



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL  
DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICOMECAÁNICA**

**Tesis de Grado previa a la obtención del Título de:  
INGENIERO ELECTRICOMECAÁNICO**

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE  
GESTIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL  
CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL”**

**Presentado por:  
JOSÉ SOTO NOBOA  
FERNANDO BARRERA ROVAYO  
DIRECTOR  
ING. JUAN LÓPEZ**

**Guayaquil – Ecuador**

**2013**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICOMECAÁNICA

### **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Sres. **Fernando Barrera Rovayo y José Augusto Soto Noboa** como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO ELECTRICOMECAÁNICO.

### **DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Juan López

### **REVISADO POR**

Ing. Rafael Hidalgo

Ing. Eduardo Zambrano

### **DIRECTOR DE CARRERA**

Ing. Armando Heras

Guayaquil, Septiembre del 2013



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICOMECAÁNICA

### **AUTORIZACIÓN**

Nosotros, Fernando Barrera Rovayo y José Soto Noboa.

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación: Desarrollo de un Sistema Inteligente de Gestión de Alumbrado Público en el Campus de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil., cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 26 días del mes de Septiembre del año 2013

**EL AUTOR**

**EL AUTOR**

---

FERNANDO BARRERA ROVAYO.

---

JOSÉ SOTO NOBOA.



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICOMECAÁNICA

### **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, Fernando Barrera Rovayo y José Soto Noboa

#### **DECLARAMOS QUE:**

El Trabajo de Titulación” Desarrollo de un Sistema Inteligente de Gestión de Alumbrado Público en el Campus de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Previa a la obtención del Título **de Ing. Eléctrico Mecánico** ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 26 días del mes de septiembre del año 2013

**EL AUTOR**

**EL AUTOR**

---

FERNANDO BARRERA ROVAYO

---

JOSÉ SOTO NOBOA

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, quién es nuestro sustento, fortaleza y apoyo incondicional. A nuestras familias, quienes son el motor diario de nuestras vidas para así tener ganas de esforzarse, de trabajar, de estudiar de cumplir metas, propósitos y a nuestros queridos profesores que formaron parte de este objetivo con sus enseñanzas. No podríamos dejar de lado a nuestros compañeros, que durante estos años de estudios de alguna manera nos ayudamos mutuamente para llegar a este propósito de ser Ingeniero Electricomecánico.

### **LOS AUTORES**

**JOSÉ SOTO NOBOA  
FERNANDO BARRERA**

## **DEDICATORIA**

Ésta tesis se la dedico con mucho cariño a mi madre que me ha apoyado e inculcado día a día para desarrollarla, también va dedicado a mi querida novia que la quiero mucho.

AUTOR

FERNANDO BARRERA ROVAYO

## **DEDICATORIA**

La presente tesis es para mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional, hermanas, amigos que me han colaborado ilustrándome, presionándome y guiándome para realizarla hasta culminarla gracias totales.

AUTOR

JOSÉ SOTO NOBOA

## **RESUMEN**

El presente proyecto consiste en integrar un sistema de control automatizado de gestión del alumbrado público en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil que supere los límites de eficiencia actuales donde podamos monitorear remotamente, detectar fallas, contar con soluciones instantáneas a un bajo costo de inversión y mantenimiento.

En el primer capítulo se describe la situación actual del problema que se manifiesta como la necesidad de un control automatizado que permita monitorear y actuar sobre el sistema de alumbrado público en el campus de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil así como los antecedentes ubicándolo en el contexto del campus universitario.

Este sistema inteligente de gestión permitirá principalmente, el ahorro energético por ende reducirán las pérdidas por las luminarias que no funcionan normalmente y facilitará el mantenimiento correctivo y preventivo, minimizando el tiempo de atención a la comunidad de la UCSG..se evalúa el problema, se plantean los objetivos tanto generales como específicos, tales como establecer las ventajas y desventajas del mantenimiento y soporte del alumbrado público actual, monitorear en tiempo real el sistema automatizado y finalmente se exponen las razones y argumentos que justifiquen la importancia de la investigación, planteando la trascendencia y los beneficiarios de los resultados del estudio estableciendo las variables de investigación y la hipótesis a demostrar.



El segundo capítulo presenta los antecedentes del estudio, vinculado con otras investigaciones sobre el tema, además el marco teórico relacionado con teorías de luminotecnia, tecnología de posicionamiento global y la aplicación ARCGIS. El sistema GIS (GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM) O SIG (SISTEMA DE INFORMACION GEOREFERENCIADA) que se va a implementar de igual manera se exponen los fundamentos legales y las regulaciones del CONELEC.

El tercer capítulo, describe la metodología que se utiliza desde el diseño, modalidad y tipo de la investigación, el proceso para la obtención de datos técnicos con las herramientas que se utilizara para el levantamiento de la información, así como el levantamiento de la información geo referenciada con la obtención de la base de datos para alimentar el sistema.

El cuarto capítulo trata sobre la presentación de la aplicación LUPLUS es un producto para la telegestión del alumbrado público. Para que un sistema eléctrico en este caso la UCSG, tenga toda la información de lo que sucede con su sistema de alumbrado público. Este es un sistema económico, inalámbrico y además con características plug and play estándar GPRS el cual recibe la información de todo el grupo y la envía por su red de comunicaciones móviles enrutando toda la información hacia el servidor al centro de datos, el cual se administra y monitorea la red de luminarias así como el análisis de los resultados esperados luego el procesamiento de la información y finalmente las conclusiones y recomendaciones producto del trabajo de investigación así como las referencias bibliográficas.

## **ABSTRACT**

The study carried out by us is to integrate a system which overcomes the limitations of current efficiency where we have full control of the system in this case to monitor, to have instant solutions and low cost of investment and maintenance, in itself would be an automated control of lighting effective, efficient, reliable and selective at the Catholic University of Santiago de Guayaquil.

The first chapter describes the current status of the problem that manifests as the need for an automated control that allows monitor and act on the lighting system on the campus of the Catholic University of Santiago of Guayaquil and placing it in the background campus context

This intelligent management system will mainly energy saving therefore reduce losses luminaires that do not function normally and provide corrective and preventive maintenance, minimizing service time to the community of the UCSG . evaluates the problem, posed by both general and specific objectives, such as establishing the advantages and disadvantages of the maintenance and support of existing public lighting, real-time monitor the automated system and finally presents the reasons and arguments to justify the importance of research, raising the importance and beneficiaries of the results of the research setting variables and hypothesis to prove.

The second chapter presents the background of the study, linked with other research on the topic, and the related theoretical framework lighting theories, global positioning technology and application ARCGIS GIS

system (GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM) or GIS (GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM ) to be implemented similarly exposed the legal and CONELEC regulations.

The third chapter describes the methodology used from the design, form and type of research, the process for obtaining technical data with the tools that are used for the gathering of information, as well as lifting the geo obtaining referenced database to power the system. The fourth chapter deals with the presentation of the application LUPLUS is a product for the remote management of street lighting. For an electrical system in this case UCSG, has all the information of what happens to your lighting system. This is an economic system and also features wireless plug and play standard GPRS which receives information from the whole group and sends its mobile communications network routing all the information to the server to the data center, which is administered and monitors the lighting network and the analysis of the expected results after processing the information and finally the conclusions and recommendations of the research product and references.

## INDICE GENERAL

RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPÍTULO 1 EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Justificación.....	3
1.3 Objetivo de proyecto.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivo Específico.....	4

## CAPÍTULO 2 FUNDAMENTACION TEÓRICA

2.1 Antecedentes.....	7
2.2 Sistema de posicionamiento global (GPS).....	13
2.3 Programa ARCGIS.....	15
2.3.1 Breve historia.....	15
2.3.2 Creación y administración de bases de datos GIS o SIG.....	21
2.3.3 Como trabaja la información SIG.....	22

2.3.4 Información que maneja el SIG.....	23
2.3.5 Aplicaciones de los SIG .....	23
2.4 Marco legal .....	26
2.4.1 ¿Qué es el URE?.....	26
2.4.2 Luminaria .....	27
2.4.3 Clasificación por emisión de flujos .....	29
2.4.4 Tipos de luminarias.....	29
2.4.5 Valores típicos y tipos de luminarias.....	34
2.4.6 Aspectos técnicos de iluminación .....	35
2.4.6.1 Luminancia promedio de la calzada (Lav).....	36
2.4.6.2 Uniformidad general de luminancia de la calzada (Uo).....	36
2.4.6.3 Uniformidad longitudinal sobre la calzada (UL).....	36
2.4.6.4 Deslumbramiento (TI) .....	36
2.4.6.5 Relación de alrededores (SR).....	37
 <b>REGULACIÓN CONELEC # 008</b>	
2.4.7 Objetivo.....	38
2.4.8 Alcance .....	38
2.4.9 Definiciones .....	38
2.4.10 Responsabilidades.....	43
2.4.11 Mediciones.....	45
2.4.12 Continuidad de servicio.....	46
2.4.13 Parámetros de continuidad .....	47

2.4.14 Límite .....	48
2.4.15 Ajuste tarifario .....	48
2.4.16 Reposición del servicio en luminarias .....	48
2.4.17 Medición de la energía de alumbrado público general.....	49
2.4.18 Coordinación institucional .....	50
2.4.18.1 Aspectos económicos .....	50
2.4.18.2 Costos de administración operación y mantenimiento.....	51
2.4.18.3 Costo de la energía eléctrica .....	51
2.4.18.4 Revisión de costos al final de periodo.....	52
2.4.19 Principios tarifarios aplicados.....	52
2.4.20 Aspectos comerciales .....	53
2.4.21 Disposiciones generales .....	54
2.4.22 Tratamiento Tarifario del SAPG .....	55

### **CAPÍTULO 3 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN GEOREFERENCIADO**

3.1 Planimetría georeferenciada campus UCSG .....	56
3.2 Levantamiento de postera, luminarias y redes de baja tensión.....	57
3.3 Digitalización e ingreso de información en el software ARCGIS.....	60

## **CAPÍTULO 4 SISTEMA INTELIGENTE DE GESTIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO**

4.1 Sistema inteligente de gestión de Alumbrado Público .....	62
4.2 Ingeniería y estructuras de funcionamiento .....	62
4.3 Diseño flexible y escalonado.....	63
4.4 Fácil instalación .....	63
4.5 Sistema poderoso pero fácil de usar.....	63
4.6 Comunicación segura .....	63
4.7 Proyección segura .....	64
4.8 Reducción inmediata del uso de energía .....	64
4.9 Control total.....	65
4.10 Reducción de costos por mantenimiento .....	66
4.11 Satisfacción social y comunitaria .....	67
4.12 Rápido retorno de la inversión .....	66
4.13 ILUPLUS .....	67
4.14 Características destacables del Iluplus y el sistema en general .....	69
4.15 Gestión de la información .....	70
4.16 El servidor (Iluhost) para la operación y control de los ILUPLUS.....	70
4.17 Operación .....	71
4.18 Pantalla principal.....	71
4.18.1 Sistema Iluplus está dividido en dos: .....	72
4.18.1.1 Seguridad.....	72
4.18.1.2 Iluplus.....	72

4.19 Características técnicas del ILUPLUS .....	73
CONCLUSIONES .....	75
RECOMENDACIONES.....	76
BIBLIOGRAFIA.....	77
GLOSARIO .....	79
ANEXOS.....	81



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables .....	5
Tabla 2. Valores típicos .....	34
Tabla 3. Levantamiento georeferenciado de luminarias campus USCG.....	57
Tabla 4. Valor Iluplus Esclavo para venta para Ecuador .....	81
Tabla 5. Valor Iluplus Maestro para venta para Ecuador .....	81
Tabla 6. Valor del Servidor Iluhost (Software de monitoreo).....	82
Tabla 7. Valor Terminal Portátil para programación por infrarrojos PG1 .....	82

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Componentes de SIG .....	21
Gráfico 2. Forma de cómo trabaja la información el SIG .....	22
Gráfico 3. Clasificación por emisión de flujos .....	29
Gráfico 4. Incandescencia convencional.....	29
Gráfico 5. Incandescencia convencional halógena .....	30
Gráfico 6. Lámparas y tubos fluorescentes.....	30
Gráfico 7. Lámpara de Mercurio a presión alta .....	31
Gráfico 8. Luz mezcla .....	31
Gráfico 9. Halogenuros metálicos .....	32
Gráfico 10. Sodio a baja presión.....	32
Gráfico 11. Sodio a alta presión.....	33
Gráfico 12. Inducción .....	33
Gráfico 13. Eficacia Luminosa (Lm/W).....	35
Gráfico 14. Planimetría georeferenciada campus UCSG .....	56
Gráfico 15. Dibujo ArcGIS de las redes del campus USCG.....	61
Gráfico 16. Diagrama del sistema propuesto para el ILUPLUS .....	67
Gráfico 17. Fotocontrol Iluplus .....	69
Gráfico 18. Pantalla principal software Iluplus .....	72
Gráfico 19. Pantalla de seguridad sistema Iluplus .....	72
Gráfico 20. Pantalla para la visualización de las zonas controladas.....	73

## INTRODUCCIÓN

Se propone integrar un sistema de control y monitoreo remoto que beneficie y mejore el sistema de alumbrado público en el campus de la universidad católica de Santiago de Guayaquil (UCSG), promoviendo así el uso eficiente de la energía en la iluminación en concordancia con la política que promociona el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER).

