entidad fue la encargada de administrar toda energía eléctrica producida mediante una planta hidráulica de 30 KWs. La entidad brindaba alumbrado de domicilios y calles céntricas de la ciudad. Conforme iba incrementando la demanda eléctrica, se construyeron varios proyectos hidroeléctricos que fortalecieron el circuito eléctrico de la ciudad. El día 2 de mayo de 1975 el Instituto Ecuatoriano de Electrificación INECEL se encarga de la administración de energía eléctrica de Cotopaxi y funda el Sistema Eléctrico Latacunga, S.E.L.(ELEPCO, 2014)

**FIGURA 29:** Edificio ELEPCO S.A.



**Fuente:**(COTOPAXI, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

A finales del año 1983 la compañía es llamada: Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi S.A. (ELEPCO S.A.). El primero de febrero de 1984 entra en funcionamiento la Empresa, siendo sus accionistas INECEL y los municipios de Latacunga, Saquisilí, Salcedo y Pujilí. Luego de un mes se amplían las centrales hidráulicas. (ELEPCO, 2014)

### 2.2.1 Áreas de Concesión de Cotopaxi

**FIGURA 30:** Área de Concesión de la ELEPCO S.A.



**Elaborado por:** Raúl Trávez

El área de concesión en la provincia de Cotopaxi es de 5619 km<sup>2</sup>, visto en la Figura 23. La distribución y comercialización de ELEPCO S.A., tiene la concesión de los

cantones: Pangua, Pujilí, Salcedo, Saquisilí, Sigchos y parte del cantón La Maná de la Provincia de Cotopaxi. Las restricciones que se tuvo en la concesión del servicio eléctrico fueron: la ciudad de La Maná, y las parroquias de Palo Quemado y las Pampas del cantón Sigchos, que fueron servidas por las empresas EMELGUR y Santo Domingo respectivamente. La empresa eléctrica ELEPCO S.A., poco a poco fue extendiendo sus redes eléctricas y actualmente ha llegado a igualar a las empresas Quito y Ambato. (MOSQUERA, y otros, 2010)

### **Generalidades**

Los departamento de operación y mantenimiento están destinados a realizar diferentes actividades en la distribución eléctrica ya sea está a cargo el servicio de mantenimiento de redes eléctricas, alumbrado público, transformadores de potencia como distribución de igual manera el de subestaciones en todo cuanto corresponde al sistema de distribución de energía que contempla ELEPCO S.A.

El mantenimiento, está contemplado por actividades que deben desarrollarse coordinadamente, para aplicarse en los equipos e instalaciones de diversa índole, de tal forma de procurar el funcionamiento adecuado y la operación continua de los mismos, con el objeto de brindar un servicio confiable, de buena calidad, normal y continuo para los usuarios

Si se aplica la Ingeniería; esta permitirá el diseño, mejoramiento e implementaciones de sistemas integrados de personas, materiales y equipos basándose en conocimientos y habilidades especializadas junto con los principios, métodos del análisis y diseño de ingeniería.

El estudio de planificación de mantenimiento de subestaciones y de toda la infra estructura es continuo para mejorar el proceso de productividad de la Empresa Eléctrica Cotopaxi. Un método conocido es el mejoramiento continuo de los recursos

humanos y materiales, esta actividad comprende en establecer un sistema de mantenimiento programado estándar que permita realizar un determinado objetivo.

Las actividades de Mantenimiento de una Empresa Eléctrica es una labor ineludible en su proceso de transformación de la energía eléctrica. La calidad del servicio en lo que corresponde a la continuidad dependerá de cuan mantenidas están estas instalaciones.

Como actividad inevitable que es, esta se enfoca de muy diversas maneras según sean las características específicas de cada Empresa, de su organización su capacidad económica, de la calidad del personal que disponga, de la ubicación geográfica, etc.

### **2.3 Metodología de la Investigación**

Según el libro de NAMAforoosh, Mohammad “Metodología de la investigación” expresa lo siguiente “La investigación descriptiva es una forma de estudio para saber quién, dónde, cuándo, cómo y por qué del sujeto del estudio. En otras palabras, la información obtenida en un estudio descriptivo, explica perfectamente a una organización el consumidor, objetos, conceptos y cuentas.” Pág. 91.

El investigador ha optado por escoger la investigación descriptiva, ya que permite utilizar algunos instrumentos necesarios para resolver el problema planteado, se manipularon instrumentos como la observación, test, lectura científica que fueron de gran ayuda para lograr corroborar la hipótesis que sirvió como una posible solución de la problemática y además se pudo observar la realidad en la que se encuentran los circuitos del alumbrado público, para que de esta manera se desarrollen las respectivas conclusiones y recomendaciones del problema. También se utilizó la investigación de campo porque se pretende ejecutar las respectivas prácticas en el

lugar donde se genera el problema, para hallar una solución factible con mayor rapidez y de calidad.

Y por último, se utilizó la investigación aplicada con el objetivo de dar solución inmediata al problema planteado y así mejorar la técnica de aprendizaje. Este tipo de investigaciones requiere una modalidad de investigación bibliográfica, puesto que se revisará múltiples fuentes de consulta libros, revistas; el cual dará una visión amplia de las ventajas, desventajas y demás aspectos que sean necesarios establecer para la realización de la investigación.

## **2.4 Métodos de Investigación**

De acuerdo con RODRÍGUEZ, Ernesto en su libro “Metodología de la Investigación” manifiesta lo siguiente “El método inductivo es un proceso en el que, a partir del estudio de casos particulares, se obtienen conclusiones o leyes universales que explican o relacionan los fenómenos estudiados. Pág. 29.

Se aplicó el método inductivo a fin de analizar la situación actual del ahorro de energía eléctrica, lo cual permitió formular una propuesta tentativa de actualizar el mismo. Luego se empleó el método deductivo para identificar las posibles soluciones que determinaron el óptimo aprovechamiento de la energía que se consume para lograr el máximo ahorro de energía eléctrica, mediante la observación y descripción del estado actual de cada dispositivo existente. Para determinar el método deductivo, se utilizó el método experimental, el cual realiza un análisis con los datos obtenidos a fin de garantizar la correcta utilización de la energía en el funcionamiento de las luminarias.

## **2.5 Planificación del Alumbrado Público**

### ***2.5.1 Políticas de Servicio para el Alumbrado Público***

Las políticas del servicio de alumbrado público que administra la Empresa ELEPCO S.A., se enmarcan dentro de las responsabilidades y obligaciones en donde se establecen como responsabilidades de la Empresa, entre las cuales son: (ELEPCO, 2014)

- En la provincia de Cotopaxi generar energía eléctrica en el área de concesión, para logra confiabilidad, optimización y eficiencia de los servicios.
- Utilización del sistema de comunicaciones de equipos multiusuarios RISC y Servidores de comunicación y web.
- Evaluación para minimizar la inversión en la iluminación pública.
- “Propender a la racionalización del uso de la energía en todos sus niveles”.
- “Aprovechar los recursos del FERUM para proyectos de electrificación rural”.

## **2.6 Metodología de la Investigación**

### ***2.6.1 Investigación Bibliográfica***

El presente trabajo de investigación adquiere una modalidad de indagación bibliográfica puesto que se revisaron varias fuentes de consulta como: libros, revistas, páginas web, etc.las cuales brindaron una perspectiva mucho más amplia del

alumbrado público actual como de las nuevas alternativas para la realización de la investigación.

### **2.6.2 Método Experimental**

Se recurre a este a este método de investigación puesto que se realizara pruebas como: medir los luxes del 10% del alumbrado público, numero de lámparas a sustituir para verificar la correcta iluminación.

### **2.6.3 Observación**

Se necesita de esta técnica ya que nos ayudó a observar de manera directa el área de investigación en el Centro Histórico de Pujilí. De este modo se pudo apreciar la cantidad de peatones que circulan durante la noche y buscar la mejor opción a la problemática planteada al inicio del proceso de investigación.

## **2.7 Regulación para el Alumbrado Público**

Para el alumbrado público se trabaja con la Regulación005/14 vigente. De acuerdo con el Consejo Nacional de Electricidad “CONELEC”, y el reglamento Técnico Ecuatoriano 069 Alumbrado Público. Este reglamento RTE INEN 069 tiene como objetivo lo siguiente:

- Garantizar niveles y calidad de energía lumínica requerida.
- Seguridad en el abastecimiento energético.
- Protección al consumidor.

- Preservación del medio ambiente.

Dentro del reglamento técnico ecuatoriano es aplicado a las instalaciones de alumbrado público, materiales y equipos utilizados en ellas.

- **Eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior ( $\epsilon$ ).** Se realiza mediante el siguiente cálculo.

$$\epsilon = \frac{S * E_m}{P} \left[ \frac{m^2 * lux}{W} \right]$$

Ecuación 3

Donde:

- Superficie iluminada S dada en  $m^2$ .
- Iluminancia media  $E_m$  dada en luxes.
- Potencia activa instalada P dada en vatios W.

### ***2.7.1 Diferentes lámparas que posee ELEPCO S.A.***

La ELEPCO S.A. dentro de su área de concesión tiene a su haber diferentes tipos de luminarias dependiendo de la aplicación que se las da a las mismas se utilizan en alumbrado público y también para el área ornamental.

El departamento de alumbrado público de la ELEPCO S.A. tiene que cubrir todos los rincones donde la empresa esté presente y por ello existen diferentes escenarios en los cuales no se puede utilizar un mismo modelo de luminarias.

**Tabla 2:** Luminarias por Tecnologías y Potencias.

<b>LUMINARIAS POR TECNOLOGIAS (VASP-MH-M, ETC.) Y POTENCIAS</b>									
<b>POTENCIA</b>	<b>LED</b>	<b>Mercurio Abierta</b>	<b>Mercurio Cerrada</b>	<b>Ornamental</b>	<b>Proyector Mercurio</b>	<b>Proyector Sodio</b>	<b>Sodio Abierta</b>	<b>Sodio Cerrada</b>	<b>Total general</b>
<b>70</b>		14	0	679	0	1	50	8861	9605
<b>100</b>	30	61	4	473	2	28	30	6840	7468
<b>125</b>		1803	851	40	0	0	0	0	2694
<b>150</b>		14	0	63	15	62	6	3772	3932
<b>175</b>		2031	751	0	0	0	0	0	2782
<b>250</b>		70	50	0	0	237	2	2863	3222
<b>400</b>		0	65	0	0	131	4	536	736
<b>500</b>		0	0	0	28	0	0	0	28
<b>Total general</b>	<b>30</b>	<b>3993</b>	<b>1721</b>	<b>1255</b>	<b>45</b>	<b>459</b>	<b>92</b>	<b>22872</b>	<b>30467</b>

**Elaborado por:** Raúl Trávez

En la Tabla 2, se puede observar claramente los tipos de luminarias que tiene la ELEPCO S.A. y además la potencia de cada una de ellas.

La empresa posee 30467 luminarias distribuidas en toda su área de concesión. Siendo la luminaria de sodio cerrada la más utilizada con 22872 luminarias instaladas en toda su área de concesión y representa el 75.07% del total de las luminarias con niveles de potencia de (70, 100, 150, 250, 400) W y la menos utilizada la luminaria Led de 100W con 30 luminarias instaladas que representa el 0.098% del 100% instalado esto debido al costo de las mismas.

### **2.7.1.1 Flujo luminoso por potencias de ELEPCO S.A.**

De acuerdo a la necesidad y dependiendo el tipo de lugar a ser iluminado la ELEPCO S.A. Tiene diversas opciones de luminarias al momento de realizar un proyecto de iluminación y de esta manera tener un flujos luminosos adecuado y prestar un

excelente servicio de alumbrado público cumpliendo con la regulación 005/14 de alumbrado público establecida por el CONELEC.

**Tabla 3:** Flujo Luminoso.

<b>FLUJO LUMINOSO POR POTENCIAS</b>		
<b>POTENCIA</b>	<b>FLUJO LUMINOSO ( lumenes)</b>	<b>Total general por potencia</b>
<b>70 (VSAP)</b>	6500	9605W
<b>100 (VSAP)</b>	10000	7468W
<b>125 (HG)</b>	5670	2694W
<b>150 (VSAP)</b>	17200	3932W
<b>175 (HG)</b>	6300	2782W
<b>250 (VSAP)</b>	33000	3222W
<b>400 (VSAP)</b>	55000	736W
		<b>30439W</b>

**Elaborado por:** Raúl Trávez

Como se muestra en la Tabla 3 los flujos luminosos que maneja la ELEPCO S.A. De acuerdo al número de luminarias instaladas la luminaria de 70W-6500 lum es la más utilizada ya que representa el 31.55% y la menos utilizada es la de 400W-55000 lum con un 2.41% ya que si utilizamos luminarias que emitan un flujo luminoso muy potente se presenta el efecto de deslumbramiento que es incómodo y perjudicial para la los peatones.

### **2.7.2 Demanda del Alimentador 2 de Pujilí.**

El 4 de febrero del 2013, la empresa ELEPCO S.A. inauguro las instalaciones de la subestación de distribución en el cantón Pujilí para mejorar las condiciones de servicio de energía eléctrica a los 16000 clientes del cantón Pujilí y en los barrios de San Rafael, Loma Grande, Urbanización UNE y Santa Rosa de Pichul del Cantón Latacunga. Debido al crecimiento de la población de los barrios de Latacunga y del cantón Pujilí, ha ido incrementando la demanda de potencia y energía alcanzando los 4 MVA en horas de máxima de demanda. Se tiene un valor cercano a 3 MVA en

Pujilí y sus alrededores. ELEPCO S.A. coloca un transformador de 5 MVA a fin de abastecer la demanda ubicada en la subestación. (ELEPCO, 2014)

**Tabla 4:** Consumo de energía alimentador 2 de la Sub/estación Pujilí.

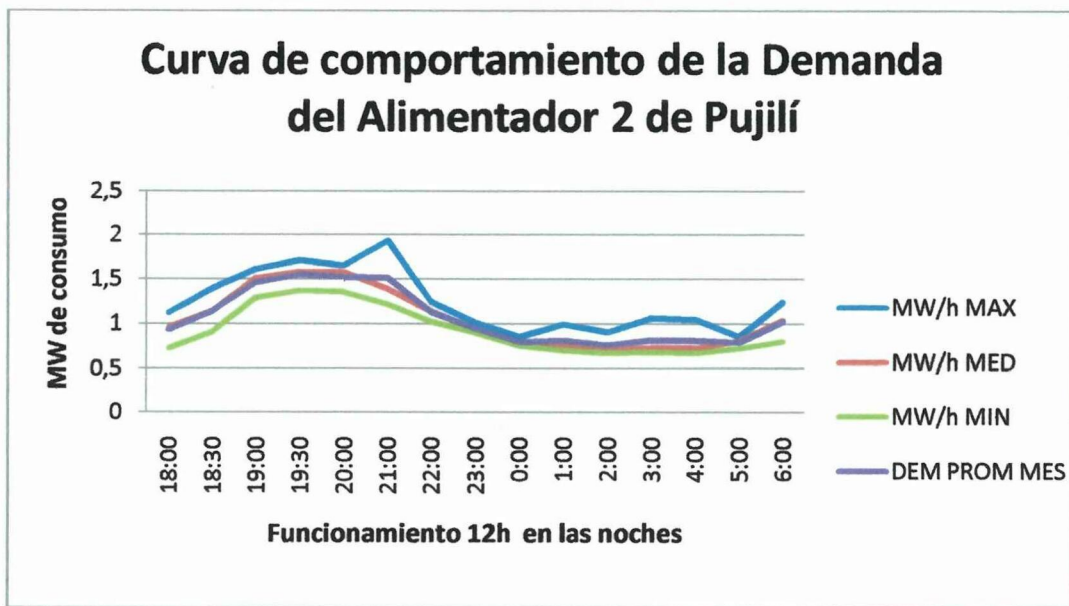
<b>Alimentador 52P8-S2 de Pujilí Consumo Enero 2015</b>				
<b>HORA</b>	<b>MW/h MAX</b>	<b>MW/h MED</b>	<b>MW/h MIN</b>	<b>DEM PROM MES MW/H</b>
<b>18:00</b>	1,12	0,96	0,720	<b>0,93</b>
<b>18:30</b>	1,39	1,14	0,910	<b>1,15</b>
<b>19:00</b>	1,61	1,50	1,290	<b>1,47</b>
<b>19:30</b>	1,71	1,58	1,370	<b>1,55</b>
<b>20:00</b>	1,65	1,57	1,350	<b>1,52</b>
<b>21:00</b>	1,93	1,39	1,210	<b>1,51</b>
<b>22:00</b>	1,24	1,13	1,020	<b>1,13</b>
<b>23:00</b>	1,01	0,93	0,900	<b>0,95</b>
<b>0:00</b>	0,85	0,79	0,750	<b>0,80</b>
<b>1:00</b>	0,99	0,75	0,700	<b>0,81</b>
<b>2:00</b>	0,90	0,71	0,670	<b>0,76</b>
<b>3:00</b>	1,06	0,72	0,680	<b>0,82</b>
<b>4:00</b>	1,04	0,72	0,670	<b>0,81</b>
<b>5:00</b>	0,85	0,80	0,720	<b>0,79</b>
<b>6:00</b>	1,24	1,03	0,800	<b>1,02</b>
<b>MAX</b>	<b>1,93</b>	<b>1,58</b>	<b>1,370</b>	<b>1,55</b>
<b>MED</b>	<b>1,24</b>	<b>1,05</b>	<b>0,917</b>	<b>1,07</b>
<b>MIN</b>	<b>0,85</b>	<b>0,71</b>	<b>0,670</b>	<b>0,76</b>

Fuente: Subestación Pujilí.

Elaborado por: Raúl Trávez

En la tabla 4 se puede visualizar el consumo de energía que tiene el alimentador 2 de la subestación Pujilí en el mes de enero del 2015 los datos fueron facilitados por los operadores que laboran en dicha subestación. Los datos fueron tabulados de los registros diarios de operación. Con lo cual se obtuvo la demanda máxima, media, mínima y promedio en MW/h de los datos referidos. En la tabla 4 se muestra la demanda que tiene el alimentador en las noches de 18:00h a 06:00h.

**FIGURA 31:** Curva de comportamiento de la demanda en el mes de Enero.



**Elaborado por:** Raúl Trávez.

En la figura 31 se puede observar la curva de comportamiento de la demanda del alimentador 2 de Pujilí en las noches de 18:00h a 06:00h. La línea púrpura muestra la demanda promedio que tuvo el alimentador en el mes de enero.

### 2.7.2.1 Luminarias utilizadas

**FIGURA 32:** Luminaria del Alumbrado Público.



**Elaborado por:** Raúl Trávez

Actualmente en la ciudad de Pujilí, cuenta con un Sistema de Alumbrado Público que está formado por un total de 383 luminarias Figura 32, que cumplen con las siguientes características. En las siguientes Tablas se colocan las condiciones ambientales existentes.

**Tabla 5:** Luminariasdel Alumbrado Público.

<b>Descripción</b>	
Potencia (vatios)	250 W
Tipo de luminaria	Mercurio Halogenado
Balasto tipo reactor encapsulado de 3 taps	210, 220 y 240 V TW 130 °C
Tipo de Carga	Capacitor
Frecuencia	60 Hz
Factor de Potencia	Mayor a 0.95 hasta 300 V

Tipo bombilla	Tubular
Hermeticidad	IP 65 (conjunto óptico y eléctrico)
Norma	CIE 140 – 2000
Reflector interior	Aluminio de alta pureza
Luminancia promedio	0.75 candelas/cm <sup>2</sup>
Índice de deslumbramiento máximo	10 %
Uniformidad general U <sub>o</sub>	40 %

**Elaborado por:** Raúl Trávez

**Tabla 6:** Condiciones Ambientales de las Luminarias.

Parámetro	Especificación
Tipo	Horizontal, cerrada
Lugar de Instalación	A la intemperie
Altura de instalación	3000 msnm (metros sobre el nivel del mar)
Condiciones de Instalación	A exposición a lluvia, vibración, contaminación atmosférica alta, polvo e insectos
Humedad relativa	70 %
Temperatura ambiente	0 ° - 30 °C
Velocidad de viento	Menor a 80 km/h

**Elaborado por:** Raúl Trávez

**Tabla 7:** Características de la Bombilla.

Parámetro	Especificaciones
<b>Bombilla</b>	
Vida útil	Mayor a 12000 horas
Flujo luminoso mínimo	19000 lúmenes
Corrientes de operación	Menores a 1.2 A (NTC 2243)
Corrientes de arranque a 240 V	Menores a 2.4 A (NTC 2243)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

**FIGURA 33:** Elementos de la Luminaria.



**Elaborado por:** Raúl Trávez

Los elementos de las luminarias Figura 33 son las siguientes: lámpara, balasto, ignitor, conexión a borneras, capacitor y bombilla. En las Tablas 8, 9, 10 y 11 se observa las características técnicas de las diferentes partes de las luminarias.

**Tabla 8:** Características del Balasto.

<b>Parámetro</b>	<b>Especificaciones</b>
Tipo	Electromagnético
Reactor	Encapsulado
Dos taps de Funcionamiento	210 V en redes trifásicas 240 V en redes monofásicas
Frecuencia	60 Hz
Voltaje de alimentación por tap	$\pm 5 \%$
Temperatura del conductor con aislamiento	105 °C
Temperatura máxima permitida	130 °C (Norma NTC 2230)
Material del núcleo	Lámina magnética

Pérdidas máximas	24 W
Normas de diseño y construcción	NTC 2117 y 2118

**Elaborado por: Raúl Trávez**

**Tabla 9: Características del Ignitor.**

<b>Parámetro</b>	<b>Especificaciones</b>
Material	Auto extingible
Tipo de las salidas de los terminales	Tornillo y/o prisionero
Temperatura - Voltaje del conductor	105 °C - 600 V
Temperatura máxima de funcionamiento	90 °C
Normas de fabricación	NTC 3200-1 y 3200-2

**Elaborado por: Raúl Trávez**

**Tabla 10: Características del Capacitor para Iluminación.**

<b>Parámetro</b>	<b>Especificaciones</b>
Tipo	Seco
Tolerancia en la capacidad	± 5%
Voltaje	330 V
Factor de potencia	0.92 inductivo (CONELEC N004/01)
Fabricación de los capacitores	Resina y de cubierta exterior plástica
Voltaje de funcionamiento	210 y 240 V
Norma de diseño, construcción y tipo de pruebas a aplicarse	NTC 2134-1 y 2134-2

**Elaborado por: Raúl Trávez**

**Tabla 11:** Características de las Borneras de Conexión.

<b>Parámetro</b>	<b>Especificaciones</b>
<b>Borneras de conexión</b>	
Tipo de terminales	Tornillos prensores
Temperatura máxima	150 °C
Calibre de terminales	12 AWG
Fuerza de cierre de terminales	20 Newtons
Normas de fabricación	NTC 2230

**Elaborado por:** Raúl Trávez

## **2.8 Análisis del Alumbrado Público en Pujilí.**

### **2.8.1 Calles más transitadas.**

Para la obtención de datos se procedió a realizar un censo en la ciudad de Pujilí visto en la Tabla 12y de esta manera saber cuáles calles son las más transitadas por los peatones como también de los vehículos. El levantamiento de datos empezó el día jueves 31 de Julio del 2014 a las 18:00h hasta el 7 de agosto del 2014 a las 06:00h. Tomando en cuenta la cantidad de locales comerciales y la afluencia de personas a los mismos. Además la hora en que cierran dichos locales depende directamente del número de peatones que circulan en la noche por las calles a ser estudiadas. También se tomó en cuenta los días de feria así como los fines de semana para obtener un número de peatones promedio para toda una semana 7 días.