La magnitud de la inversión energética y económica orientada al alumbrado público que realizan las empresas eléctricas debe ir de la mano con la calidad del servicio que se pretende prestar teniendo en cuenta el factor social que se involucra directamente al trabajar con sistemas de iluminación masivos.

Así, se convierte en necesaria la presencia de algún tipo de control que permita monitorear y actuar sobre el sistema de alumbrado público de tal manera que permita reducir gastos operativos, de mantenimiento, obtener ahorros energéticos, contribuir reduciendo el impacto ambiental sin disminuir la calidad y función principal del servicio.

Es necesario un Sistema Inteligente de Gestión de Alumbrado Público que permita el control y supervisión remota punto a punto del sistema de alumbrado público de la universidad católica de Santiago de Guayaquil. tomando como punto de partida la implementación de un prototipo en un sistema eléctrico o circuito de alumbrado público georeferenciado.

Podrá ser instalado dicho sistema inteligente, en este caso en luminarias existentes de los diferentes circuitos de alumbrado público del campus de la universidad católica de Santiago de Guayaquil (UCSG).

El personal idóneo a hacer las instalaciones de los fotocontroles inteligentes requiere un mínimo de experiencia en mantenimiento de alumbrado, Cabe recalcar que los fotocontroles inteligentes también pueden ser comprados bajo pedido en conjunto con una luminaria nueva o tan solo ser instalados los fotocontroles en las luminarias ya existentes.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

Falta de un control automatizado que permita monitorear y actuar sobre el sistema de alumbrado público en el campus de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

### **1.2 Justificación**

El control automatizado, remoto y con menor impacto ambiental, es uno de los ejes de la ingeniería moderna. Los sistemas de alumbrado público no están exentos de dicho enfoque y, en los últimos años, se han visto nacer y desarrollar diferentes alternativas tecnológicas que apuntan a lograr dicho objetivo.

Este sistema inteligente de gestión permitirá principalmente, el ahorro energético y reducción de pérdidas por las luminarias que no funcionan normalmente y facilitará el mantenimiento correctivo y preventivo, minimizando el tiempo de atención a la comunidad de la UCSG. Cabe indicar que el alumbrado público nos permite gozar de un bienestar social y comunitario en cada uno de los sectores donde las luminarias operan en condiciones normales.

## **1.3 Objetivo de proyecto**

### **1.3.1 Objetivo General**

Determinar la incidencia de la falta de un sistema de control automatizado en el consumo de energía y el tiempo de detección de las fallas/solución en el alumbrado público en el campus de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, para diseñar una estrategia que permita su instalación integrando la tecnología GPS a través de un software de posicionamiento.

### **1.3.2 Objetivo Específico**

1. Establecer las ventajas y desventajas del mantenimiento y soporte del alumbrado público actual
2. Proponer un monitoreo en tiempo real a través de un sistema de control automatizado.
3. Proponer una estrategia para la instalación de un sistema de control automatizado en el alumbrado público en el campus de la universidad católica.

### **Variables de la investigación**

*Variable independiente:* Equipos de monitoreo de alumbrado público ILUPLUS.

*Variable dependiente:* Alumbrado público.

## Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
Alumbrado público	Comparar consumo de energía, recursos humanos necesarios, tiempos requeridos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Consumo de energía</li><li>• Número de trabajadores para administración y soporte</li><li>• Tiempo entre detección/solución del fallo.</li></ul>
Equipos de monitoreo de alumbrado público ILUPLUS.	Verificar el cumplimiento por parte de la empresa eléctrica de la calidad de tensión, suministro de energía y precisión de la medición de energía consumida.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Número de luminarias.</li><li>• Estado de luminarias.</li><li>• Reportes diarios de la condición de la red.</li><li>• Consumos de energía y ahorro de la misma.</li></ul>

Autor: Soto - Barrera

## **Hipótesis**

El control automatizado de las luminarias en todo el Campus de la universidad católica de Santiago de Guayaquil producirá bienestar a estudiantes, docentes y autoridades, ya que estará bien iluminado y el costo por consumo será económico en contraste con un sistema no automatizado de control de luminarias. En cuanto al costo de la inversión, se tendría un retorno de la misma en el transcurso de (1 año) y por otro lado el impacto ambiental será totalmente reducido a medida de que se aprovecha adecuadamente la energía eléctrica.



## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTACIÓN TEORICA

#### 2.1 Antecedentes

Mucho antes de las luminarias de descarga y las luminarias incandescentes, se utilizaba el alumbrado por gas. Las primeras farolas requerían que un farolero recorriese las calles al atardecer para ir encendiéndolas, pero años después se empezaron a emplear dispositivos de encendido automático que prendían la llama al activarse el paso de gas. Las primeras farolas fueron fabricadas en el Imperio Árabe. Las primeras farolas eléctricas empleadas, eran del tipo arco eléctrico, inicialmente las velas eléctricas, velas Jablohoff o velas Yablochkov desarrolladas por el ruso Pavel Yablochkov en 1875. Se trataban de lámparas de arco eléctrico con electrodos de carbón que empleaban corriente alterna, que garantizaba que los electrodos ardieran de forma regular. Las velas Yablochkov fueron usadas por primera vez para alumbrar los grandes almacenes Grand Magasins de Louvre, en Paris en los años 1880. Poco después fueron instaladas de forma experimental en el puente Holborn Viaduct y la calle Thames Embankment de Londres. Más de 4000 de estas lámparas estaban en uso en 1881, aunque por entonces ya se habían desarrollado mejoras en las lámparas de arco diferencial por parte de Friederich von Hefner-Alteneck de la empresa alemana Siemens & Halske. En los Estado Unidos fue rápida la adopción del alumbrado de arco. En 1890 había instaladas alrededor de 130000 luminarias.

Timișoara, en la actual Rumania, fue la primera ciudad de la Europa continental en contar con alumbrado público por electricidad. El 12 de noviembre de 1884 instaló 731 lámparas. Jerez de la Frontera y Haro, en 1890, fueron las primeras ciudades españolas en hacer uso de alumbrado público por electricidad. El Ayuntamiento de Jerez fue el primero en comenzar a instalar este tipo de alumbrado en sus calles, mientras que Haro fue el primero en completar el proceso de instalación en todo su sector urbano.

La luz de arco eléctrico tenía dos grandes inconvenientes. Emite una luz intensa y gran desprendimiento de calor, aunque útil para zonas industriales como los astilleros, era incómoda para las calles de las ciudades. Además requiere mucho mantenimiento debido al rápido desgaste de los electrodos de carbón. A finales del siglo XIX, con el desarrollo de lámparas incandescentes baratas, brillantes y fiables, las de luz de arco quedaron obsoletas para el alumbrado público, permaneciendo para usos industriales.

La lámpara fluorescente se usó brevemente después de la lámpara incandescente en alumbrado público, principalmente debido a que no es una fuente puntual de luz, aun cuando son más eficientes que las lámparas incandescentes.

(<http://www.luxtronic.com.mx/alumbrado-publico/breve-historia-del-alumbrado-publico/> )

Posteriormente, se desarrolló la lámpara de vapor de mercurio de alta presión, que es una lámpara de arco eléctrico cuya descarga ocurre dentro de un gas bajo alta presión, por lo que se llamó HID, por sus siglas en inglés High Intensity Discharge, también se conocen como DAI, Descarga en Alta Intensidad, en éstas lámparas debido a la degradación

de los componentes internos, se pierde intensidad luminosa rápidamente, pero es una fuente puntual de luz. Posterior a la lámpara de vapor de mercurio, se desarrolló la lámpara de vapor de sodio de baja presión, que emite una luz monocromática, después se desarrolló la lámpara de vapor de sodio de alta presión, cuya luz es ámbar, pero tiene un índice de rendimiento de color un poco mayor, es una fuente de luz más puntual y de un tamaño menor que la lámpara de vapor de sodio de baja presión, lo que facilita su manejo y permite un mejor diseño de los luminarias, esta lámpara entra dentro de la categoría HID o DAI.

(<http://www.luxtronic.com.mx/alumbrado-publico/breve-historia-del-alumbrado-publico/> )

### **Deslumbramiento**

Es el límite por encima del cual la luminancia de un objeto o de una fuente de luz se vuelve molesta y reduce de manera más o menos persistente la capacidad de percepción visual. Depende de la posición del objeto o de la fuente dentro del campo visual y de la diferencia de luminancia entre la fuente perturbante y su fondo. Las luminancias relativas demasiado elevadas traen como resultado molestias de tipo tanto fisiológicas (reducción de la capacidad de percepción) como psicológicas (fatiga, estado nervioso, etc.). Se pueden clasificar en deslumbramiento directo y por reflexión. (Philips, 1995)

## Intensidad

Para cuantificar la *intensidad de la luz emitida* por una fuente, se emplea la unidad denominada *candela (cd)*, cuya principal ventaja es que, por definición, puede establecerse con gran precisión de manera experimental: un centímetro cúbico de platino incandescente (~2043 °K) emite luz a una intensidad de 60 Cd. Pero la candela representa sólo la intensidad de la luz emitida por unidad de ángulo espacial (estereorradián), es decir, en una dirección del espacio determinada. En la práctica, una mejor expresión de las propiedades de emisión de una fuente la brinda el *lumen (lm)*, que expresa el *flujo lumínico* o cantidad de luz que emite la fuente hacia el espacio circundante, y es análogo al *caudal* en el estudio de los líquidos. El *lux (lx)* expresa el flujo luminoso que alcanza una superficie por unidad de medida (en el sistema métrico decimal se toma en metros cuadrados la medida de la superficie) o *intensidad de iluminación*; por ejemplo,  $lx, [lm/m^2]$ . En condiciones ideales (fuente puntual), la intensidad de iluminación disminuye con el cuadrado de la distancia a la fuente. (Philips, 1995).

La intensidad lumínica es un parámetro que puede medirse directamente con instrumentos electrónicos conocidos como luxómetros, en el lugar iluminado y bajo condiciones tan diversas como lo requiera el estudio luminotécnico. Como referencia, la intensidad de iluminación de la luz emitida por el sol en un día claro es aproximadamente 100.000 lx; en la sombra, de 10.000 lx (en la zona tropical por no tener estaciones); y en una típica noche clara de luna llena, de unos 3 lx. Un desempeño confortable en tareas visuales requiere un mínimo de 300 lx. (Philips, 1995).

## **Coloración**

Es posible determinar los colores emitidos por la fuente propiamente dicha, el color de la luz que abandona la luminaria. Los filtros bloquean algunas frecuencias y permiten el paso de otras. Por ejemplo, un filtro rojo bloquea todas las frecuencias excepto la que corresponde al color rojo.(Taboada, 1083).

## **Difusión**

Para poder difundir la luz que se emana de la fuente, las luminarias utilizan las propiedades de refracción y reflexión de los materiales y las formas que las constituyen. Cuando un artefacto efectúa una reflexión difusa, devuelve gran parte de la luz que recibe de la fuente, pero de manera uniforme hacia todas las direcciones del espacio frente a la superficie iluminada. Existe reflexión especular, cuando la luminaria cubre toda la fuente con una superficie pulida que reproduce de una manera fiel su imagen. Cuando los materiales de la luminaria no son opacos, la luz que los atraviesa sufre un efecto de refracción, que puede aprovecharse para dirigir el haz luminoso variando su espesor (por ejemplo, lentes de Fresnel en los proyectores de alta potencia), o la transparencia del material (vidrio o material plástico opalino, etc.). (Westinghouse, 1983)

## **Percepción del color**

En luminotecnia el espectro útil es el comprendido en las longitudes de onda visibles y está compuesto por siete colores (rojo, anaranjado, amarillo, verde azul, índigo y violeta). (Weigel, 1973).

## **Luminancia**

El término luminancia fue adoptado para describir con precisión adecuada, ciertas propiedades que en lenguaje coloquial se conoce bajo el término brillo, incorporando propiedades relativas a la posición del observador. Por ejemplo, para un observador situado a una cierta distancia y ángulo de una superficie que emite o refleja luz, es la relación entre la luz que abandona la superficie y el área que ésta aparenta para el mismo. (Westinghouse, 1989)

## **Monotonía vs. Contraste**

La presencia de contrastes adecuados de colores y luminancias será necesaria para asegurar la apreciación de los relieves sin recurrir a efectos de sombras demasiado marcados (poco favorables para el confort visual) y evitar la sensación de monotonía que influye, por ejemplo, negativamente en la eficiencia de trabajo. La iluminación localizada, que deja las áreas circundantes en penumbra, obliga al órgano de la visión a una acomodación constante cada vez que la vista sale de la zona iluminada, provocando fatiga. La solución es considerar el nivel de iluminación del ambiente en general. Recíprocamente, un ambiente carente de iluminación localizada puede resultar excesivamente homogéneo para quienes se desenvuelven en él. (Menéndez, 2002)

## **Enfoque de la atención**

El balance entre la iluminación general y la localizada, no está determinado únicamente por el contraste óptimo para la percepción o el logro de la intensidad Standard para la calidad visual requerida. A corta

distancia, una iluminación fuerte o débil, puede causar fatiga visual y desvirtuar la percepción de los detalles y colores. (Taboada, 1983)

## **ALUMBRADO DE INDUSTRIAS**

Con el objetivo de prefijar la iluminación apropiada para una zona industrial, es necesario en primer lugar analizar la tarea visual a desarrollar y determinar la cantidad y tipo de iluminación que proporcione el máximo rendimiento visual y cumpla con la exigencia de seguridad y comodidad. El segundo paso consiste en seleccionar el equipo de alumbrado que proporcione la luz requerida de la manera más satisfactoria. (Philips, 1995)

La determinación de los niveles de iluminación adecuados para una instalación no es fácil. Hay que considerar que los valores recomendados para cada tarea y entorno son fruto de estudios sobrevaloraciones subjetivas de los usuarios (comodidad visual, agradabilidad, rendimiento visual, etcétera). El usuario estándar no existe y por tanto, una misma instalación puede producir diferentes impresiones a distintas personas. En estas sensaciones influirán muchos factores como los estéticos, los psicológicos, el nivel de iluminación, etcétera (Westinhouse 1983)

### **2.2 Sistema de posicionamiento global (GPS)**

Las siglas **GPS** se corresponden con "*Global PositioningSystem*" que significa **Sistema de Posicionamiento Global** (aunque sus siglas GPS se han popularizado el producto en el mundo comercial).

**Definición de GPS:** En síntesis podemos definir el GPS como un Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS) que nos permite fijar a escala mundial la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave.

La precisión del GPS puede llegar a determinar los punto de posición con errores mínimos de cms (GPS diferencia), aunque en la práctica hablemos de metros

(<http://www.euroresidentes.com/gps/que-es-el-gps.htm>)

### **Orígenes y control del navegador GPS**

Los orígenes de este sistema hay que situarlos en el ámbito de la Defensa de los Estados Unidos de Norte América. El Departamento de Defensa fue el que desarrolló e instaló, y opera actualmente este sistema. Para ello, una red de 24 satélites (21 operativos) en órbita a 20.200 km permite cubrir toda la superficie terrestre.

(<http://www.euroresidentes.com/gps/que-es-el-gps.htm>)

### **Funcionamiento del sistema GPS**

Para poder fijar una posición, el navegador GPS localiza automáticamente como mínimo 4 satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la posición y el reloj de cada satélite. El navegador GPS sincroniza su reloj y calcula el retraso de las señales (que viene dado por distancia al satélite), calculando la posición en que éste se halla.

Estimadas las distancias, se fija con facilidad la propia posición relativa del GPS respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenada reales del punto de medición.



([http://www.asifunciona.com/electronica/af\\_gps/af\\_gps\\_10.htm](http://www.asifunciona.com/electronica/af_gps/af_gps_10.htm))

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es un sistema de localización, diseñado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con fines militares para proporcionar estimaciones precisas de posición, velocidad y tiempo; operativo desde 1995 utiliza conjuntamente una red de ordenadores y una constelación de 24 satélites para determinar por triangulación, la altitud, longitud y latitud de cualquier objeto en la superficie terrestre.

En el ámbito civil y alegando razones de seguridad sólo se permite el uso de un subconjunto degradado de señales GPS. Sin embargo la comunidad civil ha encontrado alternativas para obtener una excelente precisión en la localización mediante las denominadas técnicas diferenciales. Gracias a ellas las aplicaciones civiles han experimentado un gran crecimiento y actualmente existen más de 70 fabricantes de receptores GPS.

### **Arquitectura del sistema GPS**

El sistema se descompone en tres segmentos básicos, los dos primeros de responsabilidad militar: segmento espacio, formado por 24 satélites GPS con una órbita de 26560 Km. de radio y un periodo de 12 h.; segmento control, que consta de cinco estaciones monitoras encargadas de mantener en órbita los satélites y supervisar su correcto funcionamiento, tres antenas terrestres que envían a los satélites las señales que deben transmitir y una estación experta de supervisión de todas las operaciones y segmento usuario, formado por las antenas y los receptores pasivos situados en tierra. Los receptores, a partir de los

mensajes que provienen de cada satélite visible, calculan distancias y proporcionan una estimación de posición y tiempo.

### **Principios de funcionamiento del sistema GPS**

El sistema GPS tiene por objetivo calcular la posición de un punto cualquiera en un espacio de coordenadas(x,y,z) [3], partiendo del cálculo de las distancias del punto a un mínimo de tres satélites cuya localización es conocida. La distancia entre el usuario (receptor GPS) y un satélite se mide multiplicando el tiempo de vuelo de la señal emitida desde el satélite por su velocidad de propagación. Para medir el tiempo de vuelo de la señal de radio es necesario que los relojes de los satélites y de los receptores estén sincronizados, pues deben generar simultáneamente el mismo código. Ahora bien, mientras los relojes de los satélites son muy precisos los de los receptores son osciladores de cuarzo de bajo coste y por tanto imprecisos. Las distancias con errores debidos al sincronismo se denominan pseudodistancias. La desviación en los relojes de los receptores añade una incógnita más que hace necesario un mínimo de cuatro satélites para estimar correctamente las posiciones.

Son múltiples los campos de aplicación de los sistemas de posicionamiento tanto como sistemas de ayuda a la navegación, como en modelización espacio atmosférico y terrestre o aplicaciones con requerimientos de alta precisión en la medida del tiempo. A continuación se detallan algunos de los campos civiles donde se utilizan en la actualidad sistemas GPS:

- **Estudio de fenómenos atmosféricos.** Cuando la señal GPS atraviesa la troposfera el vapor de agua, principal causante de los distintos fenómenos meteorológicos, modifica su velocidad de propagación [5]. El

posterior análisis de la señal GPS es de gran utilidad en la elaboración de modelos de predicción meteorológica.

- **Localización y navegación en regiones inhóspitas.** El sistema GPS se utiliza como ayuda en expediciones de investigación en regiones de difícil acceso y en escenarios caracterizados por la ausencia de marcas u obstáculos. Un ejemplo son los sistemas guiados por GPS para profundizar en el conocimiento de las regiones polares o desérticas .

- **Modelos geológicos y topográficos.** Los geólogos comenzaron a aplicar el sistema GPS en los 80 para estudiar el movimiento lento y constante de las placas tectónicas, para la predicción de terremotos en regiones geológicamente activas. En topografía, el sistema GPS constituye una herramienta básica y fundamental para realizar el levantamiento de terrenos y los inventarios forestales y agrarios.

- **Ingeniería civil.** En este campo se utiliza la alta precisión del sistema GPS para monitorizar en tiempo real las deformaciones de grandes estructuras metálicas o de cemento sometidas a cargas.

- **Sistemas de alarma automática.** Existen sistemas de alarma conectados a sensores dotados de un receptor GPS para supervisión del transporte de mercancías tanto contaminantes de alto riesgo como perecederas(productos alimentarios frescos y congelados). En este caso la generación de una alarma permite una rápida asistencia al vehículo.

- **Sincronización de señales.** La industria eléctrica utiliza el GPS para sincronizar los relojes de sus estaciones monitoras a fin de localizar posibles fallos en el servicio eléctrico. La localización del origen del fallo se realiza por triangulación, conociendo el tiempo de ocurrencia desde tres estaciones con relojes sincronizados.

- **Guiado de disminuidos físicos.** Se están desarrollando sistemas GPS para ayuda en la navegación de invidentes por la ciudad. En esta misma línea, la industria turística estudia la incorporación del sistema de localización en guiado de visitas turísticas a fin de optimizar los recorridos entre los distintos lugares de una ruta.

- **Navegación y control de flotas de vehículos.** El sistema GPS se emplea en planificación de trayectorias y control de flotas de vehículos. La policía, los servicios de socorro (bomberos, ambulancias), las centrales de taxis, los servicios de mensajería, empresas de reparto, etc. organizan sus tareas optimizando los recorridos de las flotas desde una estación central. Algunas compañías ferroviarias utilizan ya el sistema GPS para localizar sus trenes, máquinas locomotoras o vagones, supervisando el cumplimiento de las señalizaciones.

- **Sistemas de aviación civil.** En 1983 el derribo del vuelo 007 de la compañía aérea coreana al invadir cielo soviético, por problemas de navegación, acentuó la necesidad de contar con la ayuda de un sistema preciso de localización en la navegación aérea. Hoy en día el sistema GPS se emplea en la aviación civil tanto en vuelos domésticos, transoceánicos, como en la operación de aterrizaje. La importancia del empleo de los GPS en este campo ha impulsado, como se verá en la siguiente sección, el desarrollo en Europa, Estados Unidos y Japón de sistemas orientados a mejorar la precisión de los GPS.