**Tabla 12:** CENSO “CALLES MÁS TRANSITADAS DE LA CIUDAD DE PUJILÍ”.

<b>Calle Número</b>	<b>Nombre</b>	<b>Sector</b>	<b>Hora</b>	<b>Intersección con las calles</b>	<b>Numero de Peatones</b>
1	Antonio José de Sucre	Norte	18:00h a 06:00h	Bolívar, Belisario Quevedo, Rafael Morales, García Moreno.	1395
2	Belisario Quevedo	Norte	18:00h a 06:00h	Álvarez, Pichincha, Sucre, Olmedo, Rocafuerte, Salinas.	1383
3	García Moreno	Centro	18:00h a 06:00h	Álvarez, Pichincha, Sucre, Olmedo, Rocafuerte, Salinas	1378
4	Rafael Morales	Centro	18:00h a 06:00h	Álvarez, Pichincha, Sucre, Olmedo, Rocafuerte, Salinas.	1275
5	Salinas	Este	18:00h a 06:00h	Belisario Quevedo, Bolívar, García Moreno, Rafael Morales.	1227

**Elaborado por:** Raúl Trávez

Cabe notar que los días miércoles y domingo son los más ajetreados, debido a que son días de feria en esta ciudad, por lo que la ciudad tiene un ritmo de vida muy diferente a los demás días, ya que existen transeúntes en las calles desde las 05:30h de la mañana.

**Tabla 13:** Peatones por Horas.

<b>Horas en la noche</b>	<b>Numero de peatones</b>
18:00	350
19:00	350
20:00	200
21:00	52
22:00	26
23:00	6
0:00:00	2
1:00	0
2:00	0
3:00	6
4:00	19
5:00	34
6:00	350

**Elaborado por:** Raúl Trávez

En la tabla13 se puede observar el número de peatones que circulan en las noches por las calles más transitadas del Centro Histórico de Pujilí. Debido a que el número de peatones en las noches es reducido más aun a partir de las 20:00h se tomó el máximo de cada hora de los 7 días que duro el censo para elaborar la tabla arriba mencionada puesto que los valores originales son muy bajos.

### **2.8.2 Ancho promedio de las vías.**

Debido a que las calles en la ciudad de Pujilí no poseen el mismo ancho de medida, se procedió a realizar un estudio de campo. Para obtener datos de las mismas, se realizó la toma de mediciones en las calles que tienen mayor afluencia de transeúntes

y vehículos, de esta manera se podrá utilizar una medida estándar visto en la Tabla 14.

**Tabla 14:** ANCHO PROMEDIO DE LAS PRINCIPALES CALLES DE LA CIUDAD DE PUJILÍ.

<b>Calle Número</b>	<b>Tramo de la calle</b>	<b>Entre la calle y la calle</b>	<b>Ancho (metros)</b>
1	García Moreno	Antonio José de Sucre y Pichincha	5.90
2	Antonio José de Sucre	Simón Bolívar y García Moreno	5.10
3	Antonio José de Sucre	García Moreno y Rafael Morales	4.85
4	Rafael Morales	Olmedo y Antonio José de Sucre	6.00
5	Rafael Morales	Vicente Rocafuerte y Salinas	4.60
6	Salinas	Rafael Morales y García Moreno	4.00
7	Belisario Quevedo	Villacís y Salinas	8.33
8	García Moreno	Antonio José de Sucre y El Parque Central	5.30
9	Belisario Quevedo	Vicente Rocafuerte y Olmedo	9.10
10	Antonio José de Sucre	Belisario Quevedo y Bolívar	4.65
		<b>TOTAL</b>	57.83
		<b>Ancho Promedio</b>	<b>5.78≈ 5.80</b>

**Elaborado por:** Raúl Trávez

Como se muestra en la tabla 14 el ancho promedio que se obtuvo en este estudio no tiene mucha variación con el ancho de las calles de la ciudad, por lo cual es aceptable para los datos que serán ingresados en el programa.

### 2.8.3 Inter-distancia entre los postes de Alumbrado Público.

Para poder ingresar datos de una manera confiable, se procedió a realizar el levantamiento de datos referente a la inter-distancia que existe en cada poste de alumbrado público de las calles más transitadas de la ciudad.

**Tabla 15:** INTER – DISTANCIA ENTRE LOS POSTES DE ALUMBRADO PÚBLICO.

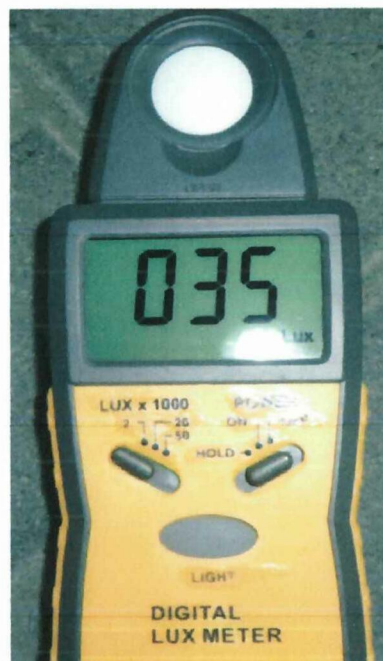
<b>Tramo Número</b>	<b>Calle</b>	<b>Inter-distancia (metros)</b>
1	Sucre	14.00
		14.00
		11.60
2	Rafael Morales	16.97
		8.60
		12.60
		18.20
		14.75
		19.28
3	Belisario Quevedo	19.88
		8.33
		12.76
		15.40
		9.10
4	Simón Bolívar	15.20
		14.50
		12.80
		12.00
	<b>TOTAL</b>	256.17
	<b>Inter-distancia Promedio</b>	13.48≈ 13.50

Elaborado por: Raúl Trávez

Debido a la gran cantidad de poste de alumbrado público que existe en la ciudad se tomaron datos en las calles con mayor movimiento vehicular y peatonal. En zonas específicas de la ciudad como se muestra en la Tabla 15.

#### 2.8.4 *Análisis de la luminaria en Pujilí.*

**FIGURA 34: MEDIDA DE LUXES EN LA LUMINARIA.**



**Elaborado por:** Raúl Trávez

**Tabla 16: MEDICIÓN DE LUXES EN LAS LUMINARIAS DEL CENTRO HISTÓRICO DE PUJILÍ.**

Tramo Número	Calle	Lux Medidos
1	Sucre	82
		34
		84
		79

		52
		56
2	Rafael Morales	65 45 87 78 57 46
3	Belisario Quevedo	54 47 73 56 78 67
4	Simón Bolívar	78 69 43 78 45 52
5	Vicente Rocafuerte	69 73 45 52 81 56
6	Bolívar	46 78 73 52 54 87

7	Salinas	73
		53
	<b>TOTAL</b>	2397
	<b>Lux Promedio</b>	63.045≈ 63

**Elaborado por:** Raúl Trávez

En la Tabla 16 se muestra los lux medidos del 10% del total de las luminarias. El valor obtenido será ingresado en el software Ulysse para comprobar si los niveles de iluminación de la zona cumplen con las regulación 005/14 establecidas por el CONELEC y la norma internacional CIE 140/2000 de iluminación.

#### **2.8.5 Costos de Operación y Mantenimiento.**

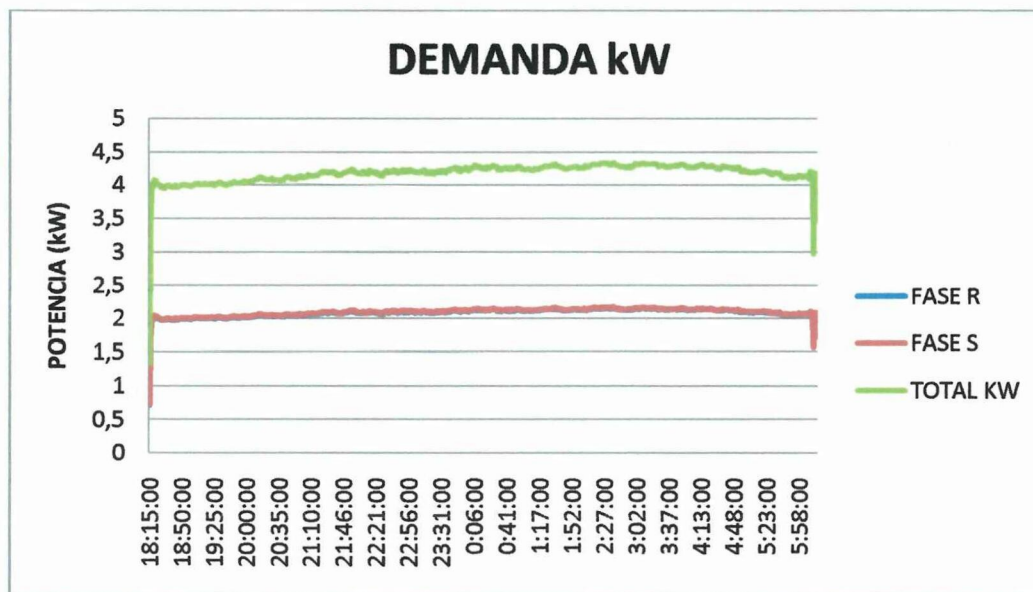
El costo al adquirir una lámpara nueva de mercurio halogenado es relativamente bajo en relación con una lámpara led tele-gestionable. Pero el beneficio económico llega hasta este punto ya que este tipo de lámparas consumen una gran cantidad de energía eléctrica al ser una bolilla incandescente gran cantidad de la energía consumida es transformada en calor. Además que los elementos que forman parte de la lámpara deben ser reemplazados cada cierto tiempo y por ello el costo final de este tipo de lámparas va incrementándose poco a poco, si tomamos en cuenta la energía consumida durante su vida útil, el costo del reemplazo de elementos y las disminución de su flujo luminoso el costo final es elevado.

También deben considerarse que este tipo de bombillas deben tener un trato especial ya que en su interior existe mercurio que es peligroso para las salud y el medio ambiente, a simple vista no se lo puede observar por dicho inconveniente tiene que ser tratada con la atención que lo amerita y evitar accidentes. Finalmente se debe optar por incluir medidas de seguridad necesarias para el retiro y buen manejo las bombillas de sodio y mercurio del alumbrado público existente en funcionamiento.

### 2.8.5.1 Análisis del consumo de energía en Alumbrado Público.

El sistema de Alumbrado Público en Pujilí está conformado por 383 luminarias, de las cuales se analiza el consumo en un año, visto en la Tabla 17. Un circuito formado de 15 luminarias, mediante las características técnicas debería consumir 4.25 kW durante las 12 horas que esté en funcionamiento. En la Figura 35, se visualiza un análisis del funcionamiento de la luminaria durante las 12 horas de operación.

**FIGURA 35:** DEMANDA EN KILO-VATIOS DE UN CIRCUITO DE LUMINARIAS EN PUJILÍ.



**Elaborado por:** Raúl Trávez

En la Figura 35 se puede visualizar el consumo que tiene un grupo de luminarias en el centro histórico de Pujilí estos datos fueron obtenidos con un analizador de carga de la ELEPCO S.A. en el lugar donde se llevó a cabo este estudio. La figura muestra la demanda que poseen las luminarias. Otra de las razones es el horario de funcionamiento, están previstas para operan 12 horas cada día, lo que provoca un gasto de energía innecesario cuando nadie (persona o vehículo) transite a ciertas

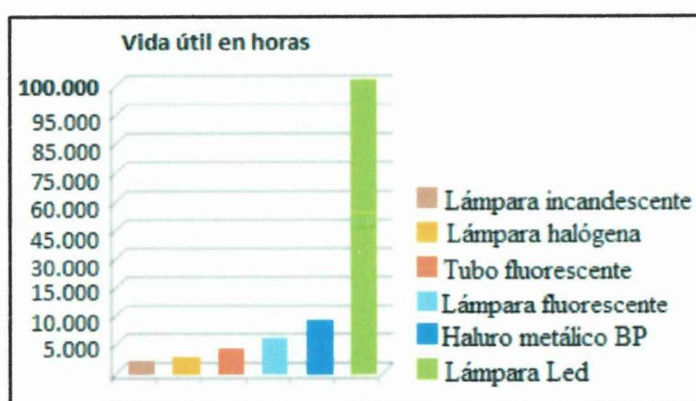
horas; Los datos fueron obtenidos por el analizador de carga FLUKE 1744 POWER QUALITY facilitado por la ELEPCO S.A.

**Tabla 17: CONSUMO ACTUAL ANUAL DE LAS LUMINARIAS.**

Descripción	Cantidad/Precio
Luminarias	383
Consumo	280 W (Incluido perdidas)
	107,24kw (total)
Funcionamiento	12 horas
Consumo total	39141,74 kw-h (1 mes)
	469700,90 kw-h (1año)
	\$ 4.356,47(mensual)
	\$52.277,71 (anual)

Fuente:(PRIETO, 2012)  
Elaborado por: Raúl Trávez

**FIGURA 36: VIDA ÚTIL DE LAS LUMINARIAS.**



Fuente: [http://editores-srl.com.ar/revistas/lu/116/mejora\\_de\\_la\\_eficiencia\\_luminica](http://editores-srl.com.ar/revistas/lu/116/mejora_de_la_eficiencia_luminica).

De acuerdo al fabricante OSRAM cuando la luminaria está entre las 2000 y 3000 horas de funcionamiento, la potencia de flujo luminoso decrece al 70% de su valor nominal y la pérdida de flujo es constante a lo largo de su vida útil. Esto provoca una disminución de la iluminación en las vías que forman parte del Alumbrado Público y aumenta las pérdidas de energía. Y requiere un cambio debido a la norma CPE INEN 14, la cual permite un servicio efectivo del flujo luminoso al 70 % mínimo permitido.

### 2.8.5.2 Análisis del costo de mantenimiento del Alumbrado Público de Pujilí.

**Tabla 18:** CAMBIOS DE ACCESORIOS DURANTE LA VIDA ÚTIL.

	LAMPARA	INIGTOR	BALASTRO	CAPACITOR	FOTOCELULA	
Fin 1er año						No se cambia elementos
Fin 2do año						Lámpara y fotocélula
Fin 3er año						No se cambia elementos
Fin 4to año						No se cambia elementos
Fin 5to año						Lámpara, ignitor, balasto , capacitor y fotocélula

Elaborado por: Raúl Trávez

En la Tabla 18 se visualiza el cambio de cada elemento que conforma la luminaria actual instalada en Pujilí. En la Tabla 19 se indican el tiempo que se demora en trasladar los materiales y cambiarlos.

**Tabla 19:** MANTENIMIENTO ACTUAL DE ALUMBRADO PÚBLICO.

Accesorios	Tiempo - Minutos		Tiempo Total
	Traslado	Trabajo	
Luminaria	35	20	55
Bombilla		5	40
Ignitor		9	44
Balasto Normal		10	45
Balasto doble nivel		17	52
Capacitor reducido		14	49

Capacitor adicional		8	43
Fotocélula		4	39
Cambio de conductor		11	46
<b>Tiempo promedio (minutos)</b>			<b>52</b>

Fuente: Anexo

Elaborado por: Raúl Trávez

**Tabla 20: COSTO DE LA LUMINARIA ACTUAL DEL ALUMBRADO PÚBLICO.**

Elementos	Costo Unitario (\$)	Vida Útil (años)	Costo Total (\$)
Bombilla	10,95	2,28	24,96
Ignitor	6,80	5	13,60
Balasto	16,70	5	33,40
Capacitor	5,50	5	11,00
Fotocélula	7,50	3	22,50
<b>Total del costo por luminaria \$</b>			<b>105,46</b>
<b>Total de 383 luminarias \$</b>			<b>40391,18</b>

Elaborado por: Raúl Trávez

En la Tabla 20 se visualiza el costo por unidad de cada elemento que conforma la luminaria, tomando en cuenta la vida útil de cada elemento en 4 años estos costos fueron proporcionados por el departamento de Alumbrado Público de la ELEPCO S.A.

#### **2.8.6 Datos Obtenidos con el Programa Ulysse.**

Con la ayuda de este software se obtuvieron datos de las luminarias y verificar si las mismas cumplen con las normas CIE 140/2000, visto en la Figura 30y si además cumple con la regulación establecida por el CONELEC 005/14 e INEN 069. El esquema mediante los datos medidos en la Figura 30 es el siguiente.

FIGURA 37: ANÁLISIS DE LA LUMINARIA.

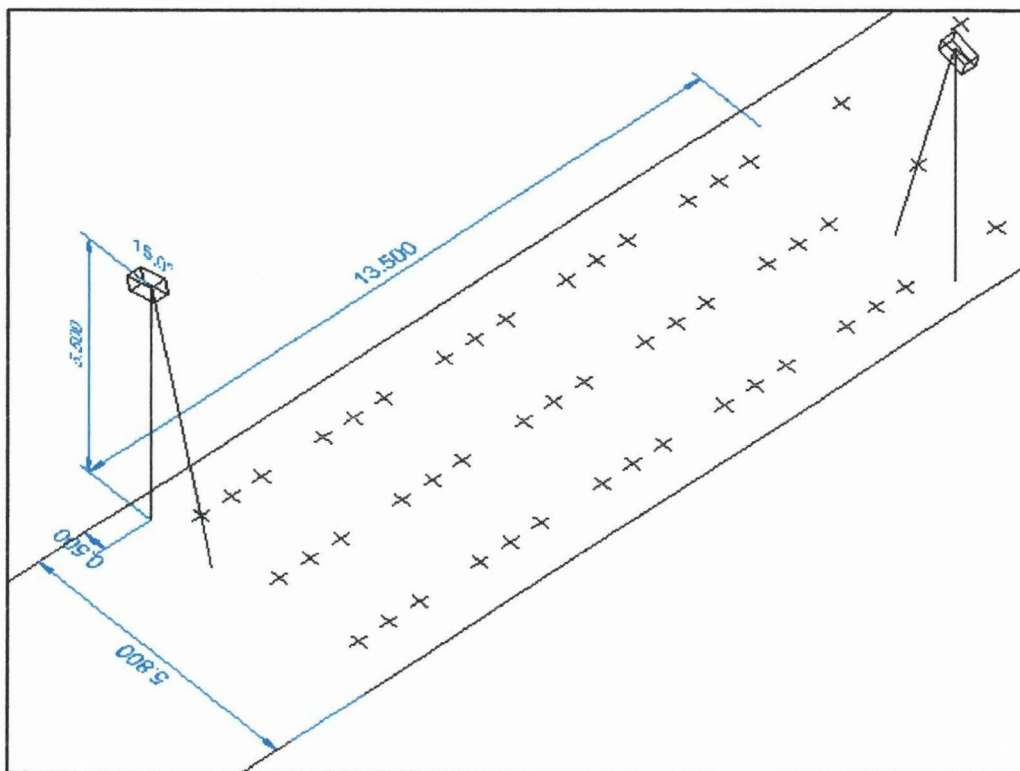
Proyecto		Fichero : ... \GENRIQ~1\Desktop\AMBAR3~1.LPF	
<b>Información general : Norma C.I.E. 140</b>			
<b>Detalles de la carretera</b>			
Disposición :	Conducción :	Sentido :	
Número de <input type="text" value="1"/>	Ancho de carril : <input type="text" value="5,800"/> m	Ancho de <input type="text" value="5,800"/> m	
Tabla R : <input type="text" value="R3007"/>	Qo : <input type="text" value="0,070"/>		
Cálculo : <input checked="" type="checkbox"/> Luminancia	<input checked="" type="checkbox"/> Iluminancia (Z Positivo)	<input type="checkbox"/> Ilum. Semicilíndrica	<input checked="" type="checkbox"/> TI
<b>Detalles de las luminarias</b>			
Interdistancia : <input type="text" value="13,500"/> m	Altura : <input type="text" value="5,500"/> m	Retranqueo : <input type="text" value="0,500"/> m	Retroceso : <input type="text" value="0,500"/> m
Inclinación : <input type="text" value="15,0"/> °			
Tipo : <input type="text" value="AMBAR 3"/>	Protector : <input type="text" value="Glass Standard Low depth bowl"/>	270433	
Reflector : <input type="text" value="1975"/>	Configuración : <input type="text" value="-33.0/114.0/7.5°"/>		
Fuente : <input type="text" value="SON-T"/>	Potencia : <input type="text" value="250"/> W	Flujo : <input type="text" value="28,0"/> km	FM : <input type="text" value="0,93"/>
<b>Resumen</b>			
● Luminancia			
1			
Obs Y	<input type="text" value="2,900"/> m		
Lmed :	<input type="text" value="7,10"/> cd/m <sup>2</sup>		
Uo :	<input type="text" value="73,6"/> %		
UI :	<input type="text" value="76,6"/> %		
TI :	<input type="text" value="12,1"/> %		
		Posición del <input type="text" value="-11,000; 1,450; 1,500"/> m	
● Iluminancia			
Emín :	<input type="text" value="75,8"/> lux		
Emed :	<input type="text" value="117,4"/> lux		

Elaborado por: Raúl Trávez (Software Ulysse)

Como se puede observar en la Figura 37 los datos obtenidos el valor de lmed es de 7.10 cd/m<sup>2</sup> lo cual según las normas CIE 140/2000, CONELEC 005/14es muy alto. Este valor sobrepasa al valor esperado ya que se clasifico a las calles de Pujilí como M2 con 1.5 cd/m<sup>2</sup>lo cual indica que las luminarias de Pujilí están sobre

dimensionadas y ocasionan deslumbramiento cuando son reemplazadas por dañode la misma gama.

**FIGURA 38: VISTA 3D DE LOS DATOS DEL ANALIZADOR DE CALIDAD.**



**Elaborado por:** Raúl Trávez (Software Ulysse)

A continuación se describe los resultados de la luminancia de ciertos sectores vistos en la Figura 41, 42 y 43. La distancia entre cada poste es diferente. En la Figura 43, se tiene una distancia de 25.650 metros y tiene lo siguiente:

- Luxes mínimo: 75,8.
- Luxes promedio: 117,4.

- Luxes máximo: 173,6.
- Uniformidad Uo: 64,6 %.
- Uniformidad general Ug: 43,6 %.

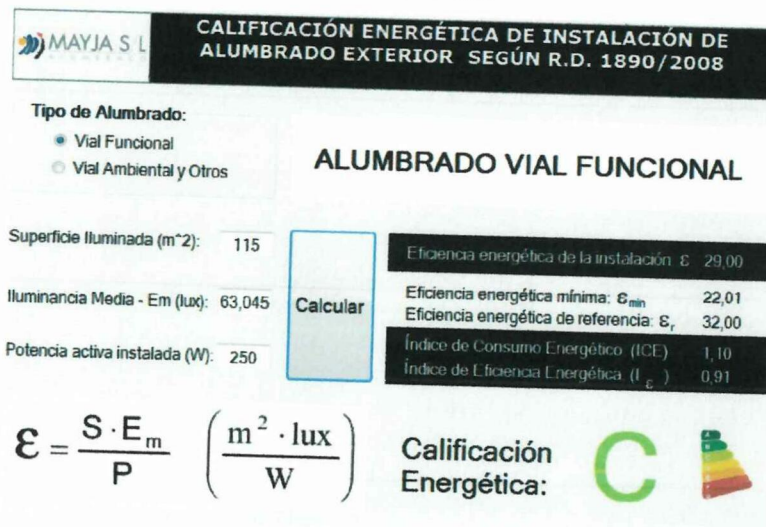
Mediante la siguiente fórmula que se presenta a continuación, se calcula la eficiencia energética para el alumbrado público; se evalúan con los valores obtenidos y calculados. Se tiene las siguientes características:

$$\varepsilon = \frac{S * E_m}{P} \left( \frac{m^2 * lux}{W} \right)$$

Ecuación 1

- P = Potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (280W).
- S = Superficie iluminada (80 m<sup>2</sup>).
- E<sub>m</sub> = Iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (63.045 lux).
- W = Potencia medida: (250 W).
- Lux = Mínimo (75,8 Lux).