- **Navegación desasistida de vehículos.** Se están incorporando sistemas DGPS como ayuda en barcos para maniobrar de forma precisa en zonas de intenso tráfico, en vehículos autónomos terrestres que realizan su actividad en entornos abiertos en tareas repetitivas, de vigilancia en medios hostiles (fuego, granadas, contaminación de cualquier tipo) y en todos aquellos móviles que realizan transporte de

carga, tanto en agricultura como en minería o construcción. La alta precisión de las medidas ha permitido importantes avances en el espacio en órbitas bajas y así tareas de alto riesgo de inspección, mantenimiento y ensamblaje de satélites artificiales pueden ahora realizarse mediante robots autónomos.

### **2.3 Programa ARCGIS**

El sistema GIS (GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM) O SIG (SISTEMA DE INFORMACION GEOREFERENCIADA) cuenta con un conjunto de procedimientos sobre una base de datos no gráfica o descriptiva de elementos del mundo real que tienen una representación gráfica y que son susceptibles de algún tipo de medición respecto a su tamaño y dimensión relativa a la superficie de la tierra. Cuenta con una base de datos grafica con información georeferenciada y de alguna forma ligada a la base de datos descriptiva. La información es considerada geográfica si es medible y tiene algún tipo de localización. Se utilizan herramientas de gran capacidad (Henry Pantigoso Loza, 2009)

#### **2.3.1 Breve historia**

En Canadá, en el año 1962, se lleva a cabo el primer sistema de información geográfica(SIG) , en el mundo. Por otro lado en el reino unido empezaron a trabajar en lo que cartografía geo referenciada. En la época de los 80's es cuando se dio la comercialización de los SIG.

Se siguieron básicamente dos tendencias:

1. Producción automática de dibujos con un alto nivel de calidad pictórica.

2. Producción de información basada en el análisis espacial pero con el costo de una baja calidad gráfica.

La producción de los dibujos cartográficos se basó en la tecnología de diseño asistido por computador (CAD). El CAD se utilizó en la cartografía para aumentar la productividad en la generación y actualización de los mapas.

Este modelo maneja la información espacial como dibujos electrónicos compuestos por entidades graficas organizadas en planos visualización o diferentes capas.

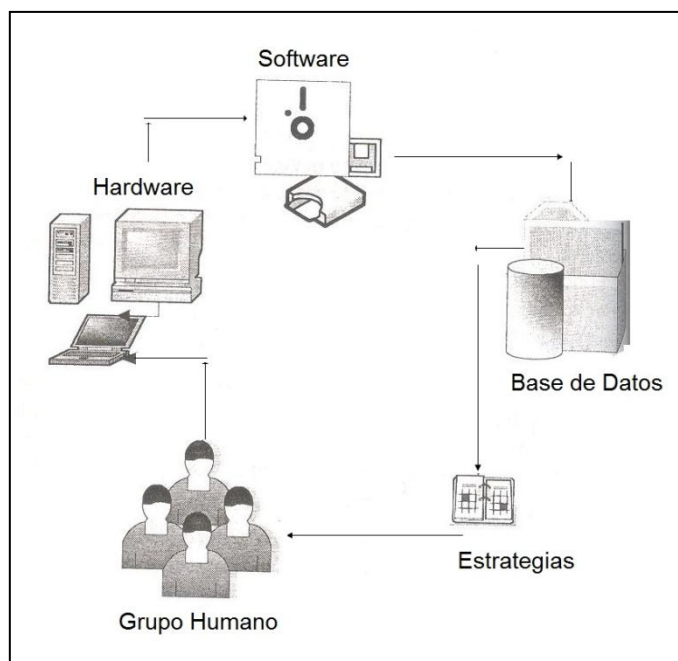
El mapa actual, en el futuro es una imagen inteligente a partir de 1998, se empezaron a colocar en distintas orbitas una serie de satélites que proporcionarían la información a los diferentes computadores para el uso de cartográficas y localización de diferentes objetos, con fotografías digitales de la superficie de la tierra con resoluciones que oscilaban entre 10 metros y 50 centímetros.

Por lo tanto las empresas SPOT, ORBLMAGE, EARTHWASTCH, SPACE IMAGING Y SPIN-2 iniciaron la creación de uno de los mecanismos que será responsable de la habilitación espacial de la tecnología en información geográfica.

Las imágenes pancromáticas, multiespectrales, hiperespectrales, infrarrojas, radar, térmicas crearan un mundo virtual digital a nuestro alcance. Este nuevo mundo cambiara radicalmente la percepción que tenemos sobre nuestro planeta.

(Henry Pantigoso Loza, 2009)

### 2.3.2 Creación y administración de bases de datos GIS o SIG



**Gráfico 1. Componentes de SIG**  
(Henry Pantigoso Loza, 2009)

1. Hardware: aquí es donde operamos el SIG, programas de SIG se pueden ejecutar en un amplio rango de equipos, desde servidores hasta computadores personales usados en red o trabajando en modo desconectado.
2. Software: cuando se trabaja con un SIG esta nos suministra herramientas para almacenar y examinar una base de datos.

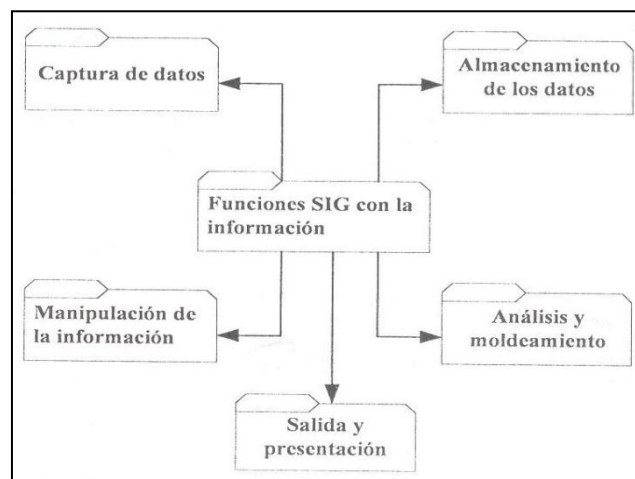
Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y expandir la información geográfica.

Los componentes principales de estos programas son:

- Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica
- Un sistema de manejador de base de datos (DBMS)

- Interface gráfica para el usuario GUI) para acceder fácilmente a las herramientas del programa
1. Base de datos: es un sistema de información geográfico. Los datos geográficos y tabulares pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información, así como por terceros que ya los tienen disponibles. El sistema de información geográfico integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los manejadores de base de datos más comunes para manejar la información geográfica.
  2. Grupo humano : esta tecnología está limitada sino se cuenta con el personal que opera, conocido como operador GIS, este desarrolla y administra un sistema de información geográfica, estableciendo planes para aplicarlo en problemas del mundo real.
  3. Estrategias: un SIG operara acorde con un plan bien diseñado y con unas reglas claras del negocio, que son los modelos y las prácticas operativas características de cada organización.

### 2.3.3 Como trabaja la información SIG



**Gráfico 2. Forma de cómo trabaja la información el SIG**  
(Henry Pantigoso Loza, 2009)



### **2.3.4 Información que maneja el SIG**

Un SIG es un conjunto de procedimientos usados para almacenar y manipular datos geográficamente referenciados, por lo tanto objetos con ubicación definida sobre la superficie terrestre bajo un sistema condicional de coordenadas, que en nuestro caso son S 17 UTM.

Un objeto en un SIG es cualquier elemento relativo a la superficie terrestre que tiene tamaño es decir, presenta una dimensión física ( X-Y-Z). Siendo X ancho, Y largo y Z alto. Y una localización espacial o una posición medible en el espacio relativo a la superficie terrestre mundial.  
(Henry Pantigoso Loza, 2009)

### **2.3.5 Aplicaciones de los SIG**

- **Cartografía automatizada**

Las entidades públicas en el mundo, han implementado este componente de los SIG en la construcción y mantenimiento de planos digitales de cartografía.

Dichos planos son puestos a disposición de las empresas a las que puedan resultar de utilidad estos productos con la condición de que estas entidades se encargan posteriormente de proveer versiones actualizadas de manera periódica.

(<http://www.monografias.com/trabajos14/informageogra/informageogra.shtml>)

- **Infraestructura**

Los primeros sistemas SIG fueron utilizados por las empresas encargadas del desarrollo, mantenimiento y administración de redes de electricidad, gas, agua, teléfono, alcantarillado, etc.; en este caso, los sistemas SIG almacenan información alfanumérica de servicios relacionados con las distintas representaciones gráficas de los mismos. Estos sistemas almacenan información relativa a la conectividad de los elementos representados gráficamente, con el fin de realizar un análisis de redes.

(<http://www.monografias.com/trabajos14/informageogra/informageogra.shtml>)

- **Elaboración de mapas**

La posibilidad de realizar una consulta combinada de información, ya sea gráfica o alfanumérica, son las funciones más comunes para estos sistemas, también son utilizados en trabajos de ingeniería, inventarios, planificación de redes, gestión de mantenimiento, entre otros.

(<http://www.monografias.com/trabajos14/informageogra/informageogra.shtml>)

- **Gestión territorial**

Son aplicaciones SIG dirigidas a la gestión de entidades territoriales y permiten un rápido acceso a la información gráfica y alfanumérica, y suministran herramientas para el análisis espacial de la información. Facilitan labores de mantenimiento de

infraestructura, mobiliario urbano, etc., y permiten realizar una optimización en los trabajos de mantenimiento de empresas de servicios.

Tienen la facilidad de generar documentos con información gráfica y alfanumérica.

(<http://www.monografias.com/trabajos14/informageogra/informageogra.shtml>)

- **Medio ambiente**

Son aplicaciones implementadas por instituciones de medio ambiente, que facilitan la evaluación del impacto ambiental en la ejecución de proyectos.

Integrados con sistemas de adquisición de datos permiten el análisis en tiempo real de la concentración de contaminantes, a fin de tomar las precauciones y medidas del caso.

Facilitan una ayuda fundamental en trabajos tales como reforestación, explotaciones agrícolas, estudios de representatividad, caracterización de ecosistemas, estudios de fragmentación y especies etc.

(<http://www.monografias.com/trabajos14/informageogra/informageogra.shtml>)

- **Planimetría**

La planimetría tiene como objetivo la representación bidimensional del terreno proporcionándole al usuario la posibilidad de proyectar su trabajo sobre un papel o en pantalla sin haber estado antes en el sitio físico del proyecto. El fin de la planimetría es que el usuario tenga un fácil acceso a la información del predio; por ejemplo, saber qué cantidad de terrenos desocupados se encuentran en el lugar, o qué cantidad de postes necesita para ampliar su red, o qué cantidad de cable necesita para llegar hasta un cliente, o emplearlo en soluciones móviles, o utilizarlo como plataforma de archivos GIS.

En otras palabras, permite el usuario visualizar de forma clara y con gran exactitud la información que se encuentra dentro de su proyecto. Existen distintos tipos de planimetría, que van de la más básica a la más completa. La elección del tipo de planimetría depende del tipo de información que el usuario vaya a necesitar para su proyecto.

(<http://www.monografias.com/trabajos14/informageogra/informageogra.shtml>)

## **2.4 Marco legal**

### **2.4.1 ¿Qué es el URE?**

URE es el Uso Racional de Energía. Esto significa aprovecharla al máximo, sin perder calidad de vida. Si bien es cierto, se puede continuar utilizando el computador, el automóvil, la iluminación o cualquier elemento

que requiera energía para funcionar, pero se debe evitar su desperdicio y la producción de desechos contaminantes que afectan al medio ambiente. El uso racional de energía en alumbrado público se hace utilizando luminarias de potencias adecuadas y en cantidades suficientes para lograr niveles de iluminación óptimos para los fines pertinentes, También se regula y se hace URE cuando se mantienen las instalaciones del alumbrado público en buen estado, velando por su seguridad y sobre todo cuando se realizan actividades de limpieza a las luminarias para evitar que la capa de suciedad haga ineficiente el uso de la energía.