**FIGURA 39: CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CON LOS VALORES OBTENIDOS.**



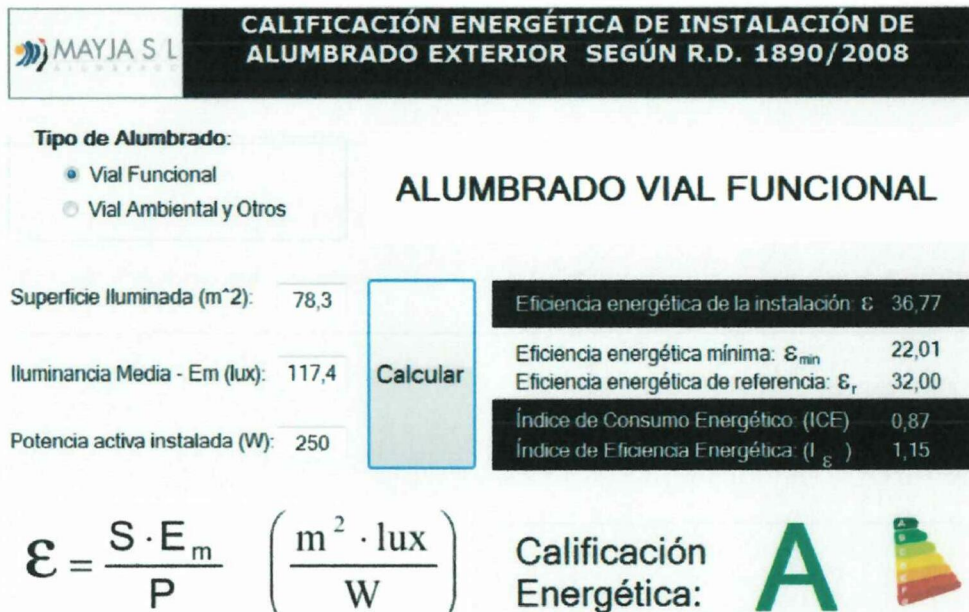
**Fuente:** (MAYJA, 2013)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

En la figura 39 se tomó en cuenta los valores reales para el alumbrado público de Pujilí. Como resultado la calificación energética baja considerablemente, por lo que da una razón más para el cambio de luminarias en el sector de alumbrado público.

$$\epsilon(\text{valor obtenido}) = \frac{13,50 \cdot 5,80 \cdot 63,045}{250} = 19,74 \left[ \frac{m^2 \cdot lux}{W} \right]$$

**FIGURA 40: CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CON LOS VALORES REALES.**



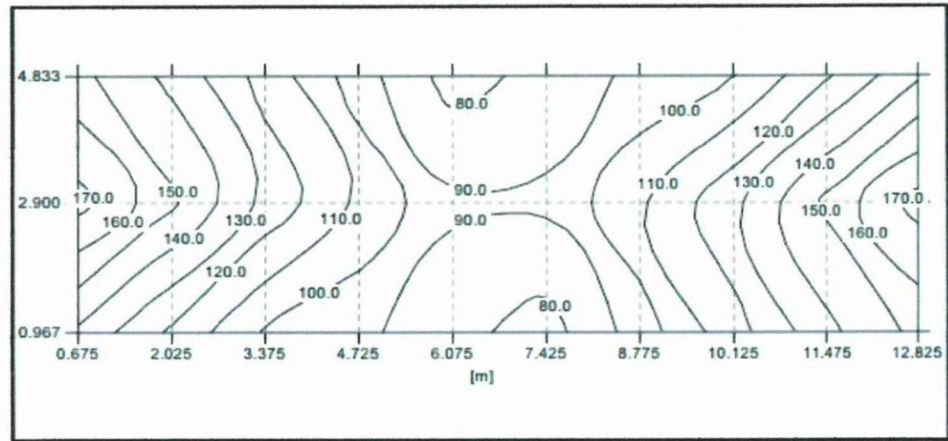
**Fuente:** (MAYJA, 2013)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

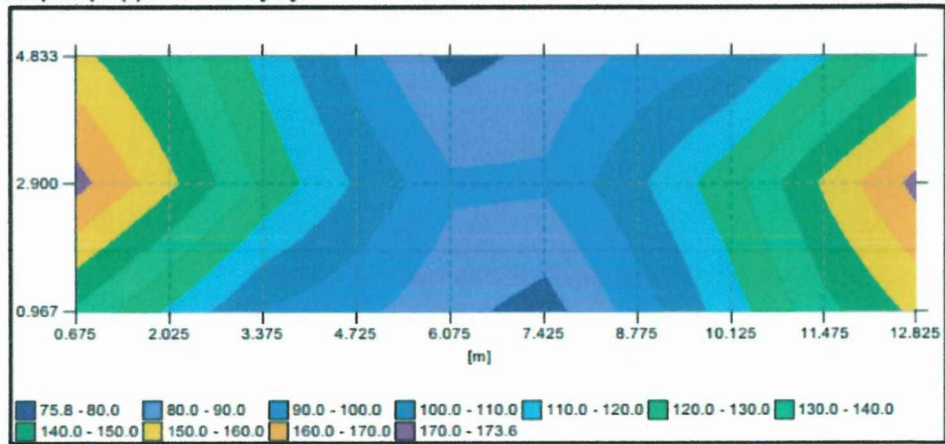
En la Figura 40 se visualizan el tipo de calificación energética en base a los valores obtenidos por el software Ulysse para la calificación de la luminaria.

$$\epsilon(\text{valor real}) = \frac{13,50 * 5,80 * 117,4}{250} = 36,77 \left[ \frac{m^2 * \text{lux}}{W} \right]$$

**FIGURA 41: ILUMINANCIA EN LUXES.**



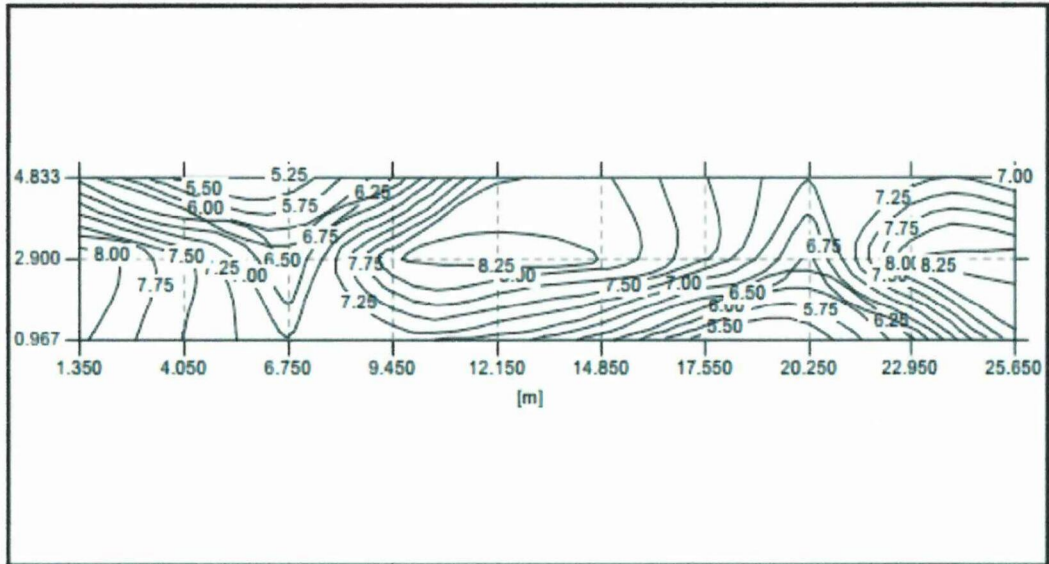
**Malla principal (2) : Iluminancia [lux]**



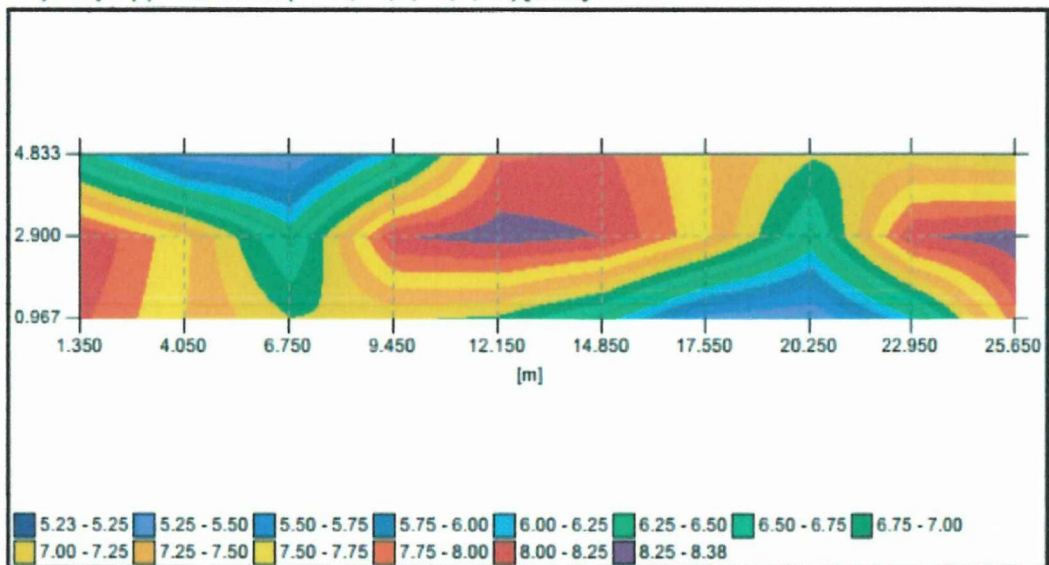
**Elaborado por: Raúl Trávez**

Como se visualiza se necesita cambiar de luminarias. En la Figura 41 se evalúa a una distancia de 12.825 metros y se obtiene el valor de la iluminancia en luxes. Y por último, en la Figura 42 está a una distancia de 25.650 metros para obtener una luminancia en candelas/metros cuadrado.

**FIGURA 42: LUMINANCIA EN CANDELAS POR METRO CUADRADO.**



**Malla principal (1) : Luminancia ( <- -60,000; 2,900; 1,500) [cd/m²]**



**Elaborado por: Raúl Trávez**

Según el programa Software Ulysse: Luminaria Ambar 3

Max: 173.6 Lux

Med: 117.4 Lux

Min: 75.8 Lux

Y de los datos obtenidos por el estudio de campo se tiene que 63,045 es el promedio de lux que emiten las luminarias por ello se determina que:

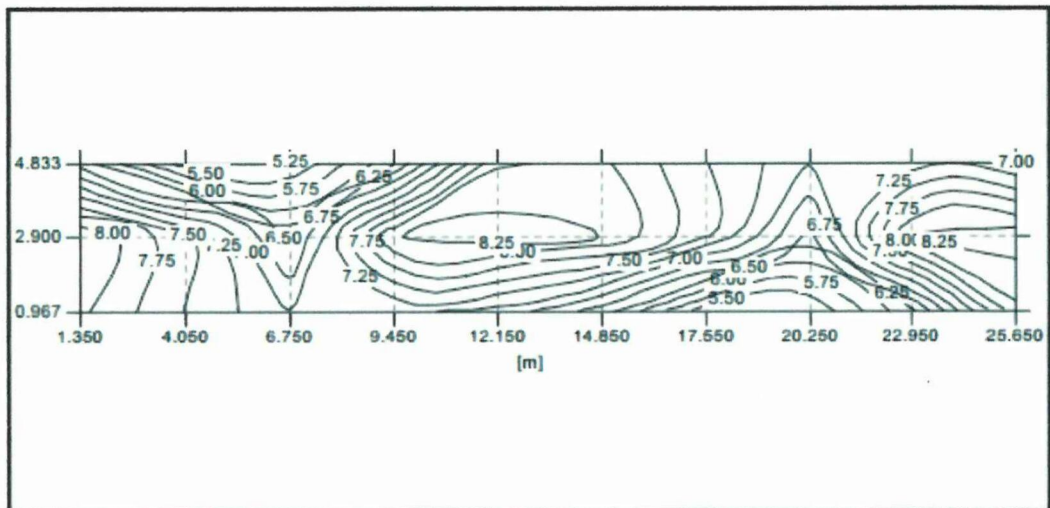
Lux      Actuales:      63,045      luxLux      Min:      75,8      lux

$$\text{Decrecimiento de lux} = \frac{63,45}{75,80} \times 100 = \mathbf{16,82 \%}$$

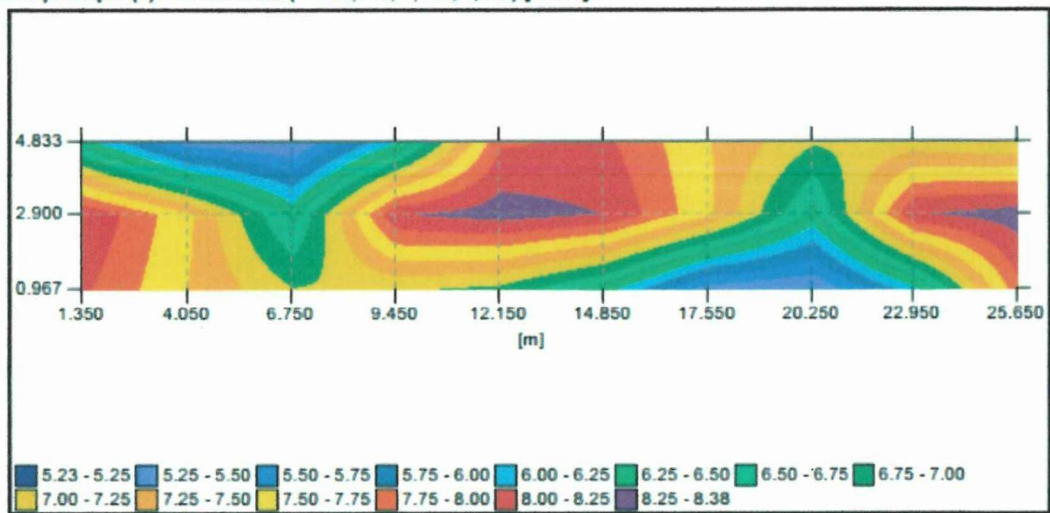
El decrecimiento de flujo luminoso es de **16,82%** del Lux Min establecido en la norma internacional de Iluminación CIE 140/2000 para calles de tipo M2-M3 y por ello es necesario considerar el cambio de las luminarias con suma urgencia.

- Luminancia mínima: 5,01 cd/m<sup>2</sup>.
- Luminancia promedio: 7,09 cd/m<sup>2</sup>.
- Luminancia máxima: 8,75 cd/m<sup>2</sup>.

**FIGURA 43: ILUMINANCIA.**



**Malla principal (1) : Luminancia ( <- -60,000; 2,900; 1,500) [cd/m²]**



**Elaborado por: Raúl Trávez**

- Luminancia promedio: 7,10 cd/m<sup>2</sup>.

## **2.9 Verificación de la hipótesis**

### **2.9.1 Planteamiento de la hipótesis**

Para realizar el presente trabajo de investigación se planteó las siguientes hipótesis:

¿Analizar el estado actual del alumbrado público del centro histórico de la ciudad de Pujilí, que permitirá verificar si existe una óptima utilización de la energía eléctrica del mismo?

### **2.9.2 Verificación.**

Partiendo de todos los datos obtenidos en el área de estudio arriba detallado del alumbrado público de la ciudad de Pujilí. Se han logrado determinar el estado del mismo para la verificación de la hipótesis.

Una vez analizados detalladamente los resultados obtenidos por las diferentes técnicas de investigación se obtuvo lo siguiente.

La energía eléctrica utilizada por las 383 lámparas que conforman el alumbrado público del Centro Histórico de Pujilí durante una noche es de 1286,88kW/h tomando en cuenta que durante las horas pico es en donde la demanda crece y por ende es una energía que se podría aprovechar de otra manera ya que el alumbrado actual está sobre dimensionado y es un gasto de energía innecesario.

Las lámparas permanecen encendidas al 100% durante 12 horas en la noche al realizar el estudio correspondiente se pudo observar que los peatones circulan asta

máximo las 21:00 y esporádicamente los peatones empiezan a circular a partir de las 05:30h de la mañana.

Por ello se determinó que durante 8.5 horas la energía que se emplea en este lugar para el alumbrado y que representan 911.54 kW/h son desaprovechados cada noche. Puesto que esta energía podría ser aprovechada de mejor manera.

Las luminarias utilizadas en el lugar del estudio al ser incandescentes acortan la vida útil de los elementos que las conforman, y por ende requieren de mantenimiento constante por daños a sus elementos internos además que por las altas temperaturas que alcanzan estos gases pierden sus propiedades óptimas dando como resultado un decremento considerable en su flujo luminoso.

Y efectivamente al realizar la toma de mediciones con el luxómetro se pudo constatar que existen luminarias que emiten 34 lux lo que conlleva a un consumo innecesario de energía ya que algunas luminarias ni siquiera emiten los lux mínimos establecido por la norma CIE 140/2000 y la regulación del CONELEC 005/14pero sin embargo consumen igual cantidad de energía que una luminaria en buen estado.



## **CAPÍTULO III**

### **ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA**

“ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEGESTIÓN QUE REALIZARÁ EL CONTROL Y MONITOREO DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL CENTRO HISTÓRICO DEL CANTÓN PUJILÍ”.

#### **3.1 Presentación**

Se elabora un nuevo sistema de Alumbrado Público con el objetivo de brindar los siguientes aspectos que son:

- Alumbrar de manera eficiente las calles de Pujilí, es decir, tener iluminación adecuada.
- Protección hacia la biodiversidad.
- Distribución uniforme del flujo luminoso.
- Reducción del flujo luminoso a determinadas horas de la noche cuando no hay mucha actividad (peatón y/o vehículo).
- Control y monitoreo de la iluminación mediante sistemas de control inteligentes.

Para conseguir la mejora de iluminación en el alumbrado público, se propone reemplazar las 383 lámparas de mercurio halogenado de 250 W por nuevas lámparas LEDs TECEO1 de 107 W.

## **3.2 Objetivos**

### ***3.2.1 Objetivo General***

Realizar el estudio de pre-factibilidad para la implementación de un sistema de tele-gestión para el control y monitoreo del alumbrado público del centro histórico de la ciudad de Pujilí, con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica.

### ***3.2.2 Objetivos Específicos***

- Optimizar el consumo de energía eléctrica, costo de operación, mantenimiento, y reducción por pago de alumbrado público en el Centro Histórico de Pujilí con la utilización del Sistema Tele-gestionables.
- Establecer los circuitos de tele-gestión para la comunicación de las luminarias con el centro de monitoreo y control en el área de concesión.
- Elaborar un horario para dimerizar las luminarias tele-gestionables sin causar molestias a los vehículos y transeúntes que circulan por las noches en el centro historio de Pujilí.

### **3.3 Factibilidad Técnica**

#### ***3.3.1 Factibilidad técnica del alumbrado público en Pujilí.***

Para llevar a cabo un estudio de eficiencia energética se debe considerar si el alimentador del que se conecta la ciudad está en condiciones de seguir soportando toda la carga. Pues bien el alimentador de Pujilí es nuevo y no presenta inconvenientes a los usuarios que se conectan a dicho alimentador.

Las luminarias por las que se pretende sustituir a las actuales en este estudio son de menos de la mitad de la potencia de cada una de ellas, de esta manera se busca disminuir el consumo de energía eléctrica ya que las actuales consumen una innecesaria cantidad de energía por la noche.

Con este estudio se pretende motivar el uso de este tipo de luminarias ya que tienen diferentes opciones para lograr un adecuado y eficiente consumo de energía eléctrica que es justo lo que se busca en este estudio, un ahorro energético inteligente.

Para aprovechar al máximo estas luminarias se utilizará un Owllet un software para el control y monitoreo de luminarias inteligentes con la ayuda de un controlador de segmentos.

Además de un software para realizar proyectos de iluminación llamado Ulysse V2.3 con el cual podemos verificar si el flujo luminoso que emite la luminaria es el adecuado y correcto. De esta manera se garantiza que el flujo luminoso emitido sea el adecuado en el centro de la ciudad ya que este programa trabaja con normas internacionales.

Las luminarias eficientes que se pretende utilizar tienen una potencia de 107W su voltaje de funcionamiento puede ser de 110V o 220V lo cual garantiza su

funcionamiento ya que en el centro histórico de Pujilí se puede conectar a cualquiera de estos voltajes sin la necesidad de realizar un nuevo circuito para las luminarias.

En la actualidad se pueden encontrar diferentes tipos de luminarias led pero no todas pueden ser utilizadas de la misma manera. Puesto que en algunos casos su consumo de energía es relativamente bajo pero no son muy eficientes ya que su flujo luminoso es bajo y su costo no siempre es menor al de una de excelente calidad. No obstante las luminarias que se utilizarán para este estudio cumplen con las normas más exigentes (IEC – EN 60598, IEC – EN 62262, ISO 14001) en lo referente iluminación y consumo de energía además son amigables con el medio ambiente. Lo cual garantiza que la energía eléctrica utilizada en estas luminarias es aprovechada al máximo.

Al ser ésta una tecnología relativamente nueva su costo es elevado pero se ve retribuido por la larga vida útil de las luminarias y el ahorro energético durante su vida útil.

### 3.4 Factibilidad Económica

#### 3.4.1 Factibilidad económica del proyecto

El presupuesto estimado para llevar a cabo este proyecto y que se pueda ejecutar es el siguiente:

**Tabla 21: COSTO DEL SISTEMA OWLET.**

<b>Elementos del Sistema</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario \$</b>	<b>Precio Total \$</b>
Lámpara Teceo 1 de 48 Leds	383	1700,00	651100,00
Control de Segmentos SeCo	3	2500,00	7500,00
Asesoría y Servicios para implementación del Sistema de Tele-gestión Completo a 1 meses	1	1000,00	1000,00

Plan De Datos GSM	3	20,00	60,00
<b>Total de equipos del Sistema \$</b>			659660
Computadoras	2	700	1400,00
<b>Total de accesorios de control \$</b>			1400,00
Montaje e instalación de lámpara y control de la misma	383	31,36	12010,88
Control y puesta en marcha de los equipos de tele-gestión	-	1000	1000,00
<b>Total de precios de instalación \$</b>			13010,88
<b>Total \$</b>			<b>674070,88</b>

**Fuente:**(SCHRÉDER, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

Esta inversión inicial hace referencia a la sustitución total de las 383 luminarias de mercurio por las luminarias led dimerizables incluyendo además los 3 controladores de segmentos, el montaje de las luminarias que son los gastos más fuertes este presupuesto se realizó de acuerdo a la información otorgada por la ELEPCO S.A. Y SHREDER esta última como proveedor del sistema tele-gestionable los costos que aquí se presentan son referenciales y pueden estar sujetos a cambios sin previo aviso.

En la Tabla 21 se tomó en cuenta a la ELEPCO S.A. ya que en el montaje se utilizará el talento humano de la empresa eléctrica. En el valor arriba referido al montaje está contemplado el tiempo de traslado, el vehículo que los trasladará, el costo de la mano de obra así como de las herramientas a utilizar, el valor estipulado es el que le cuesta a la empresa en la actualidad trasladar a su talento humano hasta donde existan inconvenientes y dar solución a los mismos.

### **3.5 Factibilidad Operacional**

Este estudio para la sustitución de lámparas de mercurio por lámparas Led dimerizables será llevado a cabo en el centro histórico de Pujilí por tal motivo tendrá un efecto inmediato en el alimentador de Pujilí si bien este alimentador es nuevo y no está cargado al 100% la energía que actualmente consumen las luminarias de mercurio puede ser utilizada de mejor manera en otras actividades que demanden mayor prioridad y productividad para el desarrollo de la ciudad.