(Universidad Nacional de Colombia, 2007)

#### **2.4.2 Luminaria**

Se define luminaria como aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas, (excluyendo las propias lámparas) y, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación. De manera general consta de los siguientes elementos:

- **Armadura o carcasa:** Es el elemento físico mínimo que sirve de soporte y delimita el volumen de la luminaria conteniendo todos sus elementos.
- **Equipo eléctrico:** Sería el adecuado a los distintos tipos de fuentes de luz artificial y en función de la siguiente clasificación:
  - Incandescentes normales sin elementos auxiliares.
  - Halógenas de alto voltaje a la tensión normal de la red, o de bajo voltaje con transformador o fuente electrónica.

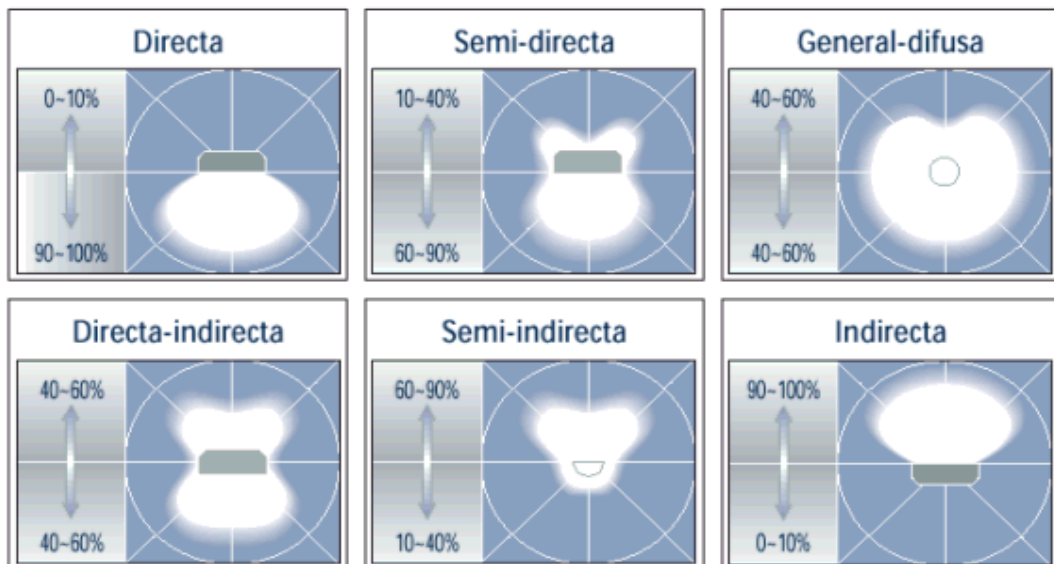
- Fluorescentes. Con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.
  - De descarga. Con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.
- **Reflectores:** Son determinadas superficies en el interior de la luminaria que modelan la forma y dirección del flujo de la lámpara. En función de cómo se emita la radiación luminosa pueden ser:
    - Simétrico (con uno o dos ejes) o asimétrico.
    - Concentrador (haz estrecho menor de 20°) o difusor (haz ancho entre 20 y 40°; haz muy ancho mayor de 40°).
    - Especular (con escasa dispersión luminosa) o no especular (con dispersión de flujo).
    - Frío (con reflector dicroico) o normal.
  - **Difusores:** Elemento de cierre o recubrimiento de la luminaria en la dirección de la radiación luminosa. Los tipos más usuales son:
    - Opal liso (blanca) o prismática (metacrilato traslúcido).
    - Lamas o reticular (con influencia directa sobre el ángulo de apantallamiento).
    - Especular o no especular (con propiedades similares a los reflectores).

(<http://www.tuveras.com/luminotecnica/lamparasyluminarias.htm>)

- **Filtros:** En posible combinación con los difusores sirven para potenciar o mitigar determinadas características de la radiación luminosa.  
(<http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasy luminarias.htm>)

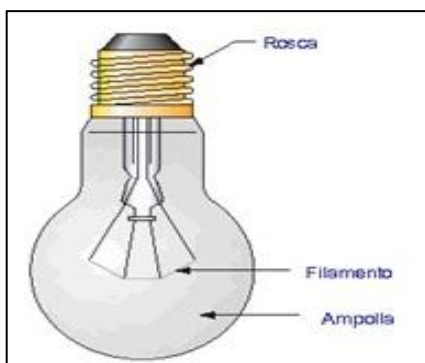
### 2.4.3 Clasificación por emisión de flujos

De acuerdo con el porcentaje de flujo luminoso total distribuido por encima y por debajo del plano horizontal, se clasifican en:

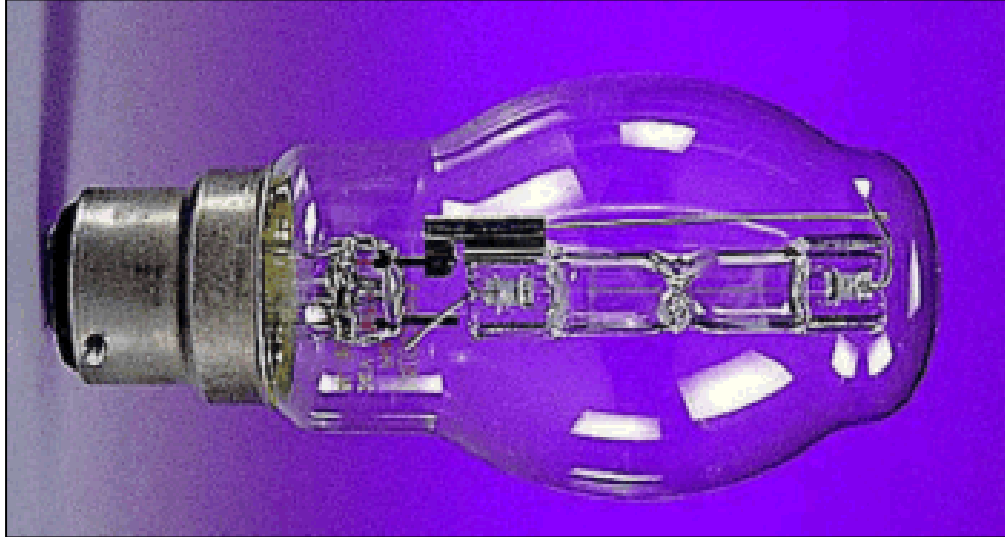


**Gráfico 3. Clasificación por emisión de f**  
(<http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasy luminarias.htm>)