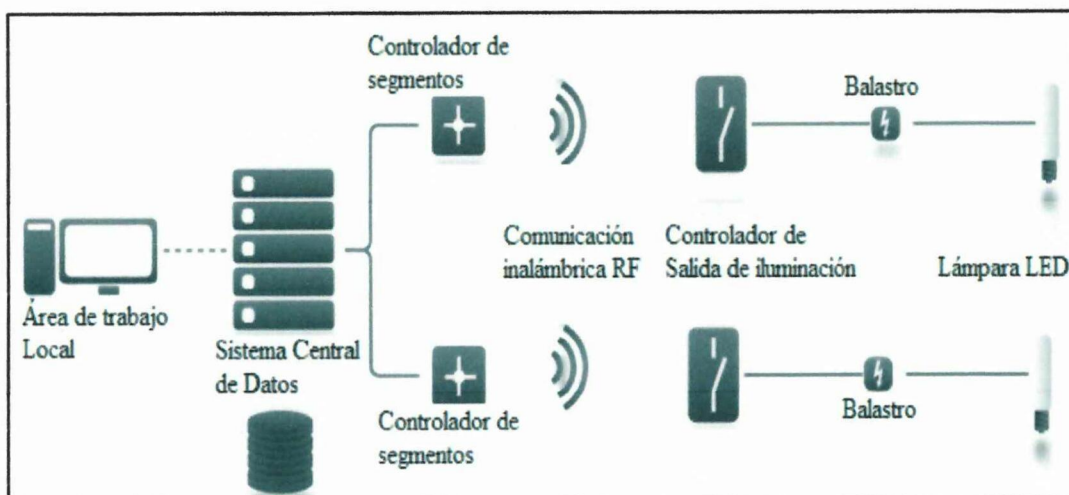
Se debe tener en cuenta que el poste donde están actualmente las luminarias así como el cableado será el mismo que se utilice ya que no es necesario cambiar toda la infraestructura y de esta manera aprovechar al máximo los recursos de la empresa eléctrica. Y evitar de esta manera evitar gastos innecesarios ya que dichos elementos aún no cumplen con su vida útil aprovechándolos al máximo y de esta manera el proyecto puede ser tener un punto a su favor desde el punto de vista económico.

Para llevar a cabo se tomó en cuenta al talento humano del departamento de alumbrado público puesto que serán ellos los encargados de sustituir las luminarias durante el tiempo que tome la sustitución de las mismas además que serán instruidos por la empresa proveedora del sistema tele-gestionable. Y de esta manera se evita la contratación de una empresa particular ya que el talento humano cuenta con la experiencia suficiente y el conocimiento necesario para llevar a cabo dicha labor. Esta empresa ha evolucionado tanto en la optimización de recursos como la facilidad para instalar sus equipos, no es necesario utilizar elementos adicionales para la instalación de sus productos, como ocurre con otros fabricantes.

### 3.6 Sistema de Telegestión

La red inter-gestionable visto en la Figura 44 está conformado por: la luminaria tele-gestionable, el seco (controlador de segmentos) los cuales monitorean el circuito y reportan el estado de iluminación, así como el control de cada punto luminoso en toda el área instalada. Estos datos son transmitidos mediante comunicación inalámbrica utilizando un dispositivo Zigbee al Seco que a su vez envía la información a la nube de datos mediante tecnología GSM hasta el centro de control y monitoreo para tomar los correctivos necesarios ante cualquier incidente que se presente en el sistema.

**FIGURA 44: SISTEMA DE TELE-GESTIÓN.**

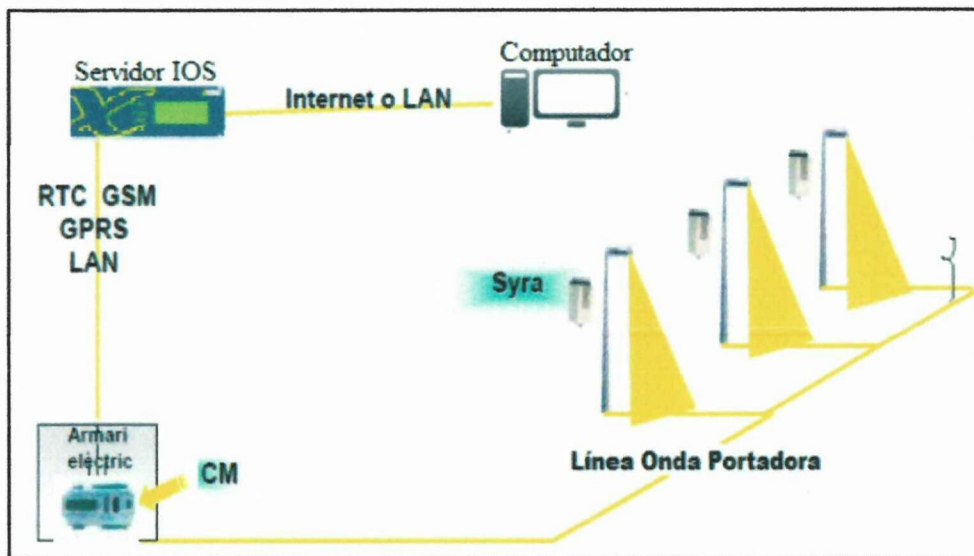


**Fuente:** (SCHRÉDER, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

En la Figura 45, se tiene otro sistema tele-gestionable para el alumbrado público. Este sistema opera el dispositivo de control y comando remoto Syra 3. En la Tabla 22 se indica varios detalles de los dos sistemas vistos en las Figuras 44 y 45.

**FIGURA 45: SISTEMA DE TELE-GESTIÓN SYRA 3.**



**Fuente:** (ENCALADA)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

**Tabla 22: MATRIZ COMPARATIVA DE LOS SISTEMAS DE TELEGESTIÓN.**

Descripción del Producto	Syra 3	Owlet
Control de nivel de luz	On/off	Variable
Control de número de luminarias máximo	255	150
Ahorro energético	Bajo	Alto
Memoria interna para eventos	Alta	Alta
Conexión al computador	Vía LAN/Intranet	Vía Zigbee, Gsm, Lam, Ethernet
Dispositivo de control	PLC	Owlet
Dispositivo de iluminación	Balastos electrónicos	Lámparas LEDs
Consumo	Medio	Bajo

**Fuente:** ENCALADA, OWLET, 2014

**Elaborado por:** Raúl Trávez

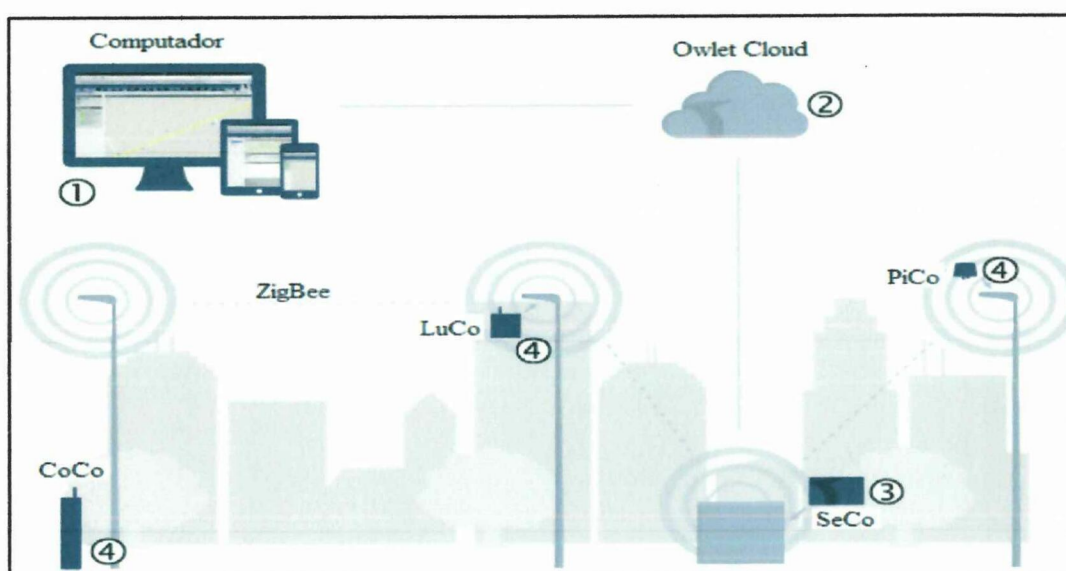
En un sistema de tele-gestión tiene como objetivo disminuir el consumo de energía eléctrica, por lo que se escoge el primer sistema con el dispositivo owlet. Este sistema de tele-gestión Owlet Figura 46 tiene como objetivo gestionar, controlar y supervisar las redes de Alumbrado Público. Posee beneficios tales como: (OWLET, 2014)

**OWLET:** Owlet Nightshift es un novedoso sistema de administración remota para supervisión, mando, medición y control de sistemas de alumbrado público Basado en tecnologías abiertas, Owlet Nightshift ofrece diversas posibilidades: desde ahorro de energía, medición exacta del consumo energético y un cuidado y mantenimiento más sencillos hasta la protección sostenible de la naturaleza gracias a menores emisiones de Co2, todo ello combinado con bajos costes de explotación.

Beneficios:

- Optimización del mantenimiento, es decir, que tienen una vida útil mejor que los anteriores sistemas manuales para el Alumbrado Público.
- Reduce las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Mejora la fiabilidad y seguridad del alumbrado público.

**FIGURA 46: SISTEMA DE TELE-GESTIÓN OWLET.**

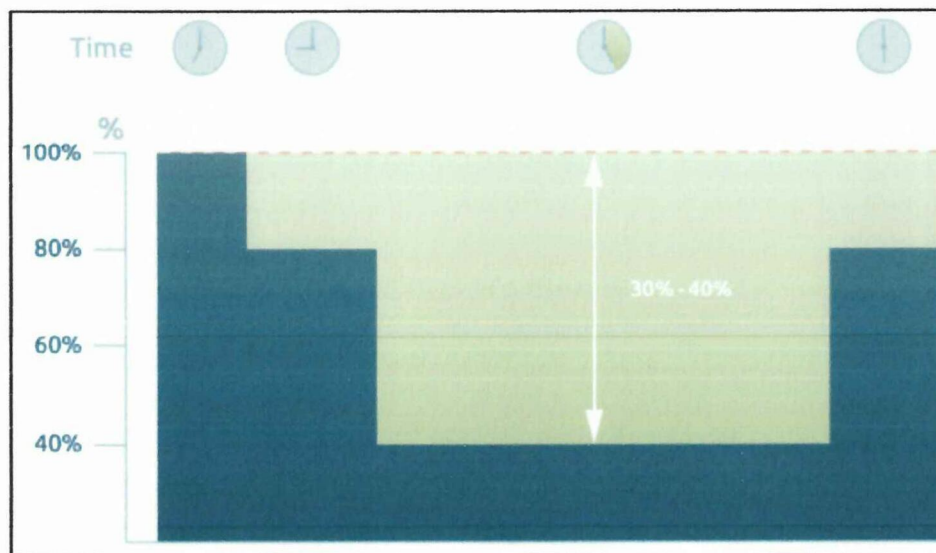


**Fuente:** (SCHRÉDER, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

- Tecnología nueva, sencilla e intuitiva.
- Facilidad de uso.
- Medidas exactas y buen ahorro energético. Permite la configuración sobre el nivel de luz para satisfacer la densidad del tráfico, es decir, reduce la cantidad de energía consumida durante las horas tranquilas por las noches; varía del 30 al 40 % de la energía disponible Figura 47.

**FIGURA 47: CONTROL DE NIVEL DE ILUMINACIÓN.**



**Fuente:**(OWLET, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

- Es un sistema que posee contraseña y/o comunicación de datos encriptados para cualquier nivel en las áreas protegidas, entre las cuales se tiene los siguientes niveles:
  - **Acceso a la computadora.** Se accede con el nombre de usuario y contraseña.

- **Derechos de usuario.** El usuario sólo accede a los permisos que se hayan concedido.
- **Conexión usuario/servidor.** El servidor del computador opera con protocolos https, el cual se utiliza vía internet.

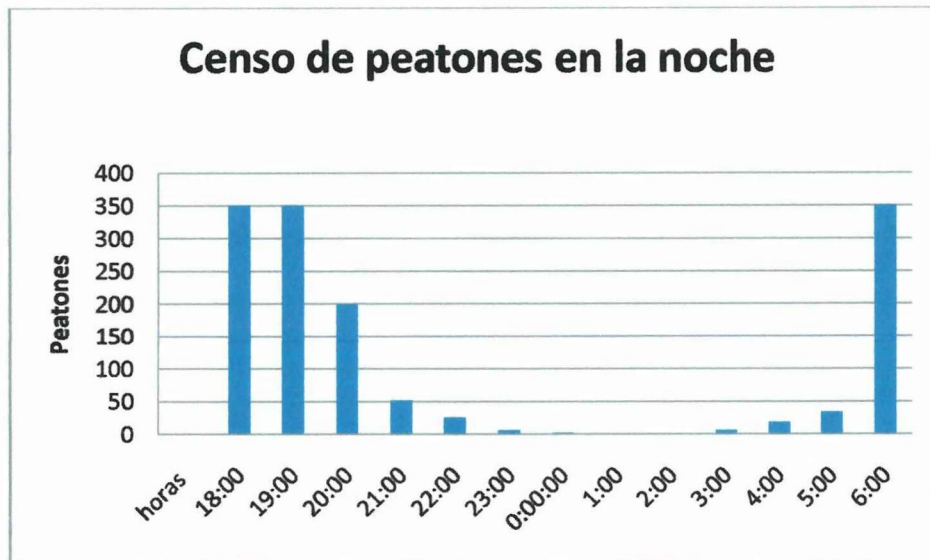
Y para este estudio es el siguiente:

[ecs.myowlet.net](http://ecs.myowlet.net)

- **Conexión servidor/SeCo.** Conexión segura (túnel VPN).
- **Conexión SeCo/Controlador.** Encriptado mediante el dispositivo ZigBee, mediante el cual se comunica vía inalámbrica.

En esta opción se insertará los datos obtenidos luego de realizar un estudio de campo realizado por 7 días consecutivos desde el 30 de julio hasta el 7 de agosto del 2014 para determinar cuántos transeúntes circulan desde las 18:00 h hasta las 06:00 h y poder ingresar estos datos en el programa de Owlet.

**FIGURA 48: NUMERO DE PEATONES EN LA NOCHE.**



Elaborado por: Raúl Trávez

Con estos datos podrá tener los argumentos necesarios para reducir la potencia de las luminarias durante la ausencia de peatones en determinadas horas de la noche.

### 3.6.1 Luminaria que se planifica utilizar Led Teceo1.

**FIGURA 49:** LUMINARIA LED TECEO1.



**Fuente:**(SCHREDER, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

**Tabla 23:** CARACTERÍSTICAS DE LA LUMINARIA LED TECEO1.

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
Hermeticidad bloque óptico y compartimiento de auxiliares	IP 66 (según norma IEC – EN 60598)
Resistencia a los impactos (vidrio)	IK 08 (según norma IEC – EN 62262)
Resistencia aerodinámica	0,060 m <sup>2</sup>
Tensión nominal	230 V
Clase eléctrica	I ó II (según norma IEC – EN 60598)

Peso completo	9,6 kg
Altura de instalación	4 – 6 metros

**Fuente:**(SCHREDER, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

Se reemplazarán las luminarias nuevas por las que están instaladas actualmente, la instalación quedará igual por lo que se debe tener en cuenta la altura de la instalación de la luminaria que es de 5.50 metros. En la Figura 49 se visualiza la luminaria Led TECEO1. Se escoge el tipo de luminaria LED Teceo1 y posee las siguientes características visualizadas en la Tabla 24.

### **3.6.1.1 Características Técnicas del Led Teceo1**

En este tipo de luminarias posee un mantenimiento de 100000 horas, como se tiene controles por medio de sensores tiene aproximadamente vida útil de 22 años, lo cual supera más del doble a las luminarias instaladas en el centro histórico de Pujilí. En la Tabla 24 se tiene las siguientes características técnicas.

**Tabla 24:** CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS LUMINARIA DE 48 LED TECEO 1.

<b>Características</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad de medida</b>
Corriente de alimentación	700	mA
Flujo nominal	11600	Lúmenes
Consumo de potencia	107	W
Mantenimiento de flujo luminoso a 25 °C	80	%

**Fuente:**(SCHREDER, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

### 3.6.1.2 *Ventajas del Led Teceol*

- Ahorro en costo de mantenimiento y energía. Está conformado por una serie de LEDs y opciones de regulación de iluminación para obtener una reducción del consumo de energía eléctrica.

**FIGURA 50: DESMONTAJE DE LA UNIDAD ÓPTICA.**

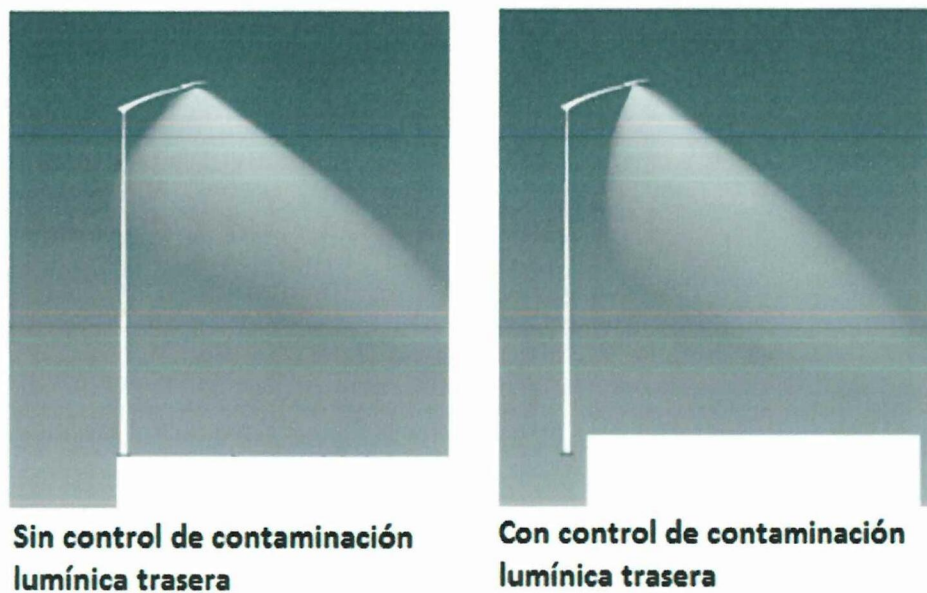


**Fuente:**(SCHREDER, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

- Iluminación necesaria a fin de ofrecer confort y seguridad. Puede funcionar en modo autónomo como en una red independiente.
- Motor fotométricos LED y componentes electrónicos sustituibles, duraderos y reciclables.
- Larga vida útil, en el sentido que es fácil el desmontaje de la unidad óptica vista en la Figura 50.

**FIGURA 51: DISTRIBUCIÓN FOTOMÉTRICA.**



**Fuente:**(SCHREDER, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

- Protección eléctrica de hasta 10 kV.
- Adicionalmente puede estar equipado con una placa de control dentro del cuerpo de la luminaria, se minimiza la fuga de luz en la parte trasera para evitar la luz proveniente de los edificios Figura 51.

**FIGURA 52: ANÁLISIS FOTOMÉTRICO DE LA LUMINARIA TECEO 1.**

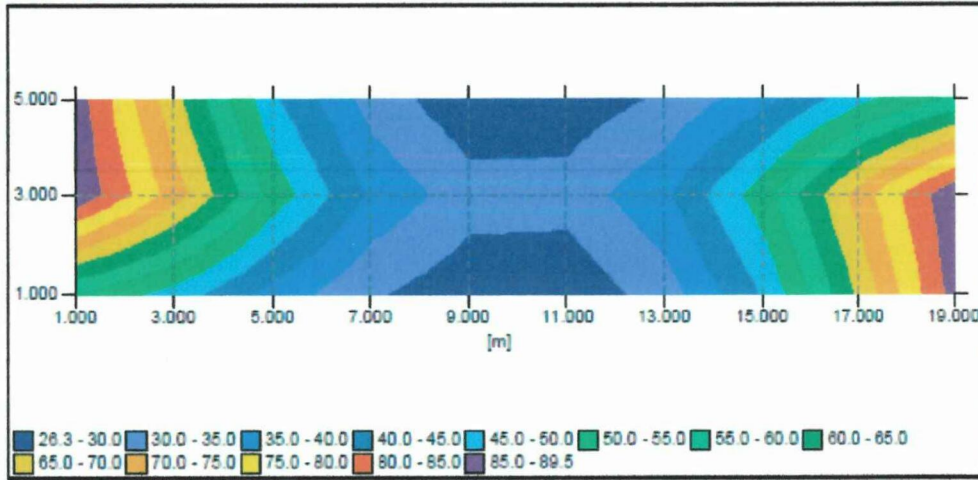
Proyecto	Fichero : ... \LTGENR~1\Desktop\TECEO1~1.LPF		
<b>Información general : Norma C.I.E. 140</b>			
<b>Detalles de la carretera</b>			
Disposición :	Conducción :	Sentido :	
Número de : 1	Ancho de carril : 6.000 m	Ancho de : 6.000 m	
Tabla R : R3007	Qo : 0.070		
Cálculo : <input checked="" type="checkbox"/> Luminancia	<input checked="" type="checkbox"/> Iluminancia (Z Positivo)	<input type="checkbox"/> Ilum. Semicilíndrica	<input checked="" type="checkbox"/> TI
<b>Detalles de las luminarias</b>			
Interdistancia : 20.000 m	Altura : 5.500 m	Retranqueo : 0.500 m	Retroceso : 0.500 m
Inclinación : 15.0 °			
Descripción : G:\MATRIZ TECEO1\324572.mat			324572
	Flujo : 11.6 km	FM : 1.00	
<b>Resumen</b>			
● Luminancia			
Obs Y : 3.000 m			
Lmed : 3.16 cd/m <sup>2</sup>			
Uo : 57.6 %			
UI : 78.4 %			
TI : 14.0 %	Posición del : 9.000; 1.500; 1.500 m		
● Iluminancia			
Emin : 26.3 lux			
Emed : 49.5 lux			

**Elaborado por: Raúl Trávez**

Se realizó un estudio fotométrico de la luminaria teceo1 con el software Ulysse para que los datos obtenidos estén dentro de las normas CIE 140 – 2000, CONELEC 005/14. Con lo cual se determinó que la Lmed bajo 7.10 cd/m<sup>2</sup> a 3.16 cd/m<sup>2</sup> lo cual garantiza una correcta iluminación y además cumple con la norma CIE 140-2000 de acuerdo a la importancia de la calle que en este caso es de alto prestigio.



Malla principal (2) : Iluminancia [lux]



Elaborado por: Raúl Trávez

Como se puede observar al cambiar la luminaria los resultados son mejores con la matriz 324572, sobre todo en el valor de deslumbramiento (TI), que para el tipo de vía que es el valor máximo es de 15% deslumbramiento y con la otra matriz este valor se excede.

FIGURA 55: CALIFICACIÓN ENERGÉTICA CON LOS VALORES REALES TECEO1.

**CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR SEGÚN R.D. 1890/2008**

**Tipo de Aluminado:**

Vial Funcional

Vial Ambiental y Otros

**ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL**

Superficie Iluminada (m<sup>2</sup>): 115

Iluminancia Media - E<sub>m</sub> (lux): 89,5

Potencia activa instalada (W): 107

Calcular

Eficiencia energética de la instalación:  $\epsilon$  96,19

Eficiencia energética mínima:  $\epsilon_{min}$  22,01

Eficiencia energética de referencia:  $\epsilon_r$  32,00

Índice de Consumo Energético: (ICE) 0,33

Índice de Eficiencia Energética: ( $I_{\epsilon}$ ) 3,01

$$\epsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left( \frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$$

Calificación Energética: A

Fuente: (MAYJA, 2013)

Elaborado por: Raúl Trávez

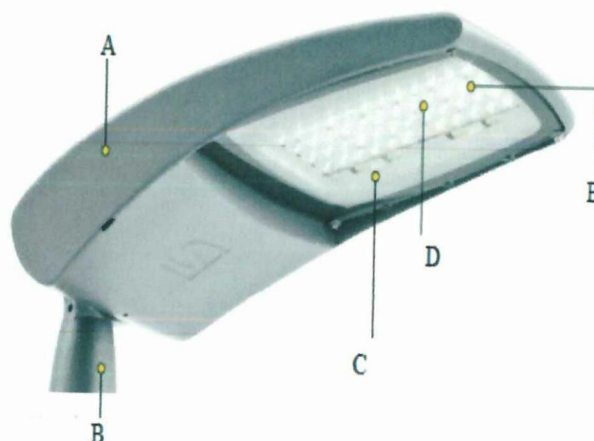
$$\varepsilon(\text{valor real}) = \frac{13,50 * 5,80 * 115}{107} = 96,19 \left[ \frac{m^2 * lux}{W} \right]$$

### 3.6.1.3 Elementos de las luminarias

En la Figura 56 se encuentra cada parte perteneciente a la luminaria LED TECEO1. (Trávez, 2014)

- A: Material de aluminio y protector de vidrio plano extra – transparente.
- B: Pieza de fijación universal.
- C: Protector de vidrio con un bloque óptico IP66.
- D: Motor fotométrico.
- E: Motores LED modulares.

**FIGURA 56: ELEMENTOS DE LA LUMINARIA.**

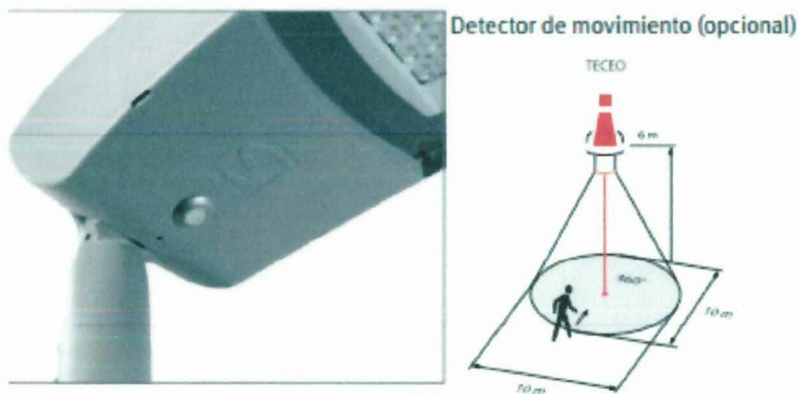


**Fuente:**(SCHREDER, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

El dispositivo tiene para utilizar un detector de movimiento y siente la presencia de la persona en un radio de 5 metros a una altura de 6 metros, ubicada en la Figura 57. (SCHREDER, 2014)

**FIGURA 57: DETECTOR DE MOVIMIENTO.**

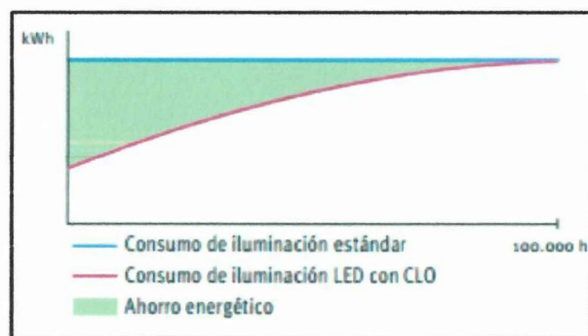


**Fuente:**(SCHREDER, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

#### 3.6.1.4 *Mantenimiento de las luminarias*

**FIGURA 58: CONSUMO DE ILUMINACIÓN: LED VS ESTÁNDAR.**

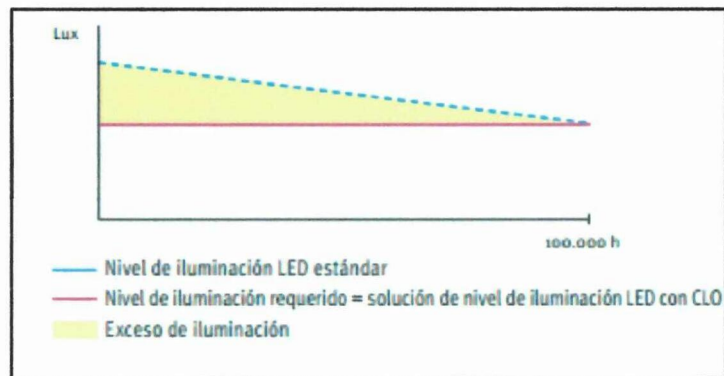


**Fuente:**(SCHREDER, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

Las luminarias TECEO controlan las necesidades energéticas durante el ciclo de vida que posea para tener un nivel adecuado de manera constante visto en la Figura 58. La depreciación de luz en un periodo largo de tiempo conlleva un exceso de iluminación inicial de modo que la eficacia se reduce de poco a poco hasta tener el nivel mínimo necesario al final de la vida útil de instalación visto en la Figura 59. (SCHREDER, 2014)

**FIGURA 59: NIVEL DE ILUMINACIÓN: REQUERIDO VS LED.**



**Fuente:**(SCHREDER, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

### **3.6.2 Controlador de Segmentos (SECO)**

Es un dispositivo que está ubicado entre la interfaz web del computador y el controlador de la luminaria. Posee las siguientes características: (OWLET, 2014)

- Controla hasta 150 luminarias y transmite cualquier ajuste manual directamente. El mejor lugar del SeCo debe estar dentro de un radio de 100 metros tomando en cuenta que el Seco debe estar en el centro del circuito a ser controlado.

- Se registra todos los datos obtenidos y son enviados mediante comunicación inalámbrica al servidor web.
- Permite guardar todos los datos de energía por lo que se visualiza el consumo con precisión.

**FIGURA 60: SECO OWLET.**



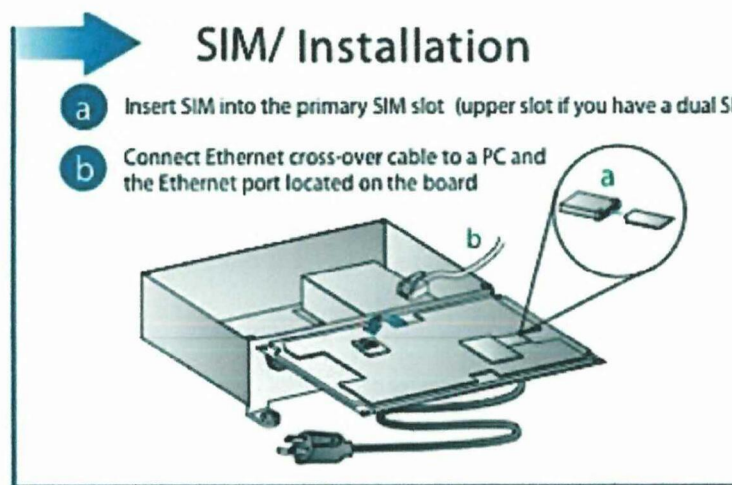
**Fuente:**(SCHREDER, 2014)

- Tiene programación sencilla y personalizada mediante el lenguaje de programación Python. Este programa tiene como modelo base la comunidad abierta, que es apoyado por la Fundación de Software Python.
- Las luminarias pueden ser operadas simultáneamente de acuerdo a los requerimientos referentes a los niveles de iluminación.
- El dispositivo SeCo está conectado a internet por medio de la transmisión de datos o por cable LAN, GSM.
- Posee 2 entradas digitales, 2 entradas analógicas, 1 o 2 salidas de conmutación y 1 interfaz modbus.

- Además se pueden incluir señales externas y permitir la implementación de sistemas de control complejos.

### 3.6.3 Controlador de Segmentos (SECO) comunicación con la nube

FIGURA 61: INSERTAR TARJETA SIM



Fuente:(SCHREDER, 2014)

El controlador de segmentos se comunicará con la nube web mediante un plan de datos insertando una tarjeta SIM en el lugar indicado por la Figura 61. De esta manera se garantiza la comunicación constante y permanente con el sistema. El plan de datos puede ser obtenido con cualquier operadora telefónica que preste este tipo de servicio en el país que tenga cobertura en el área donde va a ser instalado el sistema tele-gestionable.

Al estar conectado a la nube el sistema tele-gestionable puede enviar alertas a la centro de monitoreo para que el personal pueda acudir hasta el lugar donde se encuentra el daño, además el operador del sistema puede enviar ordenes de on/off

al sistema para su total encendido en días festivos y demeritar las calles que no estén siendo utilizadas por los transeúntes en la noche.

### 3.6.4 Distribución de los controladores de segmento en Pujilí

El estudio rebelo que serán necesarios tres controladores de segmentos que realizaran la comunicación con el centro de monitoreo y las luminarias, dada uno de estos elementos tienen la capacidad de controlar 150 luminarias inteligentes cada uno.

Estos elementos se comunican vía Zigbee con una configuración de red en malla por lo cual cada controlador de segmento tiene que ir situado en el centro del circuito para que el tiempo de comunicación con los dos extremos del circuito sea el mismo. Los circuitos estarán conformados de la siguiente manera de Este a Oeste todas las calles que conforman el tramo.

**Tabla 25:** INSTALACIÓN CONTROLADOR DE SEGMENTOS (SECO) PUJILÍ

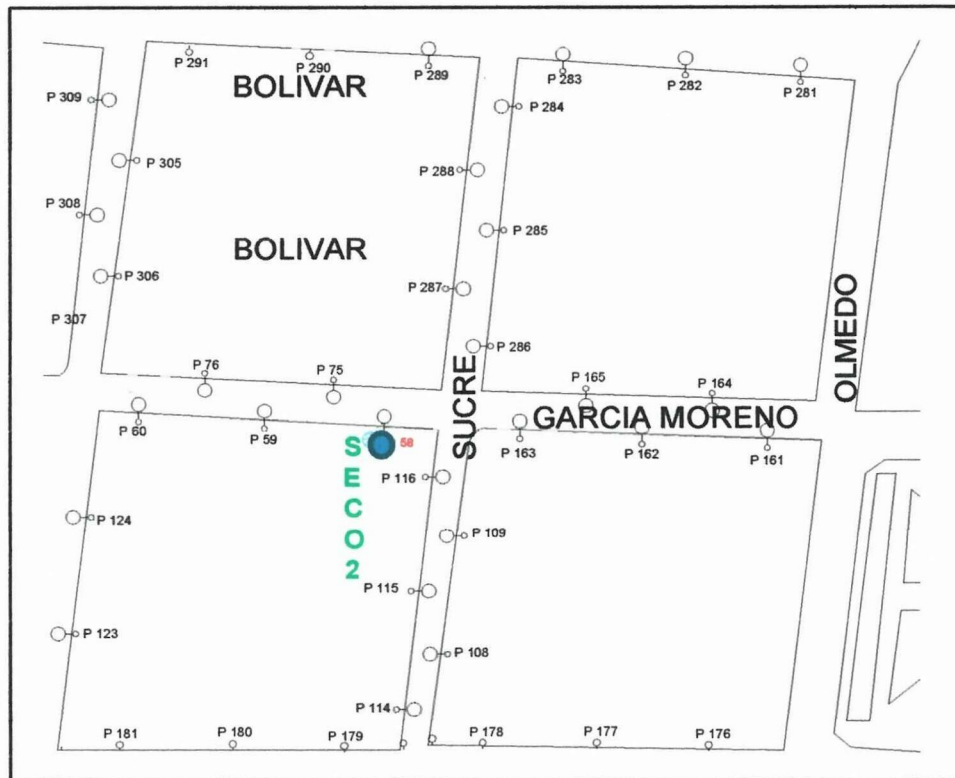
Circuito	De Este a Oeste	Intersección con las calles	Lugar de Instalación	Luminarias a controlar
1	Villacis Cajas Salinas Rocafuerte	Belisario Quevedo Bolívar García Moreno Rafael Morales	García Moreno y Cajas, Poste # 73	117
2	Olmedo Sucre Pichincha	Belisario Quevedo Bolívar García Moreno Rafael Morales J.J. Merizalde	Sucre y García Moreno, Poste # 58	139
3	Álvarez Abdón Calderón	Belisario Quevedo Bolívar García Moreno Rafael Morales	Álvarez y García Moreno, Poste # 350	127

		J.J. Merizalde		
		Yanguez		

**Fuente: Raúl Trávez**

En la Tabla 25 se puede visualizar los lugares donde se coloraran los controladores de segmento, cada SECO está diseñado para controlar 150 luminarias y con la distribución que se realizó para cada uno de ellos no sobrepasan el máximo permitido y por ello se garantiza normal funcionamiento de cada circuito.

**FIGURA 62: CIRCUITO NUMERO 2 139 LUMINARIAS**



**Fuente: Raúl Trávez**

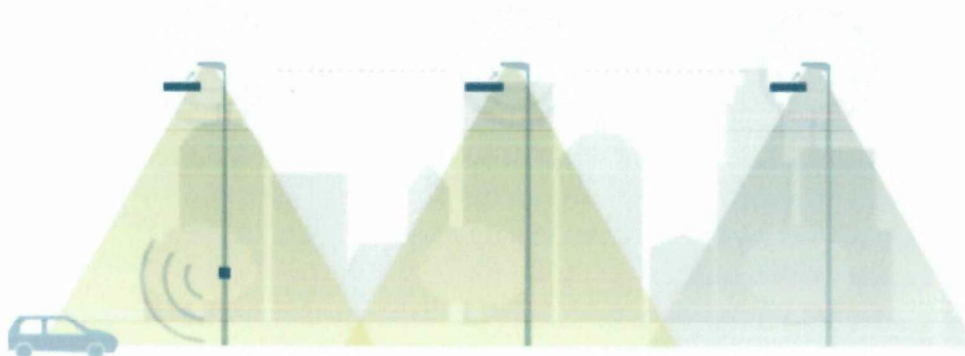
En la Figura62 se puede observar el lugar donde se colorara el controlador de segmento número 2. El Circuito 2 con 139 luminarias es el circuito más grande y el inicio del arranque es en el poste número 58.

### 3.6.5 Controlador de Luminaria (OLC)

Este tipo de controlador posee un contador exacto de energía, funciones de conmutación y atenuación, comunicación inalámbrica Zigbee y de un sistema de reportes cuando existe fallas. Uno de los controladores utilizados es el LuCo – NX, el cual puede ser montado de forma directa en la luminaria. Entre las características que se tiene son las siguientes: (OWLET, 2014)

- Voltaje alterno: 110 – 277 V.
- Frecuencia (Hertz): 50/60 Hz.

**FIGURA 63:** FUNCIONAMIENTO DEL REGULADOR LUCO – NX.



**Fuente:**(OWLET, 2014)

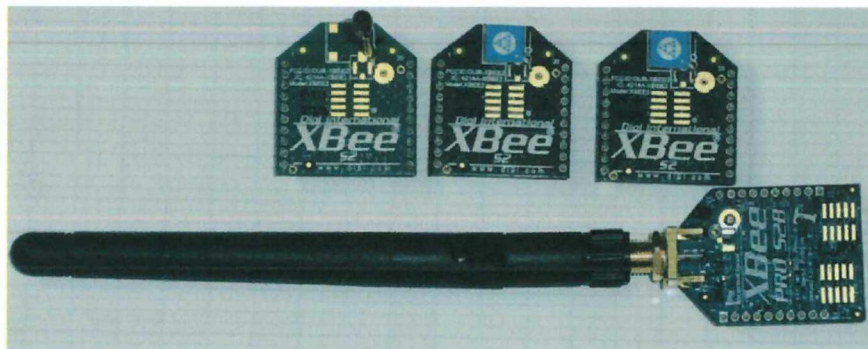
**Elaborado por:** Raúl Trávez

- Posee una fotocelda y un reloj integrado, el cual garantiza que las luminarias se enciendan/apaguen correctamente sin excepción alguna. Este sensor posee una entrada digital, el cual descubre a peatones o vehículos en circulación visto en la Figura 63.

- Recibe la señal proveniente del controlador de segmentos y controla la luminaria.
- Posee la norma: Comunidad Europea CE, para seguridad y comunicación.
  - o EN61347-2-11:2001.
  - o EN61347-1:2008.
  - o EN60950-1:2006+A11:2009.
  - o EN300 328 V1.7.1:2006-10.
- Cuenta con salida análoga de 1 a 10 V y/o digital (salida del dimmer).
- Cuenta con un relé para la desconexión de la energía de las lámparas.

### 3.6.6 Dispositivo Zigbee

**FIGURA 64: DISPOSITIVO ZIGBEE.**



**Fuente:** (CIRE, 2012)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

ZigBee es un protocolo que utiliza el estándar 802.15.4 como base, agrega enrutamiento y funcionalidad adicional a la red.

La norma 802.15.4 especifica que la comunicación puede ocurrir en la banda de 868 a 868,8MHz, la banda de 902-928 MHz o 2.400 a 2.4835 GHz (Industrial Scientific and Medical) la cual está abierta en la mayoría de países del mundo. El estándar 802.15.4 fue desarrollado con conectividad simple, 16 canales de transmisión, velocidad de transmisión de datos 250kbit/s.

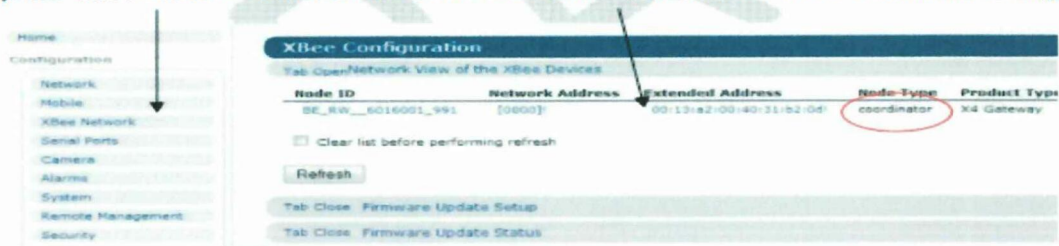
### **Aplicación de redes en malla.**

Es un dispositivo Figura 64 que sirve para comunicarse de forma inalámbrica basado en el estándar 802.15.4, diseñado para captar información de sensores colocados en diferentes lugares dependiendo del alcance que se tenga. Posee baja velocidad de comunicación y puede entrelazarse entre dos o más dispositivos. El dispositivo Zigbee posee las siguientes características:

- Velocidad de transmisión: 25 – 250 kbps.
- Protocolos de comunicación: asíncrono, half dúplex y estandarizado.
- Frecuencia de operación: 2.4 Ghz, 868 Mhz y 915 Mhz.
- Protocolo fiable y seguro, la red se organiza y envía señales defalla automáticamente.
- Rango de transmisión: 1 – 100 metros.
- El módulo XBee proveniente del Zigbeerequiere una alimentación de 2.8 a 3.4 V, la conexión a tierra y las líneas de transmisión / recepción de datos.

**FIGURA 65: CONFIGURACIÓN XBEE.**

To access : in the configuration section,  
press "Xbee network"->click on the Owlet SeCo Zibee coordinator address-> advanced settings



**Fuente:** (OYARCE, 2010)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

La red Zigbee posee tres tipos de dispositivos: (CIRE, 2012)

- **Coordinador.** Para cada red debe existir un coordinador y su objetivo es formar y gestionar la red.
- **Router.** Este dispositivo envía, recibe y enruta información. Establecen la comunicación entre dispositivos en diferentes puntos de acuerdo al alcance que se tenga.
- **Dispositivo final.** Es un dispositivo que solo puede interactuar siempre y cuando sea por medio del coordinador o router. Está alimentador siempre a baterías. Envía y recibe información pero no puede actuar como mensajeros entre otro dispositivo de la red.

Para poder utilizar cada módulo Xbee (Zigbee), es necesario configurarlo mediante el programa X-CTU. Se realiza los siguientes pasos:

- Descargar e instalar el programa X-CTU.



- Conectar la placa Xbee Explorer USB con uno de los módulos XBee al puerto USB del computador y abrir el programa X-CTU visto en la Figura 65.
- Seleccionar el puerto al cual está conectado el módulo y dejar todos los parámetros por defecto de la comunicación serial, es decir, lo siguiente:
  - Baud: 9600.
  - Flujo de control: Ninguno.
  - Bits de datos: 8.
  - Paridad: Ninguno.
  - Bit de parada: 1.

**FIGURA 66: PROGRAMA PARA LA CONFIGURACIÓN ZIGBEE.**

The screenshot shows the 'XBee Configuration' window. On the left is a navigation menu with categories: Configuration (Network, Mobile, XBee Network, Serial Ports, Camera, Alarms, System, Remote Management, Security, Position), Applications (Python, RealPort, Industrial Automation), Management (Serial Ports, Connections, Event Logging, Network Services), and Administration (File Management, X.509 Certificate/Key, Backup/Restore, Update Firmware, Factory Default Settings, System Information, Reboot). The main area displays the following information:

**Extended Address:** 08:13:a2:00:40:31:b2:0d!  
**Product Type:** X4 Gateway  
**Firmware Version:** 0x2166

There are two tabs: 'Basic Settings' (selected) and 'Advanced Settings'. A warning message states: 'The following are advanced settings. Use caution - modifying some settings can make remote di...'

The settings listed are:

- Aggregation route notification (AR): 0 x 10 sec (0-255)
- Broadcast radius (BR): 0 (0-32)
- Node discovery timeout (NT): 60 x 100 msec (32-255)
- Encryption enable (EE): 0 (0-1)
- Encryption options (EO): 0x0 bitfield (0x0-0x7)
- Extended PAN identifier (ID): 0x0000000000001337 (0-8 bytes)
- Initial PAN identifier (II): 0x0b30 (0x0-0xffff)
- Node join time (NJ): 255 sec (0-255)
- Link encryption key (KY): (0-16 bytes)
- Maximum hops (NH): 30 (1-255)
- Network encryption key (NK): (0-16 bytes)
- Node identifier (NI): BE\_RW\_6016001\_391 (0-20 chars)
- Power mode (PM): 1 (0-1)
- Scan channels (SC): 0x1000 bitfield (0x1-0xffff)
- Scan duration (SD): 3 exponent (0-7)
- Peripheral sleep count (SN): 1 (1-65535)
- Cyclic sleep period (SP): 32 x 10 msec (32-2800)
- ZigBee stack profile (ZS): 0 (0-2)

At the bottom, there are 'Apply' and 'Cancel' buttons.

Fuente: (CIRE, 2012)

Elaborado por: Raúl Trávez

FIGURA 67: MENSAJE DE COMUNICACIÓN.

If your mobile contact includes a SMS service, please adapt the parameters as showed

**Advanced Settings**

**SureLink Settings**

**Short Message Service (SMS) Settings**

These settings are used to configure cellular Short Message Service (SMS) capabilities.  
**Note:** Verify with your mobile service provider that SMS is included in your service agreement.