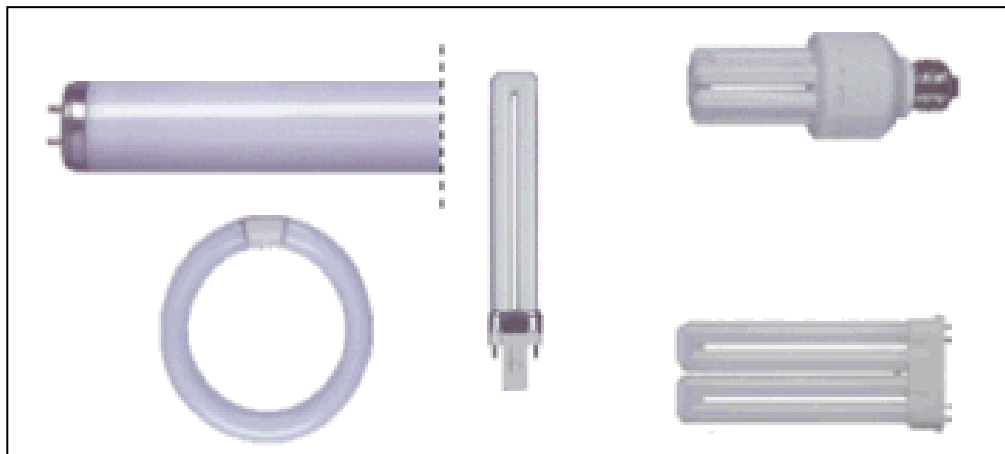
### 2.4.4 Tipos de luminarias



**Gráfico 4. Incandescencia convenc**  
(<http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasy luminarias.htm>)

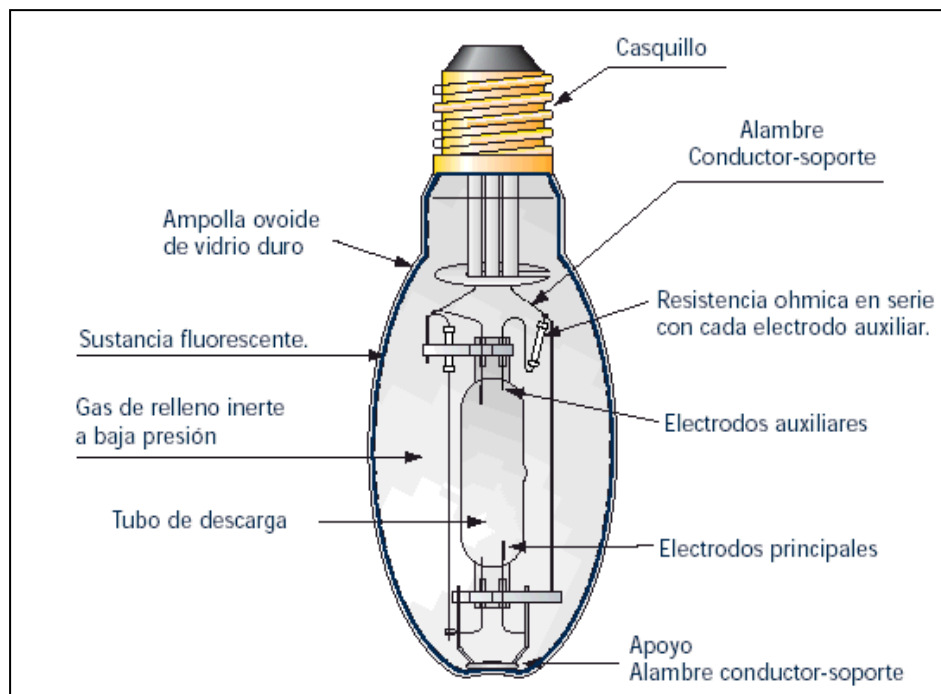


**Gráfico 5. Incandescencia convencional hal**  
(<http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>)

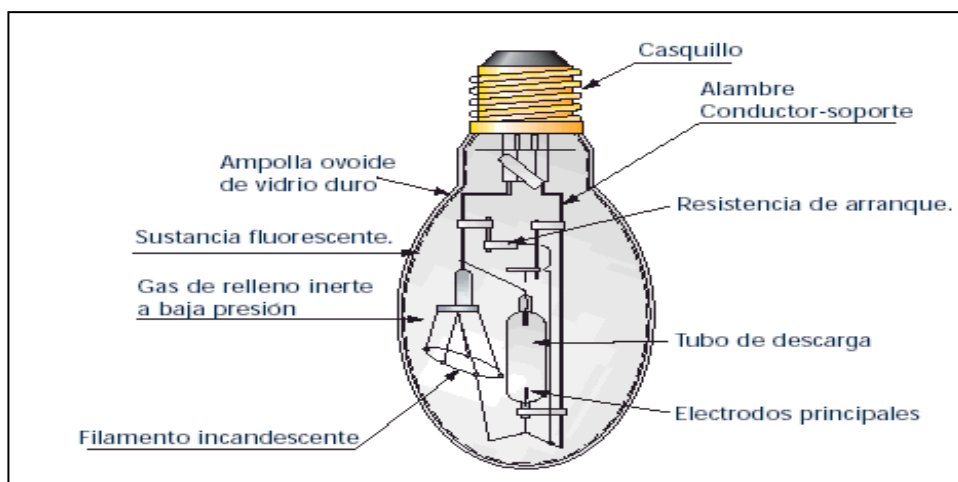


**Gráfico 6. Lámparas y tubos fluorescentes**  
(<http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>)

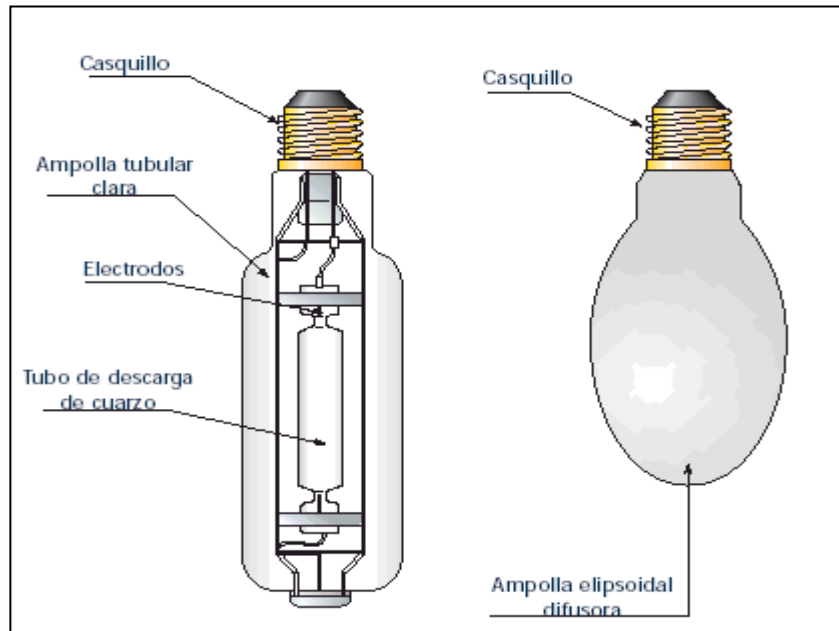




**Gráfico 7. Lámpara de Mercurio a presi**  
 (<http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>)

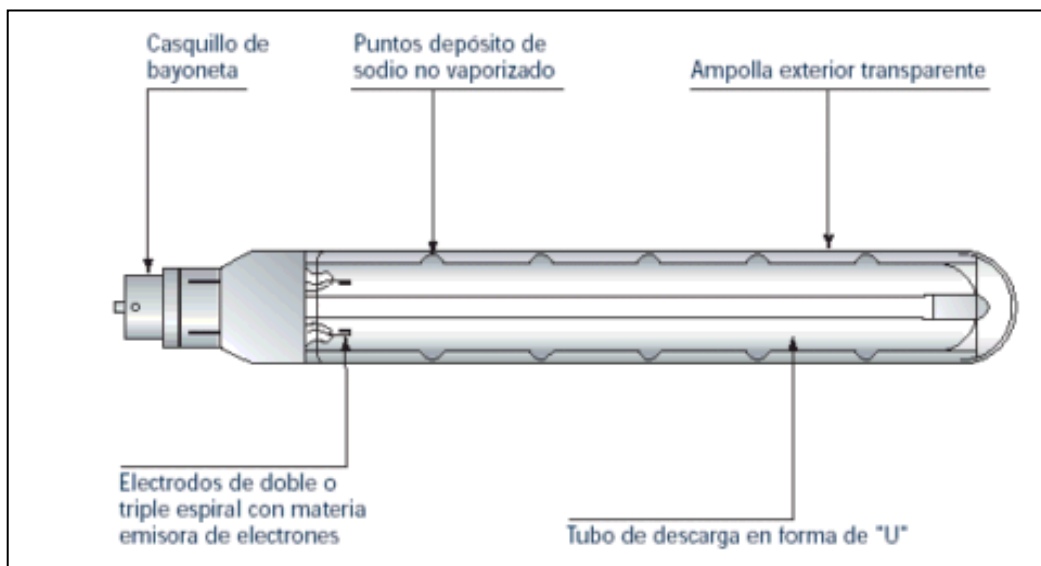


**Gráfico 8. Luz mezcla**  
 Fuente: <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>



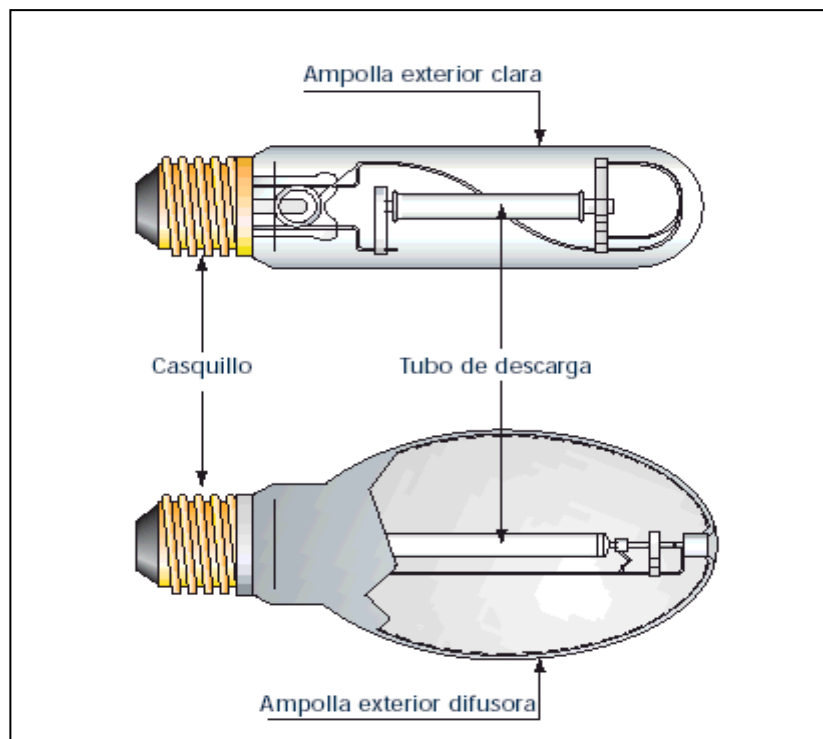
**Gráfico 9. Halogenuros metálicos**

(<http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>)



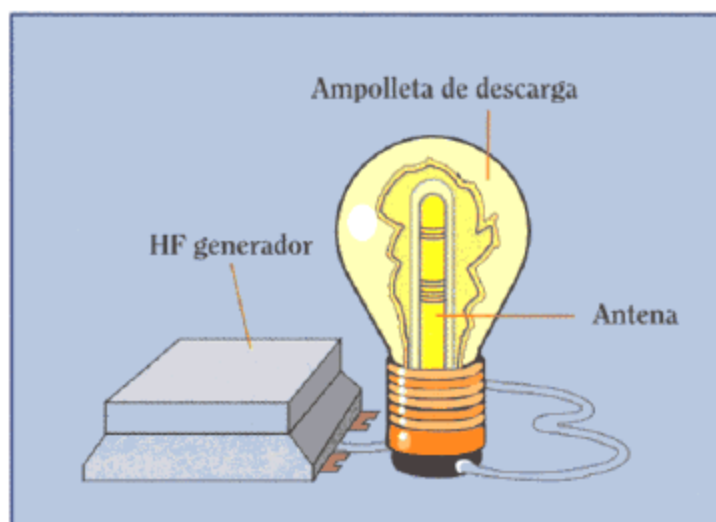
**Gráfico 10. Sodio a baja presión**

(<http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>)



**Gráfico 11. Sodio a alta presión**

(<http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>)



**Gráfico 12. Inducción**

(<http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>)

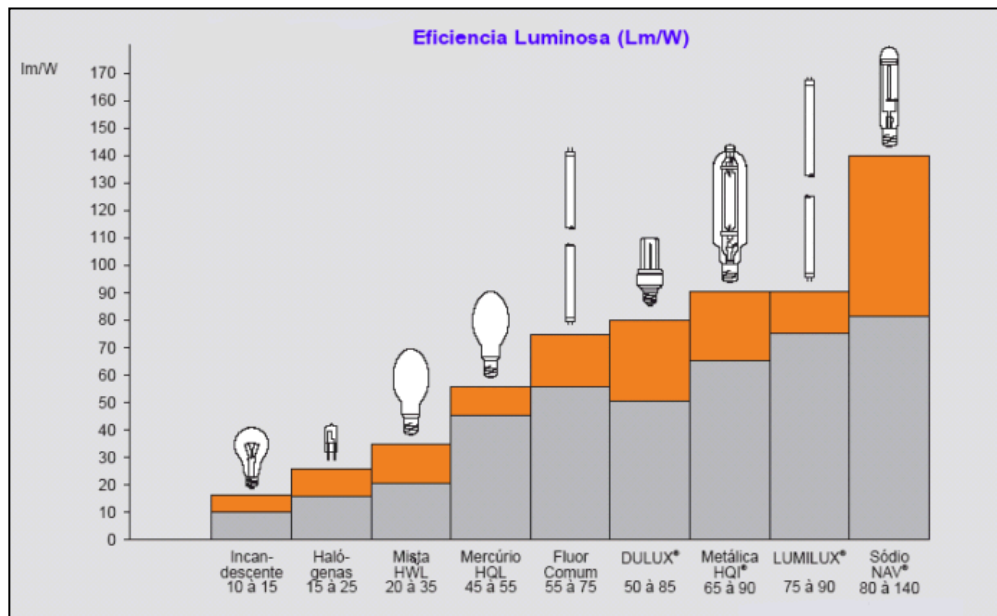
## 2.4.5 Valores típicos y tipos de luminarias

Tabla 2. Valores típicos

Tipo de fuente	Potencia W	Flujo Luminoso Lm	Eficacia luminosa Lm/W
Vela de cera		10	
Lámpara incandescente	40	430	10.75
	100	1.300	13.80
	300	5.000	16.67
Lámpara Fluorescente compacta	7	400	57.10
	9	600	66.70
Lámpara Fluorescente tubular	20	1.030	51.50
	40	2.600	65.00
	65	4.100	63.00
Lámpara vapor de Mercurio	250	13.500	54.00
	400	23.000	57.50
	700	42.000	60.00
Lámpara Mercurio Halogenado	250	18.000	72.00
	400	24.000	67.00
	100	80.000	80.00
Lámpara vapor de Sodio alta presión	250	25.000	100.00
	400	47.000	118.00

	1.000	120.000	120.00
Lámpara vapor de Sodio baja presión	55	8.000	145.00
	135	22.500	167,00
	180	33.000	180.00

(<http://www.tuveras.com/luminotecnica/lamparasyluminarias.htm>)



**Gráfico 13. Eficacia Luminosa (Lm/W)**

(<http://www.tuveras.com/luminotecnica/lamparasyluminarias.htm>)

#### 2.4.6 Aspectos técnicos de iluminación

La iluminación pública deberá considerar los siguientes parámetros y niveles para vías vehiculares y peatonales.

## **Parámetros fotométricos**

### **2.4.6.1 Luminancia promedio de la calzada ( $L_{av}$ )**

La luminancia promedio se calcula como el promedio aritmético de las luminancias obtenidas en cada uno de los puntos de cálculo. Este es el valor mínimo que debe ser mantenido a lo largo de la vida de la instalación, y depende de la distribución de la luz de la luminaria, el flujo luminoso de las lámparas y de las propiedades de reflexión de la calzada. Valores superiores pueden aceptarse si pueden justificarse económicamente. El cálculo y la medición de la luminancia promedio de la calzada deben efectuarse de acuerdo con la norma CIE 140-2000. (REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

### **2.4.6.2 Uniformidad general de luminancia de la calzada ( $U_o$ )**

Es la relación entre la luminancia mínima y la luminancia promedio de la vía. Su valor depende de los mismos factores de luminancia promedio.

### **2.4.6.3 Uniformidad longitudinal sobre la calzada ( $U_L$ )**

Es la relación entre la luminancia mínima y la luminancia máxima, medidas o calculadas en dirección longitudinal a lo largo del eje central de cada carril de circulación. El número de puntos y la distancia entre ellos deberán ser iguales a los utilizados para el cálculo de la luminancia promedio de la calzada. Se mide o se calcula de acuerdo con la norma CIE 140-2000 y su valor depende de los mismos factores que  $L_{av}$ . (REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

#### 2.4.6.4 Deslumbramiento (TI)

El deslumbramiento se lo cuantifica a través del incremento de umbral.

El incremento de umbral TI se calcula para el estado inicial de la instalación, mediante la siguiente fórmula:

$$Ti = \frac{k \cdot E_e}{Lva \times \theta^2} \%$$

dónde:

**K**= es una constante que varía con la edad del observador se usará el valor de 650<sup>1</sup>;

**E<sub>ø</sub>**= es la iluminancia total inicial producidas por las luminarias, en su estado nuevo, sobre un plano normal a la línea de visión y a la altura del ojo del observador.

**Lav** = es la iluminancia inicial promedio.

**ø** = es el ángulo en grados formado entre la línea de visión y el centro de cada luminaria.

#### 2.4.6.5 Relación de alrededores (SR)

Es la relación de la iluminancia promedio en bandas de 5 m de ancho (o menor en espacios que no permite) cada una adyacente a los dos bordes de la calzada (fuera de la calzada) para la iluminancia promedio en bandas de 5 m de ancho (o la mitad del ancho si es inferior) dentro de la calzada. Para calzadas dobles, ambas calzadas deben tratarse conjuntamente como si fueran una única, a menos que estén separadas por más de 10 m.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

## **REGULACION CONELEC # 008/11**

### **2.4.7 Objetivo**

Normar las condiciones técnicas, económicas y financieras que permitan a las Distribuidoras de Energía Eléctrica prestar el servicio de alumbrado público general con calidad, eficiencia y precio justo.

### **2.4.8 Alcance**

Las Distribuidoras de Energía Eléctrica, como prestadoras del servicio; los consumidores, como responsables del pago de este servicio; los Municipios como responsables del espacio público y control de tránsito; y, la Policía Nacional o la autoridad de tránsito competente, como responsable del sistema de semaforización, deberán observar lo dispuesto en la presente Regulación.

### **2.4.9 Definiciones**

Las definiciones que se muestran servirán para la aplicación de la presente Regulación.

#### **2.4.9.1 Alumbrado Público**

Constituye la iluminación de zonas, públicas o privadas, destinadas a la movilidad, ornamentación y seguridad; incluye al alumbrado público general, ornamental e intervenido.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)



#### **2.4.9.2 Alumbrado Público General**

Es la iluminación de vías, de libre acceso para todas las personas y/o vehículos. Excluye la iluminación de las zonas comunes de unidades inmobiliarias cerradas, declarada como propiedad horizontal, la iluminación pública ornamental e intervenida.

#### **2.4.9.3 Alumbrado Público Ornamental**

Constituye la iluminación de zonas como parques, plazas, iglesias, monumentos y todo tipo de espacios, cuya iluminación se aparta de los niveles establecidos en la presente Regulación, dados que estos obedecen a criterios estéticos determinados por el municipio o por el órgano estatal competente.

#### **2.4.9.4 Alumbrado Público Intervenido**

Constituye la iluminación de vías que, debido a planes o requerimientos municipales, no cumplen los niveles de iluminación establecidos en la presente regulación y/o requieren de una infraestructura constructiva distinta de los estándares establecidos para el alumbrado público general.

#### **2.4.9.5 Consumidor**

Cualquier persona natural o jurídica capaz de contratar, que habite o utilice un inmueble que recibe el servicio eléctrico debidamente autorizado por el distribuidor dentro de su área de concesión. Incluye al consumidor final y al gran consumidor.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

#### **2.4.9.6 Servicio de Alumbrado Público General–SAPG**

Comprende las actividades de: Administración, operación, mantenimiento, modernización, reposición, y expansión del sistema de alumbrado público general. Dentro de este servicio se incluye los consumos de energía del alumbrado general, alumbrado ornamental, sistemas de semaforización, sistemas de seguridad y alumbrado intervenido.

#### **2.4.9.7 Sistema de Alumbrado Público General**

Comprende el conjunto de luminarias, redes y equipos necesarios para la prestación del servicio de alumbrado público, que no formen parte del sistema de distribución.

#### **2.4.9.8 Tarifa del servicio de Alumbrado Público General**

Es aquella que el CONELEC determine como retribución de los gastos realizados por el prestador del servicio y que debe ser recuperado de los consumidores del servicio eléctrico.

#### **2.4.9.9 Sistema de Alumbrado Público Ornamental e Intervenido**

Comprende las actividades administración, operación y mantenimiento, inversión y reposición de luminarias, redes y equipos necesarios para la prestación del alumbrado ornamental e intervenido.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

#### **2.4.9.10 Sistemas de seguridad**

Constituyen los sistemas de seguridad instalados por instituciones públicas como: municipios, policía nacional, para la seguridad ciudadana. La energía necesaria para el funcionamiento de estos sistemas se incluirá como costos del SAPG.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

#### **2.4.9.11 Usuarios de SAPG**

Son todas las personas que utilizan el servicio de alumbrado público general, para su movilidad, dentro del territorio nacional.

#### **2.4.9.12 Pago de SAPG**

Los consumidores del servicio eléctrico, personas naturales o jurídicas, serán los responsables de pago del SAPG, a través de una tarifa que cubra los costos para la prestación de este servicio.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

#### **2.4.9.13 Flujo luminoso ( $\varphi$ )**

Se define el flujo luminoso como la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es  $\Phi$  ( $\varphi$ ) y su unidad es el lumen (lm).

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

#### **2.4.9.14 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  $\text{lm}/\text{m}^2$ .

#### **2.4.9.15 Intensidad luminosa (I)**

Se conoce como intensidad luminosa al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad la candela (cd).

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

#### **2.4.9.16 Luminancia (L)**

Se llama luminancia a la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo en una dirección determinada. Su símbolo es L y su unidad es la  $\text{cd}/\text{m}^2$  (candela sobre metro cuadrado).

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

#### **2.4.9.17 Deslumbramiento**

Condición de visión en la cual existe incomodidad o disminución en la capacidad para distinguir objetos, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de luminancias, o como consecuencia de contrastes excesivos en el espacio o en el tiempo. La excesiva luminancia de lámparas y de superficies iluminadas, puede generar deslumbramiento y reducir el contraste de los objetos.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

## **2.4.10 Responsabilidades**

Las instituciones y personas que intervienen dentro de la prestación del SAPG, son:

### **2.4.10.1 CONELEC**

Le corresponde al CONELEC:

- Emitir la(s) regulación(es) necesaria(s) de acuerdo con la Política Energética nacional para la prestación del SAPG por parte de las Distribuidoras dentro de sus áreas de servicio.
  
- Determinar los costos requeridos por las Empresas Eléctricas distribuidoras para la prestación del SAPG.
  
- Supervisar y controlar que las Distribuidoras cumplan con los parámetros e índices establecidos en la normativa respecto a:
  - Especificaciones de calidad y continuidad del alumbrado público general (APG)
  - Cálculo del consumo de energía y aplicación tarifaria.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

### **2.4.10.2 Distribuidoras**

Las Distribuidoras, como responsables de la prestación del servicio de alumbrado, están obligadas a:

- Expandir el sistema de alumbrado público general a fin de cubrir la demanda del servicio de conformidad con los planes de expansión.
- Cumplir con los parámetros establecidos de calidad de servicio y continuidad en la prestación del servicio de alumbrado público general, de conformidad a lo señalado en la normativa respectiva.
- Mantener actualizados sus inventarios de activos del alumbrado público general, en un sistema informático que permita su seguimiento y verificación por las autoridades de control.
- Ejecutar las acciones de expansión y mejoras del alumbrado público y reportar los indicadores de ejecución de las actividades.
- Instalar equipos que cumplan con criterios de eficiencia energética y las normas de preservación del medio ambiente.
- Reportar los índices de acuerdo a la normativa existente en aspecto relativos a especificaciones de Calidad y Continuidad del alumbrado público general (SAPG)

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

### **2.4.10.3 Municipios**

Responsables del diseño, provisión de materiales, construcción, operación y mantenimiento, reposición de los sistemas de alumbrado público ornamental e intervenido, de acuerdo a lo definido en el numeral 3 de la presente Regulación. Se exceptúa la responsabilidad de pago de esa energía, pues la misma se la incluirá como parte del SAPG.

#### **2.4.10.4 Policía Nacional o autoridad de tránsito competente**

Responsable del diseño, provisión de materiales, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de semaforización y de seguridad, de acuerdo a lo definido en el numeral 3 de la presente Regulación. Se exceptúa la responsabilidad de pago de esa energía, pues la misma se la incluirá como parte del SAPG.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

#### **2.4.10.5 Usuarios**

Son todas las personas naturales o jurídicas que se benefician del SAPG en su movilidad peatonal o vehicular.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

#### **2.4.10.6 INEN**

Instituto Ecuatoriano de Normalización encargado de desarrollo de la normativa respecto a la calidad y eficiencia mínima que deben cumplir los equipos y materiales a ser instalados en los sistemas de alumbrado público.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

#### **2.4.11 Mediciones**

Las Distribuidoras, previo a la entrada en operación de una obra de alumbrado público general, deberán realizar las mediciones necesarias para constatar los niveles de iluminación reales del proyecto.

La Distribuidora es responsable de que la obra que ponga en funcionamiento cumpla con los niveles establecidos en la presente Regulación.

El procedimiento para la verificación de las medidas se lo hará en función de lo establecido en la norma CIE 140-2000. Los instrumentos de medida que se utilicen deben cumplir las características determinadas en la norma CIE 69. Para la realización de mediciones se tomarán en cuenta las siguientes disposiciones:

1. Encender las lámparas con antelación, permitiendo que el flujo de luz se estabilice. Se debe esperar un período mínimo de 20 minutos antes de iniciar las lecturas;
2. En instalaciones nuevas con lámparas de descarga o fluorescentes, se debe esperar un período de 100 horas de operación antes de realizar la medición;
3. Si la iluminación se instala en lugares en donde existan sistemas de ventilación éstos deben operar normalmente.

**(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)**

#### **2.4.12 Continuidad de servicio**

El alumbrado público general deberá estar encendido durante la noche y durante las horas del día en las cuales las condiciones climáticas o de seguridad determinen que sea necesario la iluminación artificial.



El tiempo medio de encendido del alumbrado público general será de doce (12) horas. Dependiendo del tipo de alumbrado y si está ubicado en zonas en las que sea posible su apagado, sin molestar la circulación normal de personas (ciclo vías, paseos de parques entre otros), se deberán ubicar dispositivos temporizadores para el control de su operación en horarios especiales.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

#### **2.4.13 Parámetros de continuidad**

Las Distribuidoras, en forma mensual y para cada uno de los diferentes tipos de luminarias, deberán llevar, utilizando como sustento el reporte de operación y reclamos, un control de las lámparas en cuanto a su funcionamiento.

Sobre la base de este registro se determinará la tasa de falla, por primario, que se lo calculará de la siguiente manera:

$$Tasa\ de\ Falla = Tf = \frac{Número\ de\ luminarias\ en\ falla}{Número\ de\ luminarias\ totales}$$

Para el cálculo, el número total de luminarias se considerará las registradas al inicio del mes por la empresa.