**Global SMS Settings**

Enable cellular Short Message Service (SMS) capabilities  
 When a command message is received via SMS:

Send ACK reply via SMS when command is accepted  
 Send NAK reply via SMS if password validation fails

Global SMS Command Password:  (clear field to remove password)

Default Message Receiver: **Log Only** ▾

Enable extended detail for SMS event logging (verbose)

**Python Settings**

Enable SMS support for Python

Received Message Queue Maximum:  messages (10-100)

Received Message Hold Time Maximum:  seconds (0-36400)

Python SMS Password:  (clear field to remove password)

**Built-In Command Settings**

When SMS is enabled, allow the following commands via short messages:

Enable	Command (Alias)	Password
<input checked="" type="checkbox"/>	#help (#?)	<input type="text"/> (clear field to remove password)
<input checked="" type="checkbox"/>	#cli	<input type="text"/> (clear field to remove password)
<input checked="" type="checkbox"/>	#idigi (#cwm)	<input type="text"/> (clear field to remove password)
<input checked="" type="checkbox"/>	#ping	<input type="text"/> (clear field to remove password)

**Sender Control List (SCL) Settings**

Enable SMS Sender Control List  
 Send NAK reply via SMS if received message is rejected by SCL

When SMS and Sender Control List are enabled, apply the following rules:

Enable	Sender Address (Phone Number)	Match Type
--------	-------------------------------	------------

Fuente: (CIRE, 2012)

Elaborado por: Raúl Trávez

- Dando clic en Test/Query se verifica si existe o no error.
- En el siguiente paso se elige la pestaña modem configuraciónFigura 67 y se da un clic en el botón read para leer el programa del Micro-controlador que posee el módulo ZigBee.

- Aparece un listado de parámetros donde se selecciona distintos programas para grabar en el módulo. Posee tres listas desplegables:

**FIGURA 68: MODEM CONFIGURATION ZIGBEE.**

Press browser, select the files one of the file listed on the picture, then press upload.

Repeat the operation to have the list of files as showed

Then press "Auto-start settings" to setup the automatic startup of the python application

Fill the cell with "owlet.py" and check the box in front of it as showed in the picture below

Action	File Name	Size
<input type="checkbox"/>	owlet.py	3827 bytes
<input type="checkbox"/>	owlet.zip	898532 bytes
<input type="checkbox"/>	owlet-license.yml	208 bytes
<input type="checkbox"/>	python.zip	344932 bytes

Specify python programs to be run when the device boots.

Enable Auto-start command line (specify program filename to execute and any arguments)

Enable	Auto-start command line
<input checked="" type="checkbox"/>	owlet.py
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	

Fuente: (CIRE, 2012)

Elaborado por: Raúl Trávez

- **Modem ZigBee.** Es el tipo de módulo comprado. Ejemplo: XB24 - ZB.
- **Función Set.** Tiene varias opciones como coordinador, enddevice y router.
- **Versión.** De acuerdo al modelo.

Del listado se puede elegir si se quiere que lea datos de sensores o active alguna señal de salida.

- La comunicación con el puerto serie puede ser mediante comandos AT o API. Si se escoge la opción AT, lo que el módulo reciba por el pin lo manda por medio de la comunicación inalámbrica y viceversa. Si se escoge el comando API ya no sería comunicación serial sino que se comunica por medio de frames, es decir, que los datos deben ir estructurados según un orden establecido, con bytes de comienzo, longitud, tipo de datos, etc.
- Si se escoge la opción Zigbee Coordinator AT, se cambia ciertos parámetros como:
  - **(0) ID – PAN ID.** Es el número de identificación de la red. Todos los dispositivos que se comuniquen deben tener el mismo número del PAN ID.
  - **(0) DH – Destination Address High y Low.** Reestablece la dirección de destino.
- Se escoge la opción write para descargar el programa en el módulo XBee. Y lo mismo pasa con la configuración router.

### **3.6.7 Software Owlet Cloud**

Este software es operado por Owlet y posee las siguientes características: (OWLET, 2014)

- Los programas se utilizan para administrar y controlar las luminarias.

- Tiene la capacidad de guardar datos de funcionamiento y consumo, cada 90 minutos por defecto.
- No requiere hardware.
- Puede ser operador por el cliente.

### 3.6.7.1 Opciones de uso del Software(OWLET, 2014)

**FIGURA 69: NAVEGADOR WEB**

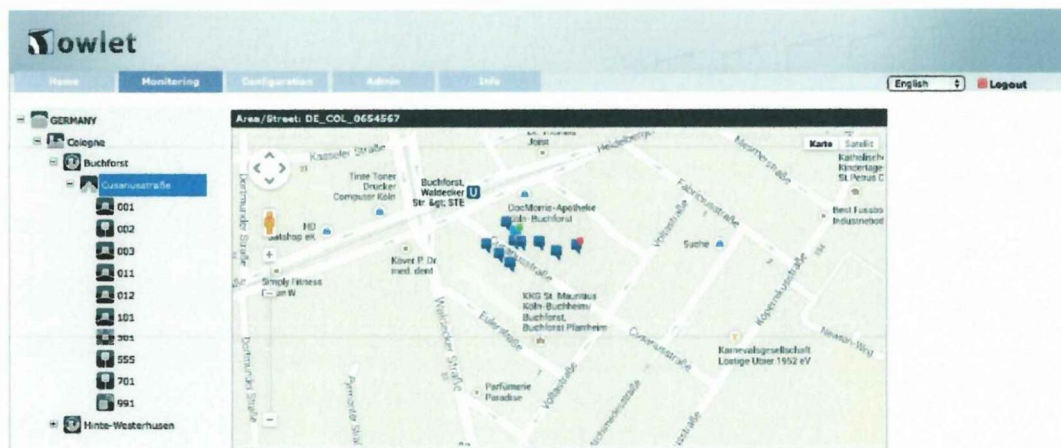


**Fuente:(OWLET, 2014)**

**Elaborado por: Raúl Trávez**

- Tiene la opción de acceder a todos los puntos de iluminación mediante el navegador web, visto en la Figura 69.
- Se puede visualizar todas las luminarias implantadas en el proyecto desde la página principal Figura 70. Puede ver todos los detalles como tiempos de circuito o restringir la opción de visualización a dispositivos específicos.

**FIGURA 70: VISUALIZACIÓN DE TODAS LAS LUMINARIAS**



**Fuente:(OWLET, 2014)**

**Elaborado por: Raúl Trávez**

- Se utiliza la parte de vigilancia para especificar las calles o puntos de luz individuales y hacer que se muestren.
- Posee una estructura generalizada, donde todos los puntos de luz se estructuran de la siguiente forma:
  - País.
  - Ciudad.
  - Calle.
  - Lámpara.
  - Seco.

De esta manera permite la selección individual de la zona o puntos de luz, visto en la Figura 71.

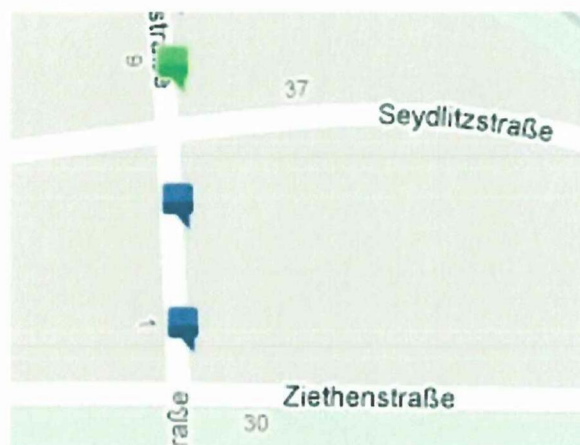
**FIGURA 71: SELECCIÓN INDIVIDUAL DE LAS LUMINARIAS**



**Fuente:**(OWLET, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

**FIGURA 72: GOOGLE MAPS**



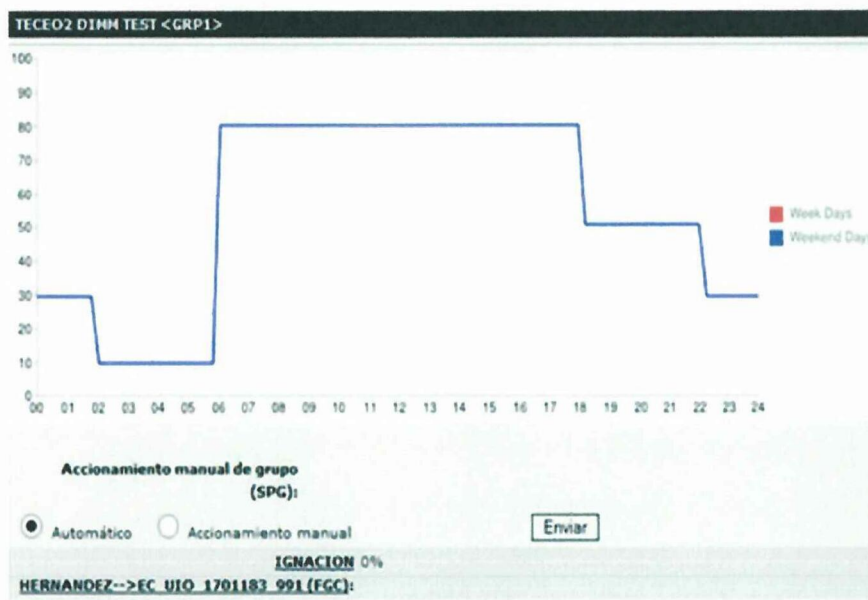
**Fuente:**(OWLET, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

- Se guarda la ubicación de cada luminaria. Esta ubicación se la puede ver mediante el Google Maps Figura 72.

- Se puede obtener datos actuales en tiempo real, es decir, se visualiza el estado actual de las lámparas (encendido/apagado/fallo) en el mapa. Y se indican los datos de consumo.
- Se define funciones automáticas como: perfiles de regulación y control de las lámparas, visto en la Figura 73.

**FIGURA 73: FUNCIONES AUTOMÁTICAS**

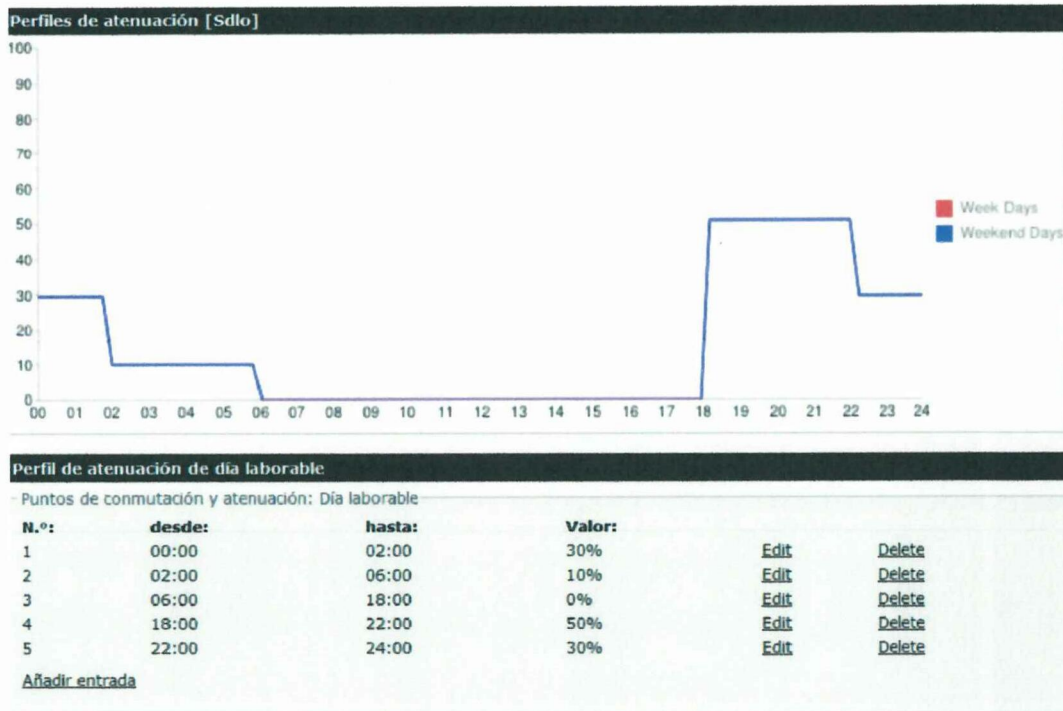


**Fuente:**(OWLET, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

- Puede formar grupos con el fin de gestionar la conmutación y/o regulación del flujo luminoso al mismo tiempo.

**FIGURA 74: Modo de Operación**



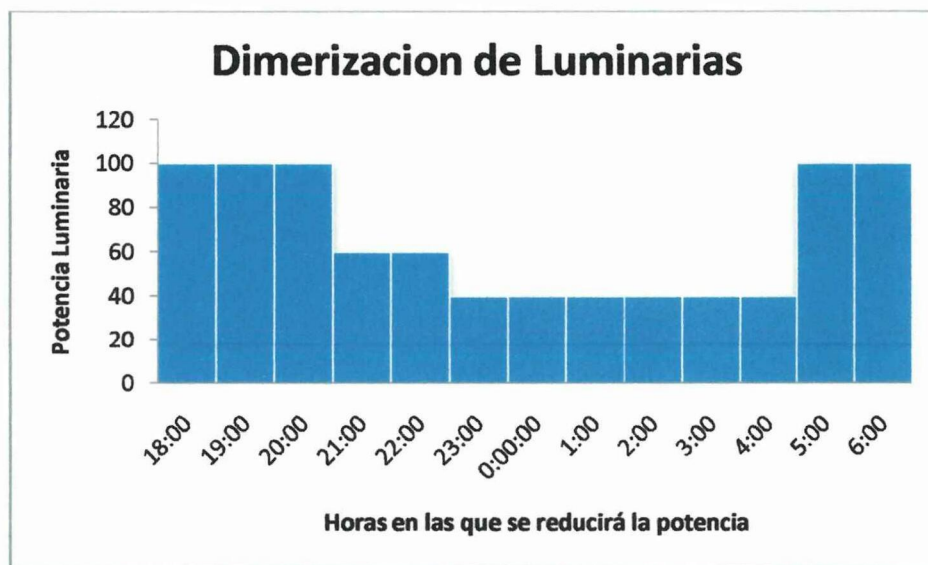
**Fuente:**(OWLET, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

- Puede definir un perfil para cada grupo que incluya:
  - Activación de los niveles de luz desde 0 al 100 %.
  - Disminución al 60 % a partir de las 20:00 pm.
  - Disminución al 40% a partir de las 21:00 pm.
  - Aumentar el nivel de luz al 100 % a partir de las 5 am.
- Puede configurar diferentes perfiles para cualquier día de la semana.
- Tiene la opción de configurar una red autónoma de la siguiente forma:

- Evento de oscurecimiento mediante los perfiles ANDI.
- Por cada controlar se puede elegir el tipo de sensor.
- Si no opera de manera automática, operaría de forma manual a las lámparas como control funcional.

**FIGURA 75: HORAS DE LA NOCHE PARA REDUCIR LA POTENCIA**

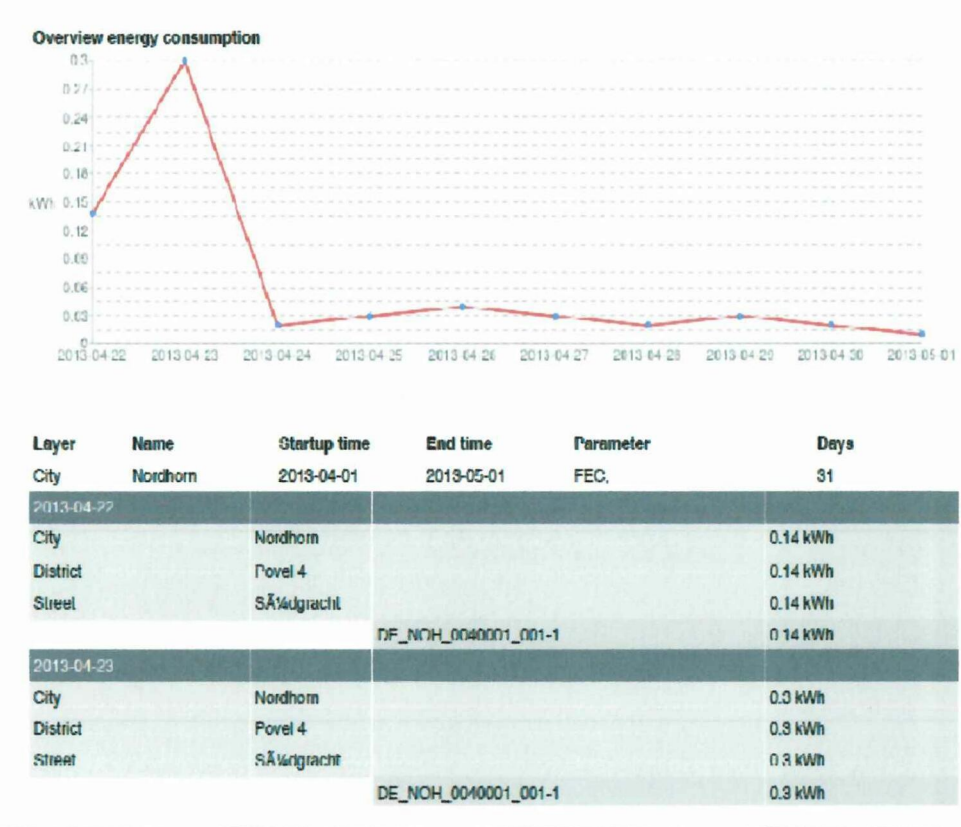


**Elaborado por: Raúl Trávez**

Con los datos obtenidos en la Figura 48 se procedió a realizar la Figura 75 para reducir la potencia en las noches y mediante un horario pre-establecido determinar el funcionamiento de las luminarias de acuerdo al número de peatones que circulan por las noches. En la opción para dimerizar se insertaran los siguientes datos:

De 18:00 a 20:00h al 100%, 20:01 a 22:00h al 60%, 22:01 a 05:00h al 40%. de 05:01 a 06:00h funcionaran al 100%.

**FIGURA 76: REPORTE DE ALARMAS**



**Fuente:**(OWLET, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

- Para el uso de alarmas se envía mediante correo electrónico o SMS en caso de falla o avería.
- Ante intervalos regulares se puede obtener los datos semanales o mensuales del consumo de energía, fallas, etc.
- Se puede implementar hardware adicional como sensores de movimiento a nivel SeCo.
- Cada reporte de alarmas Figura 76 que ocurre cuando se produce una irregularidad, es enviado a través del correo electrónico.

### 3.6.7.2 Configuración Básica(OWLET, 2014)

- Definir los accesos a calles o lámparas individuales en un punto posterior en el tiempo.
- Al inicio de la operación, se debe identificar la posición exacta y la dirección del controlador ZigBee que se introduzcan en el sistema.
- Puede incluir todos los parámetros de la lámpara como:
  - o Tiempo de on/off.
  - o Atenuación de valores según el tipo de lámpara.
  - o Etapa de mantenimiento.
  - o Límites de potencia para la detección de defectos.

### 3.6.7.3 Operación del Software

El sistema funciona mediante la interfaz web de la siguiente manera: (OWLET, 2014)

- **Datos de Acceso.** Ingreso de la dirección URL, usuario y contraseña.

**FIGURA 77: DATOS DE ACCESO**



The image shows a web interface for user login. It features a dark green header bar at the top. Below the header, there are two input fields: the first is labeled 'Benutzer' and the second is labeled 'Passwort'. Both fields are empty. Below the 'Passwort' field is a dark green button with the text 'Anmelden' in white. The entire form is enclosed in a thin grey border.

**Fuente:**(OWLET, 2014)

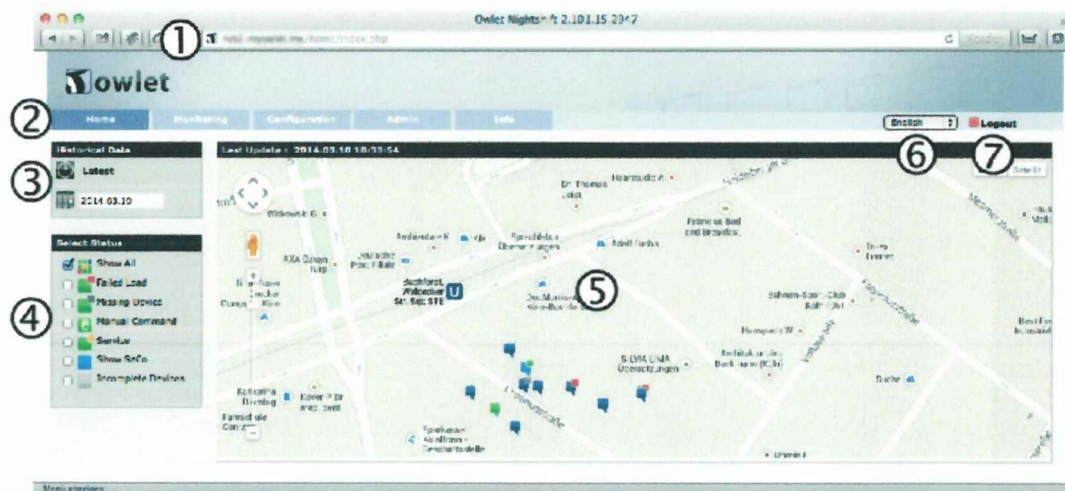
**Elaborado por:** Raúl Trávez

- Este sistema es accesible a través de una conexión segura. Si la URL contiene “http://”, cambiar a “https://”.
- Abrir el navegador e introducir la dirección URL.
- Aparecerá una pantalla de inicio de sesión, para que el usuario pueda ingresar el nombre de usuario y contraseña Figura 77.

Se indica los siguientes elementos:

- **Punto 1.** Línea de dirección.
- **Punto 2.** Menú del software.
- **Punto 3.** Ajuste de tiempo de la fecha y hora de los datos que se deseen visualizar.
- **Punto 4.** Ajuste del estado de las lámparas.
- **Punto 5.** GoogleMaps para ver la ubicación de las lámparas.
- **Punto 6.** Se puede seleccionar el idioma adecuado.
- **Punto 7.** Permite cerrar la sesión del sistema.

**FIGURA 78: INTERFAZ DE USUARIO**

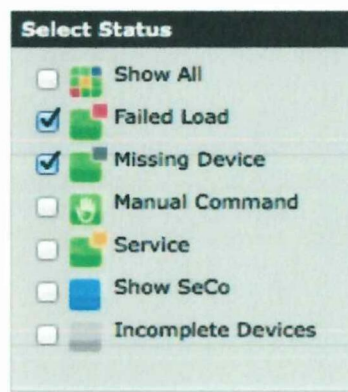


**Fuente:**(OWLET, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

Como se visualiza en la Figura 78, se desglosa una lista con los parámetros: Home (Inicio), Monitoring (Monitoreo), Configuration (Configuración), Admin (Administración) e Info (Información). La viñeta “Inicio” informa lo siguiente: (OWLET, 2014)

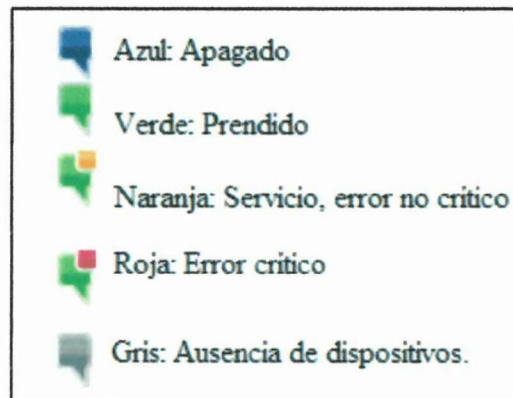
**FIGURA 79: ESTADO DEL SISTEMA**



**Fuente:**(OWLET, 2014)  
**Elaborado por:** Raúl Trávez

- El estado del sistema en ese instante de tiempo real, visto en la Figura 79.
- Los colores permiten identificar el estado de cada dispositivo.

**FIGURA 80: CÓDIGO DE COLORES**

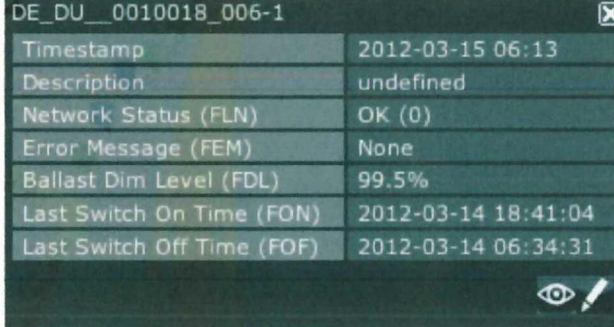


**Fuente:**(OWLET, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

- Los valores son consultados mediante el servidor cada 90 minutos.

**FIGURA 81: VALORES CONSULTADOS POR EL SERVIDOR**



DE_DU_0010018_006-1	
Timestamp	2012-03-15 06:13
Description	undefined
Network Status (FLN)	OK (0)
Error Message (FEM)	None
Ballast Dim Level (FDL)	99.5%
Last Switch On Time (FON)	2012-03-14 18:41:04
Last Switch Off Time (FOF)	2012-03-14 06:34:31

**Fuente:**(OWLET, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

- La ubicación exacta en tiempo real se muestra en el borde superior del mapa.
- Siempre se indican todos los dispositivos en el mapa.
- Muestra el estado y detalles del Controlador de Segmentos SeCo.

La viñeta “Monitoreo” visto en la Figura 82, informa lo siguiente: (OWLET, 2014)

- Los valores se actualizan a cada instante de tiempo (siempre y cuando permanezca en esa viñeta), por lo que puede verse el estado actual del sistema.
- El sistema puede recuperar los estados de cada dispositivo desde los SeCos en intervalos cortos.
- Puede navegar en el mapa y ver la identificación del nodo de un dispositivo.



### 3.6.7.4 Aplicaciones del Software

En la Figura 84, se tiene visualizado el estado de la comunicación. Y muestra las siguientes características: (OWLET, 2014)

**FIGURA 84: COMUNICACIÓN**

Communication <COM01>	
<b>Status Information</b>	
<b>Network Status (FLN) :</b>	OK
<b>Data Acceptance (FSD) :</b>	Disturbed
<b>Parameter Acceptance (FPU) :</b>	OK
<b>Data Request Status (FDR) :</b>	OK
<b>Communication Quality (FCQ) :</b>	Normal

**Fuente:**(OWLET, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

- **Network Status (Fracaso Nodo Perdido FNL).** Indica si el controlador está disponible en la red ZigBee. Las opciones son dos: OK y Missing.
- **Data Acceptance (Envío fallo de datos FSD).** Muestra si los datos puede ser aceptados o no.
- **ParameterAcceptance (Error de Carga de Parámetro FPU).** Indica si se realizó correctamente la comunicación.
- **Data Request Status (Solicitud de fallo de datos FDR).** Indica si los datos se pueden consultar.

- **CommunicationQuality (FCQ).** Indica la calidad de los valores recibidos de la conexión ZigBee. Estos valores pueden ser expresados como: Normales, Mínimos y Pefectos.

En la Figura 85, se tiene visualizado el estado de la fotocelda. Y muestra las siguientes características: (OWLET, 2014)

**FIGURA 85: ESTADO DE LA FOTOCELDA**

Photocell <PHC01>	
<b>Photocell Control Status (FPS) :</b>	Day
<b>Light Level Value Cell 1 (FL1) :</b>	3 Lux
<b>Light Level Value Cell 2 (FL2) :</b>	3 Lux

**Fuente:**(OWLET, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

- **Photocell Control Status (FPS).** Muestra si es de día o noche.
- **Light Level Value Cell 1, 2 (FL1, 2).** Medida del valor del controlador 1 y 2.

En la Figura 86, se indica los parámetros del controlador general. (OWLET, 2014)

- **FailureMessage (FFM).** Error de mensaje.
- **DeviceUptime (FRH).** Total de horas de funcionamiento del controlador.
- **Temperature (TMP).** Por medio del sensor interno se puede determinar la temperatura en el controlador.

- **CommunicationQuality (FRS).** Indica la calidad de la comunicación inalámbrica mediante el dispositivo ZigBee.
- **System Time (FTS).** Muestra los comentarios del controlador.
- **Sun Position Azimuth (FAA).** Muestra la posición actual del sol (norte = 0°).
- **Sun Position Elevation (FAE).** Muestra la posición actual del sol (horizonte = 0°).
- **Software Reset (RCC).** Posee un botón de reseteo del software del controlador.

**FIGURA 86: CONTROLADOR GENERAL**

Controller General <SYS02>	
<b>Status Information</b>	
Failure Message (FFM) :	None
Device Uptime (FRH) :	121 h
Temperature (TMP) :	27.2 °C
Communication Quality (FRS) :	41
<b>Astro Clock</b>	
System Time (FTS) :	29.01.2013 18:08:08
Sun Position Azimuth (FAA) :	253 °
Sun Position Elevation (FAE) :	-10 °
Software Reset (RCC):	<input type="button" value="Reset"/>

**Fuente:**(OWLET, 2014)

**Elaborado por:** Raúl Trávez

Owlet puede ser remplazado por otro sistema de control y monitoreo que utilice Zigbee como vía de comunicación ya que opera con protocolos y lenguajes abiertos para la comunicación de los elementos tele-gestionables.

### 3.7 Consumo de Energía del Sistema actual así como del Nuevo Sistema de Alumbrado en Pujilí.

#### 3.7.1 Consumo de energía lámparas de mercurio 250W.

Para realizar el cálculo de energía consumida por las lámparas de mercurio de 250W en el centro histórico de Pujilí se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Potencia de la Lámpara (250W).
- Numero de Lámparas (383).
- Horas de funcionamiento (12).
- Porcentaje de pérdidas en los elementos de la lámpara según la regulación del CONELEC 005/14, para este tipo de lámparas es del 12% de su potencia total.

Aplicando la siguiente fórmula para el cálculo de energía:

Ecuación: 4

$$Energía = (T * N * (P + CA))/1000$$

Dónde:

- P= Potencia de las luminaria (250W).
- N= Número de luminarias (383).
- T= Número de horas del funcionamiento de cálculo (12h).
- CA= Consumo de auxiliares luminaria. El valor máximo a reconocerse por consumos auxiliares ( $250 * 12\% = 30w$ ).

Ingresando los valores a la fórmula:

$$Energía = (12 * 383 * (250 + 30))/1000$$

$$Energía = 1286,88 \text{ KW/h}$$

La energía que consume el alumbrado público actual es de **1286,88 KW/h** durante la noche. Para facilitar los cálculos se utilizó una hoja cálculo en Excel visto en la tabla 26. Tomando en cuenta los mismos parámetros pero variando las horas de uso que van a ser para un periodo de una noche 12h, un mes 365h, un año 4380h y su consumo durante toda su vida útil 10.000h 2.28 años aproximadamente.

**Tabla 26: Consumo de Energía Alumbrado público del Centro histórico.**

TIPO DE ILUMINACION	NUMERO DE ELEMENTOS:	P W/ UNIDAD: Perdidas Hg	Potencia en KW:	HORAS/ DIA DE FUNCIONAMIENTO:	CONSUMO EN KW/h Noche:	CONSUMO EN KW/ Mes:	CONSUMO EN KW/AÑO:	COSUMO DURANTE VIDA UTIL KW	COSUMO DURANTE VIDA UTIL MW
ALMBD PUBLICO HG	383	280	107,24	12	1286,88	39141,74	469700,90	1070918,06	1,07
<b>Horas de funcionamiento: Noche 12h, Mes 365h, Año 4380h. Vida útil 2,8 Años.</b>									
<b>Vida Útil Hg 2,28 años</b>	Para realizar este cálculo se tomó en cuenta las pérdidas de los elemento de acuerdo a la regulación del CONELEC 005/14 que para este tipo de lámparas el máximo de pérdidas debe ser del 12% de la potencia total del elemento.								

**Elaborado por: Raúl Trávez**

En la tabla 26 se puede observar el consumo de energía que tiene el alumbrado público en una noche, un mes, un año en la actualidad además de la energía que consumirá durante su vida útil.

### 3.7.2 *Calculo consumo de energía lámparas Led 107W incluido controlador de segmentos y controlador de luminarias.*

Para realizar el cálculo de energía consumida por las lámparas Led 107W en el centro histórico de Pujilí se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Potencia de la Lámpara (107W).
- Numero de Lámparas (383).
- Horas de funcionamiento lámparas al 100% (3h) Caso1.
- Horas de funcionamiento lámparas al 60% (2h) Caso2.
- Horas de funcionamiento lámparas al 40% (7h) Caso3.
- El porcentaje de pérdidas en los elementos de la lámpara están incluidos en los 107w de acuerdo al fabricante. Por ello no se consideró la regulación del CONELEC 005/14, que para este caso sería el 13% de su potencia total.
- Controlador de segmentos (20W).
- Numero de controladores de segmentos SECO (3).
- Controlador de luminarias LUCO (383).
- Horas de funcionamiento SECO y LUCO (12h).

Aplicando la siguiente fórmula para el cálculo de energía:

Ecuación: 4<sub>1</sub>

$$Energía = [(T * N * (P + P1) + (M * H * K)]/1000$$

Dónde:

- P<sub>1</sub>= Potencia de las luminaria al 100% (107W) Caso 1.
- P<sub>2</sub>= Potencia de las luminaria al 100% (64,2W) Caso 2.
- P<sub>3</sub>= Potencia de las luminaria al 100% (43W) Caso 3.
  
- N= Número de luminarias y LUCO (383).

- M= Número de controladores de segmento SECO (3).
- K= Horas de funcionamiento SECO y LUCO (12).
- P<sub>1</sub>= Potencia controladores de Luminaria (0.8W)
- H= Potencia Seco (20W)
- T= Número de horas del funcionamiento Lámpara al 100% (3h).

Ingresando los valores a la fórmula: Primer Caso Alumbrado Dimerizado al 100% durante 3h con la potencia P<sub>1</sub>.

$$Energía = [(3 * 383 * (107 + 0,8)) + (3 * 20 * 12)]/1000$$

$$Energía = 124,9 \text{ KW/h}$$

Para facilitar los cálculos se utilizó una hoja de cálculo en Excel. Tomando en cuenta los mismos parámetros pero variando las horas de funcionamiento de las lámparas ya que se reduce la potencia de uso al 60% (2h) y al 40% (7h). Durante la noche. De igual manera se calcula la energía del alumbrado durante 12h, un mes (365h), un año(4380h) y su consumo durante toda su vida útil(100000h) 22 años aproximadamente los datos se pueden observar en la tabla 27.

**Tabla 27: CONSUMO DE ENERGÍA ALUMBRADO PÚBLICO DIMERIZADO**

TIPO DE ILUMINACION	NUMERO DE ELEMENTOS:	P W/ UNIDAD:	Potencia en KW:	HORAS/ DIA DE FUNCIONAMIENTO:	CONSUMO EN KW/h Noche:	CONSUMO EN KW/ Mes:	CONSUMO EN KW/AÑO:	COSUMO DURANTE VIDA UTIL KW	COSUMO DURANTE VIDA UTIL MW
*ALUMBRADO PUBLICO LED 100%	383	108	41,42	3	124,09	3774,38	45292,58	996436,92	0,996
*ALUMBRADO PUBLICO LED 60%	383	65	24,95	2	49,79	1514,41	18172,95	399804,94	0,400
*ALUMBRADO PUBLICO LED 40%	383	44	16,91	7	117,96	3587,99	43055,91	947230,16	0,947
CONTROLADOR DE SEGMENTOS	3	20	0,06	12	0,72	21,89	262,79	5781,47	0,006
<b>Total Opción Dimerizada</b>									<b>2,349</b>
Vida Útil Led 22 años * Opción Dimerizada	PARA EL CALCULO SE ADICIONA EL CONTROLADOR DE SEGMENTOS (SECO) CON UNA POTENCIA POR UNIDAD DE 20W, DE ACUERDO CON EL FABRICANTE LAS LAMPARAS LED DE 107W INCLUYEN LAS PERDIDAS.								
La potencia de las lámparas Led incluyen el 15% de pérdidas. Se sumó 0,8W del Luco en cada lámpara. Horas de funcionamiento: Noche 12h, Mes 365h, Año 4380h. Vida útil 22 Años.									

**Elaborado por:** Raúl Trávez

Como se puede visualizar en la tabla 27 al desarrollar el cálculo respectivo se pudo determinar cuanta energía consumirá el circuito de alumbrado público tele-gestionable del centro histórico de Pujilí. Para este cálculo se sumó la potencia del Luco así como del Seco para el Caso 1. En el caso 2 y caso 3 no se suma el seco ya funcionara por 12h para los casos 1, 2 y 3 respectivamente.

**Tabla 28:** Consumo de lámparas de mercurio vs Sistema tele-gestionable.

<b>TIPO DE ILUMINACION</b>	<b>CONSUMO EN KW/h Noche:</b>	<b>CONSUMO EN KW/ Mes:</b>	<b>CONSUMO EN KW/AÑO:</b>	<b>COSUMO DURANTE VIDA UTIL KW</b>	<b>COSUMO DURANTE VIDA UTIL MW</b>
ALUMBRADO PUBLICO Hg	1286,88	39141,74	469700,90	1070918,06	1,07
*ALUMBRADO PUBLICO LED					
<b>TOTAL</b>	<b>292,56</b>	<b>8898,68</b>	<b>106784,24</b>	<b>2349253,49</b>	<b>2,34</b>
Diferencia Hg vs Led	994,314	30243,054	362916,65	-----	-----
Reducción % de consumo	-77,27%	-77,27%	-77,27%	+54,42%	+54,28%
Vida Útil Hg 2,28 años	El porcentaje se lo realizo teniendo el consumo de energía de las lámparas de mercurio como el 100% para cada caso (noche, mes, año, vida útil).				
Vida Útil Led 22 años					
* Opción Dimerizada					

**Elaborado por:** Raúl Trávez

En la tabla 28 se puede observar el consumo de energía de las lámparas de mercurio vs las lámparas Led. El consumo de energía se reduce en un 77,27% en una noche de funcionamiento, 77,27% en un mes, 77,27% en un año de funcionamiento respectivamente. Además durante su vida útil (**22 años**) consumirán 54,42% más de energía siendo el equivalente al consumo que tendrán las lámparas de mercurio en 5 años o dos veces la vida útil de las lámparas de mercurio aproximadamente.

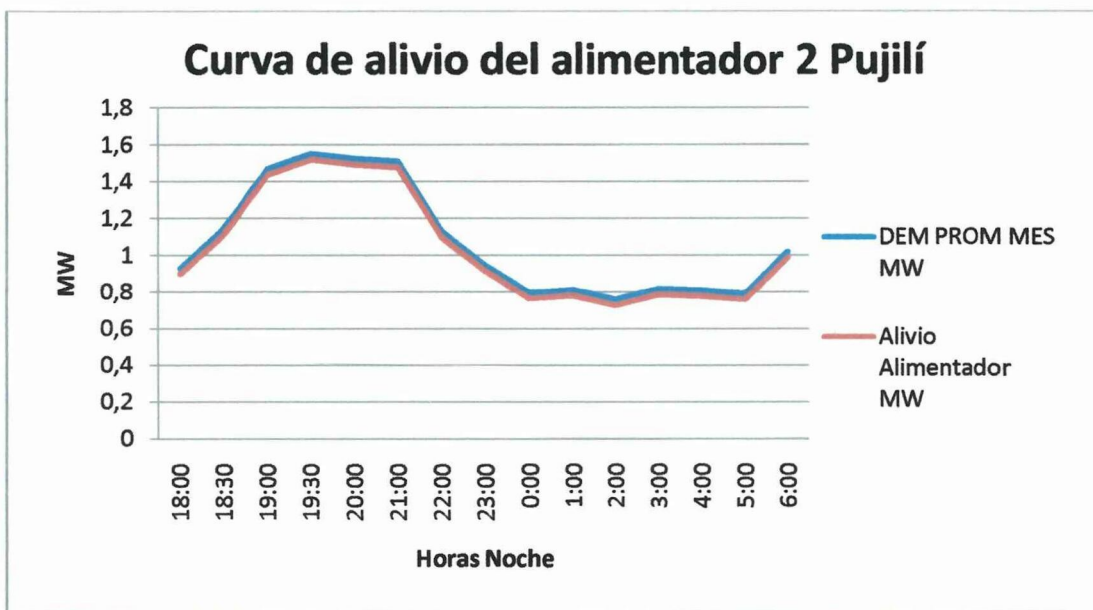
**Tabla 29:**Datos de demanda del **Alimentador 52P8-S2** Pujilí.

<b>Alimentador 52P8-S2 de Pujilí</b>						
<b>HORA</b>	<b>MW/h MAX</b>	<b>MW/h MED</b>	<b>MW/h MIN</b>	<b>DEM PROM MES</b>	<b>Diferen Mw/h mes Hg- Led</b>	<b>Alivio de carga en %</b>
<b>18:00</b>	1,12	0,96	0,72	<b>0,93</b>	0,0302	<b>3,244</b>
<b>18:30</b>	1,39	1,14	0,91	<b>1,15</b>	0,0302	<b>2,638</b>
<b>19:00</b>	1,61	1,50	1,29	<b>1,47</b>	0,0302	<b>2,061</b>
<b>19:30</b>	1,71	1,58	1,37	<b>1,55</b>	0,0302	<b>1,948</b>
<b>20:00</b>	1,65	1,57	1,35	<b>1,52</b>	0,0302	<b>1,985</b>
<b>21:00</b>	1,93	1,39	1,21	<b>1,51</b>	0,0302	<b>2,004</b>
<b>22:00</b>	1,24	1,13	1,02	<b>1,13</b>	0,0302	<b>2,673</b>
<b>23:00</b>	1,01	0,93	0,9	<b>0,95</b>	0,0302	<b>3,194</b>
<b>0:00</b>	0,85	0,79	0,75	<b>0,80</b>	0,0302	<b>3,795</b>
<b>1:00</b>	0,99	0,75	0,7	<b>0,81</b>	0,0302	<b>3,717</b>
<b>2:00</b>	0,9	0,71	0,67	<b>0,76</b>	0,0302	<b>3,980</b>
<b>3:00</b>	1,06	0,72	0,68	<b>0,82</b>	0,0302	<b>3,688</b>
<b>4:00</b>	1,04	0,72	0,67	<b>0,81</b>	0,0302	<b>3,728</b>
<b>5:00</b>	0,85	0,80	0,72	<b>0,79</b>	0,0302	<b>3,823</b>
<b>6:00</b>	1,24	1,03	0,8	<b>1,02</b>	0,0302	<b>2,957</b>

**Elaborado por:** Raúl Trávez

En la tabla 29 se puede visualizar la demanda Máxima, Media, Mínima y Promedio que tiene el alimentador 2 de Pujilí en un mes durante la noche además del porcentaje de alivio que representara el cambio de las lámparas de mercurio por el sistema tele-gestionable. Los datos fueron obtenidos de la Sub/estación Pujilí y corresponden al mes de enero del 2015.

**FIGURA 87:** Curva de alivio del alimentador

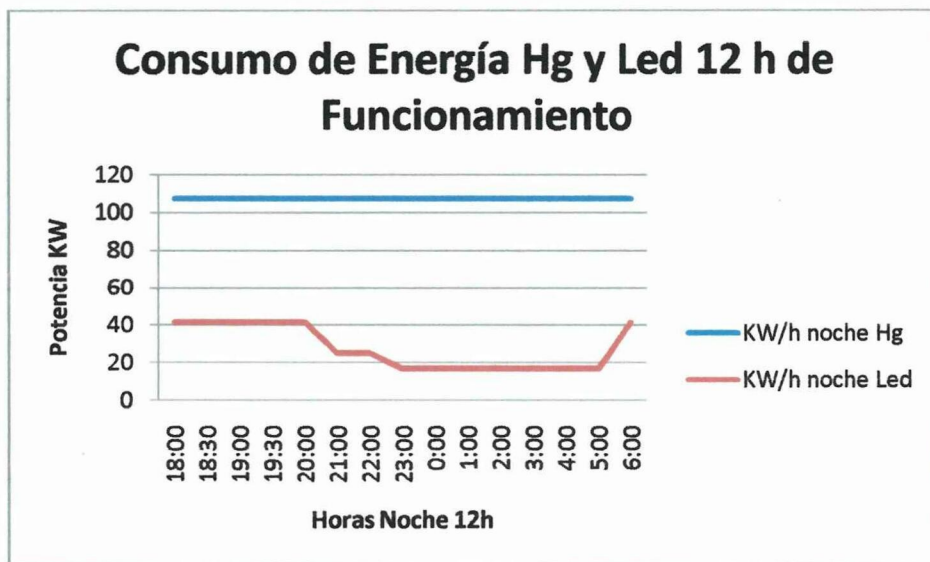


**Elaborado por:** Raúl Trávez.

En la figura 87 se puede visualizar la curva de demanda promedio que tiene el alimentador incluido el consumo de las 383 lámparas de mercurio que se pretende sustituir. La línea café muestra la curva considerando la reducción de la potencia del alumbrado con la implementación del sistema tele-gestionable.

**FIGURA 88:** Curva de consumo de energía durante la noche 12h de los dos circuitos

Hg, Led.



**Elaborado por:** Raúl Trávez

En la figura 88 se puede apreciar el consumo de energía del alumbrado público con lámparas de mercurio así como del sistema tele-gestionable que se pretende implementar, la diferencia del consumo es notoria si tomamos en cuenta que el sistema tele-gestionable es dimerizable y se podría llegar a un consumo 85% menor de energía de acuerdo al fabricante.

### **3.7.3 Rentabilidad del Proyecto**

La ELEPCO S.A. al ser una entidad pública sin fines de lucro el beneficio económico que obtiene es reducir el pago en la tarifa por concepto de alumbrado público que en el año 2014 fue de \$3'584.825,55 dólares Americanos, el consolidado por costo de KW/h fue de 0.1426 centavos de dólar estos datos fueron proporcionados por la Dirección de Planificación de la ELEPCO S.A.

De acuerdo a las tablas 26 y 27 se pudo determinar que durante un año el sistema tele-gestionable tiene un consumo de energía 77.27% menor en relación con las lámparas de mercurio.

Para realizar los cálculos de pago por concepto de alumbrado público en el centro histórico se tomó en cuenta el valor del KW/h del mes de diciembre del 2014 que fue de 0.1113 centavos de dólar.

A continuación se detalla el valor que cancela la ELEPCO S.A. por alumbrado público de las 383 lámparas en el lugar del estudio Pujilí. También se realiza el cálculo con el alumbrado tele-gestionable considerando para ambos casos los datos obtenidos en las tablas 26, 27 y aplicando la siguiente fórmula.

**Fórmula para calcular el pago en dólares por el consumo de energía:** Ecuación: 5

$$\text{Dólares} = E * C$$

Dónde:

E1= Consumo de energía en un año lámparas de mercurio.

E2= Consumo de energía en un año Sistema Tele-gestionable.

C= 0.1113 centavos de dólar.

### ***3.7.3.1 Costo Alumbrado Público lámparas de mercurio.***

**Fórmula para calcular el pago por alumbrado:** Ecuación: 5<sub>1</sub>

$$\text{Dólares} = E * C$$

Dónde:

E1= Consumo de energía en un año lámparas de mercurio (**469700,90 KW/h año**).

C= 0,1113 centavos.

$$\text{Dólares} = \mathbf{469700,90} * 0,1113$$

$$\text{Dólares} = \mathbf{52277,71.}$$

### 3.7.3.2 Costo Alumbrado Público Tele-gestionable.

Fórmula para calcular el pago por alumbrado: Ecuación: 5<sub>2</sub>

$$\text{Dólares} = E * C$$

Dónde:

E<sub>2</sub>= Consumo de energía en un año Sistema Tele-gestionable(106784,24KW/h año).

C= 0,1113 centavos.

$$\text{Dólares} = 106784,24 * 0,1113$$

$$\text{Dólares} = 11885,08.$$

**Tabla 30:** Pago por alumbrado en dólares de los dos sistemas en un Año.

Alumbrado	Costo kw/h diciembre	Energía consumida anualmente	Pago dólares
Mercurio	0,1113	469700,90	\$52277,71
Tele-gestionable	0,1113	106784,24	\$11885,08
<b>Diferencia en dólares</b>			<b>\$40392,63</b>

Elaborado por: Raúl Trávez

Como se puede observar en la tabla 30 el pago por concepto de alumbrado se reduce en \$40392,63 dólares americanos y representan una reducción del 77,27% en la tarifa. No se puede calcular para un periodo mayor de años ya que el costo de KW/h para alumbrado público es calculado cada mes, el costo depende de la estabilidad económica del país y el precio del barril del petróleo. Razón por la cual el precio del KW/h para el alumbrado público tiene una variación considerable, no siendo un valor fijo como el precio del kw/h para el consumo de industrias y hogares.

### 3.8 Resumen del Proyecto

Al finalizar el presente trabajo se da a conocer una tabla en la que se puede visualizar la reducción de la potencia, consumo de energía, pago por alumbrado público que se pretende alcanzar.

**Tabla 31: RESUMEN REDUCCION DE POTENCIA, CONSUMO DE ENERGI Y PAGO POR ALUMBRADO PUBLICO EN PORCENTAJES.**

<b>Resumen de los logros que se pueden alcanzar con la ejecución del proyecto</b>	
Potencia Lámparas de Mercurio	95,75 KW
Potencia Sistema Tele-gestionable	41,42 KW
<b>Reducción de Potencia</b>	<b>56,75 %</b>
Consumo de energía Mercurio en 1 año	469700,90 KW/h año
Consumo de energía Sistema Tele-gestionable en 1 año	106784,24 KW/h año
<b>Reducción de energía Consumida en 1 año</b>	<b>77,27 %</b>
Pago por alumbrado Hg en 1 año mercurio	\$52277,71
Pago por alumbrado Tele-gestionable en 1 año	\$11885,08
<b>Porcentaje de reducción en el pago del alumbrado Público Centro Histórico de Pujilí en 1 año</b>	<b>77,27%</b>

**Elaborado por: Raúl Trávez**

Como se puede visualizar en la tabla 31 el valor de potencia instalada, consumo de energía y el pago por alumbrado público se reduce considerablemente. No por el hecho de disminuir la potencia y el consumo de energía el proyecto carecerá de

eficacia en lo referente a iluminación de echo el proyecto cumple con la regulación del CONELEC 005/14 y la norma CIE 140/2000 de iluminación.

El proyector no requiere apertura de las luminarias durante la instalación, pues el cableesta liberado y listo para la conexión con la red de energía, no obstante el Seco requiere de una configuración previa para que pueda operar se deberá ingresar los datos obtenidos previamente y de esta manera lograr la eficiencia del alumbrado público inteligente.

Para demostrar la interfaz **usuario-servidor** la empresa SCHRÉDER ha facilitado el ingreso al proyecto piloto que se encuentra en Galápagos que es de similares características al lugar de estudio en Pujilí, además fue diseñado con la ayuda del software Ulysse y cumplen las mismas normas que en este proyecto se presentan, las luminarias tele-gestionables Teceo son de la misma gama que constan en este proyecto.

El proyecto piloto Tele-gestionable de Galápagos para mostrar la interfaz usuario-servidor consta de lo siguiente:

- Controlador de Segmentos (SECO).
- Plan de Datos(conexión con la nube).
- Controlador de Luminaria (LUCO).
- Lámpara Tele-gestionable de la gama Teceo.
- Configuración de las luminarias tres Bolillos.
- Software Owlet (Control y Monitoreo)

Para acceder a este proyecto la dirección electrónica es [ecs.myowlet.net](https://ecs.myowlet.net) que previo utilizar el nombre de usuario “tesis” y la contraseña “xxxx” correspondiente se ingresa al servidor y desde allí se puede visualizar las luminarias tele-gestionables,

el controlador de segmentos y los datos que el software registra además acceder a las diferentes opciones para el control y monitoreo de todo el sistema en general.

### **Elección de SCHRÉDER como proveedor.**

En vista de que en el ECUADOR existen tres proveedores de este tipo de tecnología se acudió a los tres buscando información y las facilidades necesarias para realizar este proyecto. Se obtuvo la respuesta favorable de dos de las tres posibles empresas proveedoras para este proyecto.

Tomando en cuenta el nivel de experiencia, el tipo de tecnología que utilizan cada una de ellas y luego de indagar por cuenta propia se optó por la empresa SCHRÉDER. Esta empresa está presente a nivel mundial en 35 países repartidos por todo el planeta dicha empresa es un referente a nivel mundial en soluciones de iluminación sostenible y eficiencia energética.

Por ello se consideró a SCHRÉDER como proveedor para este proyecto ya que es una empresa líder a nivel mundial en sistemas inteligentes de alumbrado público e iluminación de interiores buscando siempre ahorro energético y un acabado estético elegante y llamativo.

### 3.9 Conclusiones

- Con este sistema se podrá utilizar de una manera racional y eficiente la energía, ya que en el centro de monitoreo y control se recibirán constantemente datos del estado de las luminarias, y cuando estas presenten algún desperfecto el sistema será el encargado de advertir al operador mediante una alarma.
- El coste de mantenimiento de las luminarias actuales demanda mucho tiempo, los elementos que conforman la lámpara fallan constantemente debido a las altas temperaturas de funcionamiento de la lámpara. Esto hace que a la final este tipo de tecnología sea muy costosa durante la vida útil.
- El sistema de tele-gestión tiene como prioridad reducir el consumo de energía eléctrica y tener una alta eficiencia energética al eliminar los puntos luminosos que se quedan permanentes en el día por daños de los elementos de la luminaria, además elimina los constantes reportes manuales de las condiciones de las luminarias, de modo que se optimizará las actividades de las cuadrillas y personal técnico encargado de la reparación del sistema.
- Con la implementación del sistema tele-gestionable el consumo de energía es mucho menor, de hecho la energía que consumiran las lámparas led durante un año (dimerizable) es 77.27% menor que la energía que consumirá una lámpara de mercurio durante 1 año aproximadamente.
- Con la tecnología FutureProof se puede cambiar el motor fotométrico y todos los componentes electrónicos de una manera fácil in situ, cuando existan mejoras de dichos componentes ya que esta tecnología permite utilizar la

misma lámpara y así evitar gastos adicionales y de esta manera dar mayor vida útil y rentabilidad a cada luminaria.

- La inversión para implementar este tipo de tecnología puede ser un tanto elevada, pero posee grandes ventajas tales como: comunicación y reporte de daños en tiempo real de cada una de las luminarias además de señales on/off y dimerización a distancia.
- El consumo de energía eléctrica de las luminarias de mercurio durante su vida útil (2.28 años) es elevada tomando en cuenta que su flujo luminoso se reduce considerablemente al llegar a las 2000 horas de uso (0.45 años) de acuerdo al fabricante.
- La iluminación actual con lámparas de mercurio que se encuentran instaladas en el Centro Histórico de Pujilí ya no se aproximan a los niveles necesarios de iluminación establecidos por la regulación del CONELEC 005/14.
- La energía que consumiría el nuevo sistema durante un año es un 77.27% menor a la que consume actualmente el sistema de alumbrado con lámparas de mercurio.

### **3.10 Recomendaciones**

- Antes de elegir un sistema de tele-gestión se debe visualizar las ventajas y desventajas del mismo, a fin de obtener el sistema ideal para cumplir los objetivos deseados.
- Migrar a hacia las nuevas tecnologías de iluminación ya que presentan grandes ventajas con respecto al consumo eficiente y racional de energía eléctrica. Manteniendo altos estándares en iluminación de acuerdo normas internacionales como la CIE 140/2000.
- Al adquirir el sistema Owlet de SCHRÉDER, se recomienda capacitar a todos los miembros del departamento de alumbrado público con la interfaz usuario para que puedan utilizar el sistema tele-gestionable y así aprovechar al máximo el sistema.
- El alumbrado público del centro histórico de la ciudad de Pujilí no contribuye, a la optimización de los recursos ni al medio ambiente ya que el manejo de desechos sólidos producidos por el mantenimiento son apilados a la intemperie en las bodegas de la ELEPCO S.A. pudiendo ocasionar que se rompa una bombilla de la luminaria y liberar mercurio al medio ambiente.
- Cambiar las bombillas de las lámparas del alumbrado público de Pujilí ya que algunas de ellas emiten un flujo luminoso en promedio de 63 lux. Según los datos obtenidos por el software Ulysse el mínimo permitido por la norma CIE 140/2000 es de 75.8 lux para este tipo de calle (M2).

### 3.11 Glosario de Términos

- **Eficiencia energética.**- La eficiencia energética es la capacidad para usar menos energía produciendo la misma cantidad de iluminación, calor y otros servicios energéticos.
  
- **Emisiones de CO<sub>2</sub>.**- Las emisiones de dióxido de carbono son las que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento. Incluyen el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y de la quema de gas
  
- **Energía.**- La energía es la capacidad que tiene un elemento natural o artificial de producir alteraciones en su entorno.
  
- **Ferum.**- Programa de energización rural y electrificación urbano-marginal
  
- **Iluminancia (E).**- Se define iluminancia como el flujo luminoso recibido por una superficie. Su símbolo es E y su unidad el lux (lx) que es un lm/m<sup>2</sup>
  
- **INEN 069.**- Reglamento técnico ecuatoriano “alumbrado público”
  
- **Kilovatio hora.**- El kilovatio-hora, equivalente a mil vatios-hora, se usa generalmente para la facturación del consumo eléctrico domiciliario, dado que es más fácil de manejar que la unidad de energía del Sistema Internacional.
  
- **Lux.**- Unidad de medida de la iluminancia. Un 1 lux es igual a un lumen por metro cuadrado  $1 \text{ lux} = 1 \text{ lm/ m}^2$ .

- **Uniformidad de la calzada ( $U_0$ ).**-Es la relación entre la luminancia mínima y la luminancia promedio de la vía. Su valor depende de los mismos factores de luminancia promedio

## **BIBLIOGRAFÍA**

### ***BIBLIOGRAFÍAS CITADA:***

1. **CONELEC** Regulación vigente para el Alumbrado Público General 005/14.
2. **ENCALADA Oswaldo**, Plan Piloto de Telegestión para el Control de Alumbrado Público para la vía Cuenca - Descanso 2012, Pág. 24.
3. **Guía Técnica de Aplicación: Eficiencia Energética en instalaciones de Alumbrado Exterior** (2013)
4. **MEER** Eficiencia Energética en el Sector Público.
5. **PANTOJA Fernanda**, Modelo de Gestión de Pasivos Ambientales de Lámparas de Sodio y Mercurio en la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) y Focos Ahorradores. 2012, Pág. 25.
6. **RAMÍREZ José**, “Proyecto Piloto de Tele gestión del servicio de Alumbrado Público de la ciudad de Bucaramanga” 2010, Pág. 9.
7. **RODRÍGUEZ Ernesto**, Metodología de la Investigación 2005, Pág. 29.
8. **SÁNCHEZ Ernesto**, Eficiencia Energética: producción limpia para un desarrollo sustentable” 1996, Pág. 4.
9. **ZIGBEE** Protocolos de comunicación inalámbrica basada en la norma IEEE\_802.15.4. 2014.

### ***BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:***

1. **BALCELLS, JOSÉ**. Eficiencia en el uso de la energía eléctrica. Editorial MARCOMBO, S.A., España, 2010.
2. **COMITÉ ESPAÑOL DE ILUMINACION**. (2006) Guia de gestion Energetica en el alumbrado publico.

3. ENCALADA, OSWALDO. (2012). Plan piloto de tele-gestión para el control de alumbrado público para la vía cuenca – descanso. ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA. Cuenca UNIVERSIDAD DE CUENCA previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico: pag, 110.
4. IDEA. (2001). Madrid. Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación. Alumbrado Público.
5. SOTO, JUAN. (2008). Fundamentos sobre ahorro de energía. Editorial UADY, México

### ***BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA***

6. AMBIENTUM, M. (Mayo de 2014). Noticias: 5 de Marzo, día mundial de la Eficiencia Energética. Obtenido de <http://agendaverde.info/?p=2796#>
7. CIRE, C. d. (12 de Febrero de 2012). Comenzando con ZigBee. Obtenido de <http://webdelcire.com/wordpress/archives/1714#comments>
8. CONELEC, G. (2012). Mapas de Áreas de concesión de las distribuidoras. Obtenido de [http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/doc\\_10251\\_MAPA\\_AREAS\\_CONCESION.pdf](http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/doc_10251_MAPA_AREAS_CONCESION.pdf)
9. COTOPAXI, N. (25 de Septiembre de 2014). Primer periódico multimedia del centro. Obtenido de Cotopaxi Noticias: <http://cotopaxinoticias.com/seccion.aspx?sid=13&nid=14917>
10. COX, A. E. (2012). MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD. Obtenido de SUBSECRETARÍA DE LA CALIDAD: [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/prte\\_069.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/prte_069.pdf)
11. ELEPCO, S. (2014). Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. Obtenido de <http://www.elepcosa.com/index.php>.

12. MAYJA, S. (2013). Calificación energética de la instalación. Obtenido de <http://www.mayja.es/calificacion-energetica-instalacion-alumbrado-publico/>
13. MEER, S. (2014). Unidades de Propiedad del Alumbrado Publico. Obtenido de <http://www.unidadesdepropiedad.com/pdf/2d/Secc3-EspTec/Luminarias/Vapor/Carcasa%20aluminio.pdf>
14. MOSQUERA, O. F., & PUCO, P. F. (2010). Diseño e implementación de un manual de mantenimiento electromecánico de las subestaciones de distribución El Calvario, La Cocha y San Rafael de la ELEPCO S.A. Latacunga, Ecuador.
15. OSRAM, (20 de Agosto de 2014). Datos Tecnicos de la bombilla. Obtenido de [http://www.osram.es/osram\\_es/productos/lamparas/lamparas-de-descarga-de-alta-presion/lamparas-de-vapor-de-mercurio-con-tecnologia-de-cuarzo/powerstar-hqi-t/index.jsp](http://www.osram.es/osram_es/productos/lamparas/lamparas-de-descarga-de-alta-presion/lamparas-de-vapor-de-mercurio-con-tecnologia-de-cuarzo/powerstar-hqi-t/index.jsp)
16. OWLET, G. (2014). OWLET. Obtenido de <http://owlet-streetlight.com/es/produkte/>
17. OYARCE, A. (Julio de 2010). Ingeniería MCI LTDA. Obtenido de Guía del Usuario Xbee Series 1: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:k7o6NLffjcJ:www.olimex.cl/pdf/Wireless/ZigBee/XBee-Guia\\_Usuario.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:k7o6NLffjcJ:www.olimex.cl/pdf/Wireless/ZigBee/XBee-Guia_Usuario.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec)
18. PRIETO, R. (24 de Agosto de 2013). ¿Cómo calcular el ahorro de energía eléctrica (kW y €) que podemos conseguir cambiando nuestros sistemas de iluminación? Obtenido de <http://energias-renovables-y-limpias.blogspot.com/2012/08/como-calcular-ahorro-por-cambio-de-bombillas.html>
19. SCHRÉDER, S. A. (2014). Schréder. Obtenido de <http://www.schreder.com/ESS-ES/Pages/default.aspx>
20. TORTEL, M. (30 de Septiembre de 2014). Teceo 1/2 Luz Verde. Obtenido de <https://www.scribd.com/doc/241458442/TECEO-Espanol-Folleto-V4>

## ANEXOS

**Anexo 1:** Luxómetro Digital Holdpeak hp-881a



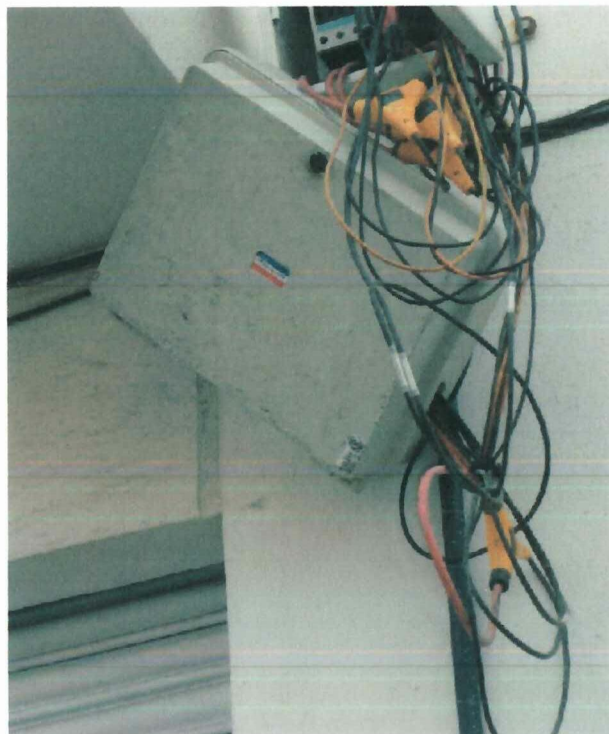
**Fuente:** Autor Raúl Trávez

**Anexo 2:** Lámpara tipo Ámbar 3

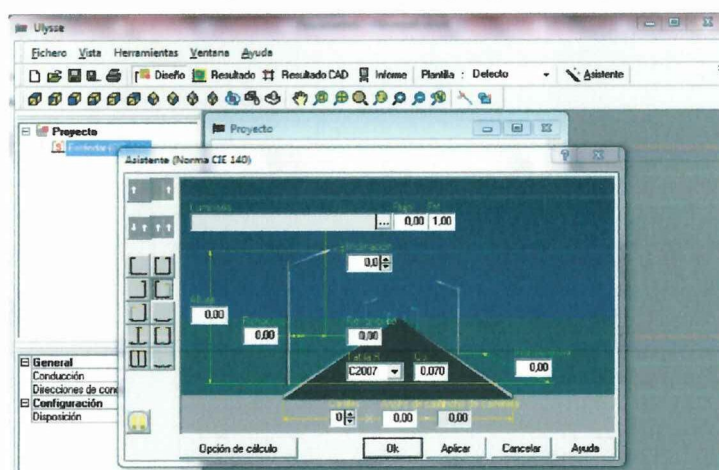


**Fuente:** Autor Raúl Trávez

**Anexo 3** Instalación del analizador de carga en un circuito de alumbrado público en Pujilí.

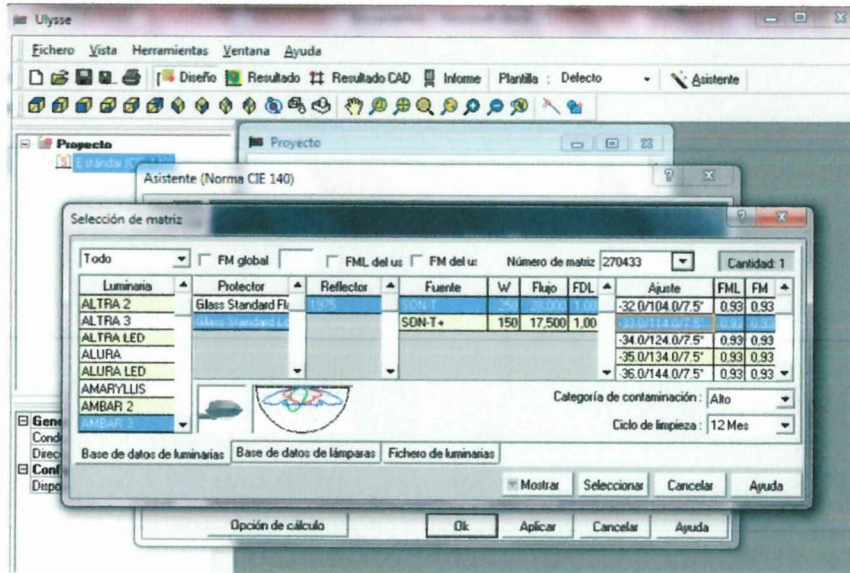


**Anexo 4:** Ingresando datos al programa Ulysse.



**Fuente:** Autor Raúl Trávez.

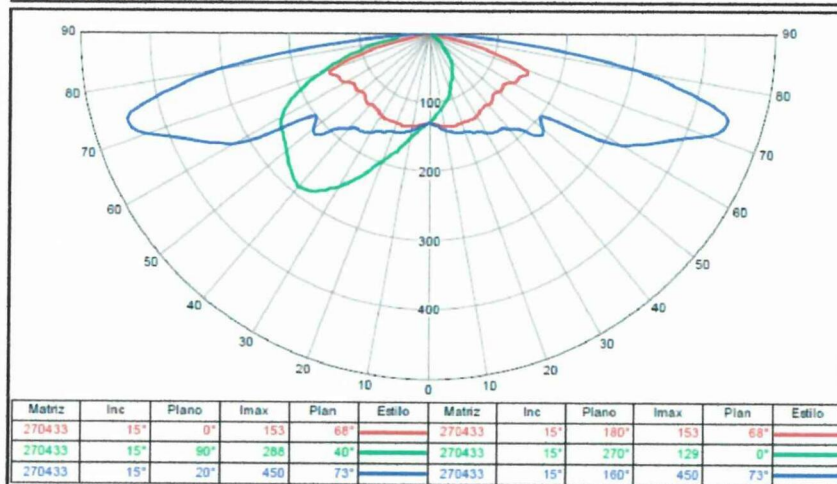
### Anexo 5: Ingresando datos al programa Ulysse luminaria Ambar3.



Fuente: Autor Raúl Trávez

### Anexo 6 Matriz fotométrica de la luminaria Ambar 3

Diagrama Polar / Cartesiano



Fuente: Autor Raúl Trávez



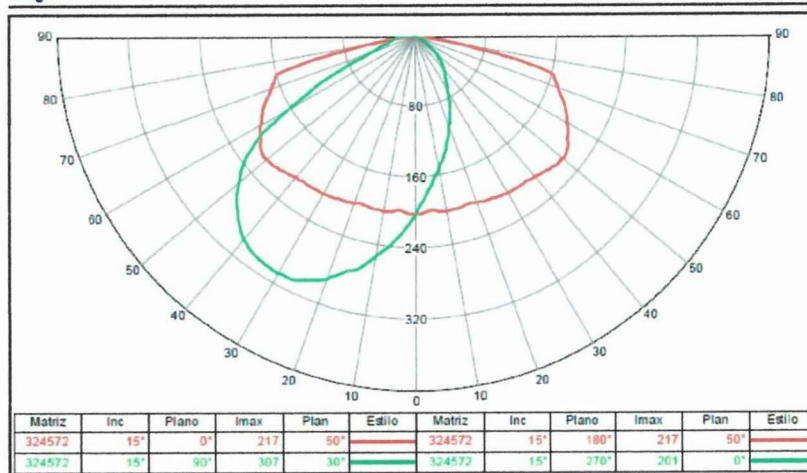
**Anexo 7: Interior de una luminaria tele-gestionable**



**Fuente: SCHRÉDER, 2014**

**Anexo 8: Matriz fotométrica de la luminaria Teceo 1**

Diagrama Polar / Cartesiano



**Fuente: Autor Raúl Trávez**

## Anexo 9 Aplicaciones Móviles



Fuente: Autor Raúl Trávez

## Anexo 10: Owlet se puede operar desde cualquier navegador



Fuente: Autor Raúl Trávez