Una luminaria se considera 'en falla' si es reportada como apagada – durante el tiempo en que está programada para funcionar– sin importar el tiempo que haya permanecido en ese estado; o, si presenta un comportamiento de encendido apagado durante todo el día. Sobre la base de la información de la distribuidora se determinará la tasa de falla del

sistema, como el promedio ponderado de la tasa de falla de los primarios, siendo el ponderador el número de luminarias por primario; en caso no disponga de esa información la Tasa falla será de 0.04.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

#### **2.4.14 Límite**

Para fines de calidad, la tasa de falla del sistema no podrá ser superior a 0.02.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

#### **2.4.15 Ajuste tarifario**

En caso la tasa de falla del sistema sea mayor de 0.02, las tarifas de alumbrado público general se reajustará para los consumidores de la zona de servicio, en la facturación del mes próximo:

**Tarifa de Alumbrado** = Tarifa Aplicada  $[1-(Tf - 0.02)]$

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

#### **2.4.16 Reposición del servicio en luminarias**

Cuando se identifique que, una luminaria o un grupo de luminarias este(n) apagada(s), los tiempos máximos de reparación, tomando en consideración la hora del reclamo, serán los siguientes:

Área urbana: 1 día

Área rural: 2 días.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

## 2.4.17 Medición de la energía de alumbrado público general

### 2.4.17.1 Con Contador de energía

Cuando el servicio de alumbrado público general pueda ser medido, el consumo de energía será el determinado por este. Para el alumbrado ornamental o diseñado especialmente por los Municipios, previa a su entrada en operación será necesaria la instalación de un contador de energía. La provisión y costos de los medidores de energía deberán ser asumidos por parte de la empresa distribuidora.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

### 2.4.17.2 Sin Contador de energía

Cuando no exista medida del consumo del servicio de alumbrado público, la empresa distribuidora lo determinará con base en la carga resultante de la cantidad de luminarias por grupo de luminarias que se encuentren instaladas del primario, por el factor de utilización y por número de horas del mes respectivo.

$$Energía = (1 - Tf) * [(\sum(Pi + CAi) * Ni) fu * T]$$

Dónde:

- **Tf**= Tasa de falla del primario
- **i** = Tipo de luminaria en el primario
- **Pi**= Potencia de las luminaria tipo “i”
- **Ni**= Número de luminarias del tipo “i” en el primario
- **CAi**= Consumo de auxiliares luminaria tipo “i”

- **T** = Número de horas del mes; en caso hubieren interrupciones, a nivel del sistema o primarias, se descontarán esas horas.
- **Fu** = Factor de utilización. Para alumbrado en general máximo 0.5; para alumbrado de túneles, pasos deprimidos máximo 1; para semaforización menor a 1.
- **Consumo de auxiliares** = El valor máximo a reconocerse será del 10% de la potencia de la lámpara. (REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

#### **2.4.18 Coordinación institucional**

Las distribuidoras, como parte de su proceso de proveer el servicio de alumbrado público general, deberán establecer los siguientes niveles de coordinación institucional:

##### **2.4.18.1 Aspectos económicos**

###### **Modelo de costo eficiente**

El CONELEC definirá un modelo de costo eficiente de alumbrado público general que considere las características específicas de las empresas prestadoras de este servicio. La definición del modelo costo eficiente de alumbrado deberá considerar costos tipo en función de unidades de propiedad estándar, que deberá calcular el CONELEC para cada una de ellas.

###### **Costo del servicio**

El costo del servicio de alumbrado público general corresponderá exclusivamente a los costos requeridos para: administrar, operar,

mantener y reponer los activos asociados al servicio público de alumbrado de manera eficiente. Adicionalmente, incluye una componente de expansión que será determinado por el CONELEC, en función del crecimiento de la demanda de alumbrado, pronosticado por la empresa. Este costo será evaluado para cada empresa. La demanda a abastecerse está relacionada con el costo de las obras tipo a realizarse según las vías: circunvalación, principales, secundarias y los costos asociados a este tipo de obras.

#### **2.4.18.2 Costos de administración operación y mantenimiento**

Los costos eficientes requeridos por las empresas para: administrar, operar y mantener el alumbrado público general, se los calculará en función de la demanda que abastecen y de su área de cobertura. La distribuidora podrá firmar convenios con los Municipios respectivos para prestar los servicios de operación y mantenimiento del alumbrado ornamental e intervenido. Los costos y condiciones de los mismos deberán ser acordados por las partes. Estos costos no estarán incluidos en la prestación del servicio de alumbrado o de energía eléctrica.

#### **2.4.18.3 Costo de la energía eléctrica**

El costo de la energía eléctrica aprobado, corresponderá a la proyección de la energía eléctrica consumida por todo el alumbrado público general, y el registro de todo el consumo de energía del alumbrado ornamental e intervenido del último año, incluyendo los consumos de los elementos auxiliares, valorada con la tarifa de energía eléctrica para alumbrado definida por el CONELEC.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

La proyección de esta energía será realizada por las empresas prestadoras del servicio, utilizando una metodología uniforme definida por el Regulador.

#### **2.4.18.4 Revisión de costos al final de periodo**

En caso de que la demanda de alumbrado público general, considerada como expansión dentro de la tarifa fijada por el CONELEC, no haya sido cubierta por la empresa distribuidora, se revisará los valores asignados, y al final del año se establecerá el diferencial del valor de la inversión que no fue ejecutada, mismo que será descontado del monto total aprobado para el siguiente año.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

#### **2.4.19 Principios tarifarios aplicados**

Los principios tarifarios a considerarse para la definición del valor que deberán pagar los usuarios del alumbrado público general, serán los siguientes:

- Los costos del servicio de alumbrado público general, deberán ser recuperados a través de los consumidores del servicio eléctrico que pertenezcan a las diferentes tarifas.
- El costo total del servicio de alumbrado público general será repartido en función de la estimación del grado de utilización del alumbrado de cada tipo de consumidor.

- Los usuarios de alumbrado público general deberán pagar un valor fijo anual calculado por el CONELEC, diferenciado para cada tipo de consumidor eléctrico (residencial, comercial e industrial), en función de rangos que deberá establecer el CONELEC.
- Los valores a pagar, serán calculados en función de los valores establecidos por el CONELEC, para cada una de las empresas de distribución.

#### **2.4.20 Aspectos comerciales**

##### **Manejo de cuentas para el servicio de alumbrado público general**

El servicio de alumbrado público general debe ser contabilizado en cuentas independientes a las que maneja la Distribuidora para el servicio de energía eléctrica.

##### **Registro de activos de alumbrado público general**

Se considerarán como activos de alumbrado público general todos aquellos destinados exclusivamente a la prestación de este servicio. Las empresas deben tener identificados los activos de alumbrado, y diferenciados contablemente de aquellos relacionados con el servicio de distribución de energía eléctrica.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

## **Liquidación de la energía mensual de alumbrado**

La Distribuidora deberá totalizar el valor de la energía consumida por todo el alumbrado público, multiplicando la tarifa de energía eléctrica de alumbrado por el total de energía consumida por este en el mes. Este valor deberá contabilizarse directamente como un ingreso a la distribuidora por concepto de venta de energía eléctrica.

### **2.4.21 Disposiciones generales**

**Disposición Primera:** La energía eléctrica consumida por las luminarias de áreas deportivas abiertas, se integrará a la energía de alumbrado público general. La operación y mantenimiento de estas luminarias, en caso fueron suministradas por las empresas distribuidoras seguirán a su cargo; caso contrario, estarán bajo la responsabilidad del respectivo municipio, así como su remplazo, rediseño o ampliación de capacidad.

**Disposición Segunda:** Las empresas distribuidoras podrán presentar al CONELEC para su aprobación, estudios técnicos que justifiquen el tiempo medio de encendido del alumbrado público, diferente al establecido en la presente Regulación. En caso no se cuenten con estos estudios se utilizará el tiempo definido en el numeral seis (6) de la presente Regulación. El CONELEC, en caso lo estime necesario podrá contratar consultorías especializadas para el ajuste de este parámetros para las distintas empresas distribuidoras.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)



#### **2.4.22 Tratamiento Tarifario del SAPG**

Hasta que el CONELEC establezca el modelo eficiente, se definirá la tarifa del servicio de Alumbrado Público, a través de la aprobación de costos reportados por las Empresas Distribuidoras y revisados por el CONELEC. La reposición se calculará en función de la información actual de los activos que poseen las empresas, misma que deberá ser actualizada permanentemente, a medida de que se avance en el levantamiento de la información de las luminarias.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

Para la determinación de los recursos de inversión, las distribuidoras presentarán sus planes de expansión, de acuerdo a lo establecido en el numeral 9.2.2, en los que además incluyan los recursos necesarios para su ejecución. El CONELEC aprobará los montos, en función de la cobertura que se determine adecuada para cada empresa distribuidora.

(REGULACIÓN No. CONELEC 008/11)

## CAPÍTULO III

### LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA

#### 3.1 Planimetría georeferenciada campus UCSG



**Gráfico 14. Planimetría georeferenciada campus UCSG**

Fuente: Imagen obtenida de GoogleMaps  $2^{\circ} 10' 55.48''-79^{\circ} 54' 14.13''$

Convertimos el formato klm que utilizan tanto el Google Map como Google Earth a un formato shp. , que es que lee el programa ArcGis y nos permite visualizar la imagen dentro del software y así empezar a trazar las líneas

correspondientes al mapa y características del mapa según corresponda a nuestras necesidades para el diseño o base de datos a implementar.

### 3.2 Levantamiento de postearía, luminarias y redes de baja tensión

- Utilización de un GPS GARMIN 550 para el levantamiento de la información.
- Hoja tipo según nuestra necesidad del estudio inteligente de gestión de alumbrado público para la fusión con los Illuplus.
- Planificación del levantamiento georeferenciado en 6 días, realizando 3 horas diarias de levantamiento.
- Teniendo la información físicamente empezamos la exportación y digitalización de toda la red eléctrica que se ha georeferenciado.
- Se adjunta el levantamiento realizado en el campus UCSG.(Universidad Católica Santiago de Guayaquil).

**Tabla 3. Levantamiento georeferenciado de luminarias campus UCSG**

ID	X	Y	Z	POTENCIA(W)	OBSERVACIONES	SECTOR
1	621858	9758843	24	400Na+Ref 150 W		UCSG
2	621826	9758850	26	2x400Na		UCSG
3	621827	9758871	26	2x400Na		UCSG
4	621814	9758889	28	175Hg		UCSG
5	621809	9758908	34	400Na+Ref 150 W		UCSG
6	621833	9758923	33	400Na		UCSG
7	621851	9758931	33	400Na	PP	UCSG
8	621901	9758888	30	400Na		UCSG
9	621885	9758880	29	2x400Na		UCSG

10	621859	9758869	25	2x400Na		UCSG
11	621888	9758841	21	250Na		UCSG
12	621905	9758856	19	250Na		UCSG
13	621919	9758887	17	400Na+2Ref 150 W		UCSG
14	621927	9758913	14	400Na+2Ref 150 W		UCSG
15	621926	9758937	12	2x400Na		UCSG
16	621952	9758921	13	2x250Na		UCSG
17	621963	9758900	18	250Na&400Na		UCSG
18	621972	9758903	17	2x250Na	PP	UCSG
19	621993	9758883	18	2x250Na	2PP	UCSG
20	621993	9758886	18	250Na		UCSG
21	621946	9758895	19	400Na+2Ref 150 W		UCSG
22	621931	9758881	18	400Na		UCSG
23	621916	9758868	19	400Na		UCSG
24	621914	9758846	19	250Na		UCSG
25	621955	9758702	24	400Na		UCSG
26	621977	9758735	24	175Hg	PP	UCSG
27	621974	9758759	26	250Na	PP	UCSG
28	621986	9758728	22	250Na	PP	UCSG
29	622011	9758745	20	250Na+2Ref 250 W		UCSG
30	622042	9758750	18	250Na	PP	UCSG
31	622072	9758750	16	400Na		UCSG
32	622098	9758740	14	400Na		UCSG
33	621996	9758718	27	250Na		UCSG
34	622003	9758707	28	250Na&175Hg		UCSG
35	621933	9758629	26	175Hg		UCSG
36	621867	9758654	26	250Na	PP	UCSG
37	621866	9758638	23	400Hg		UCSG

38	621804	9758667	22	250Na		UCSG
39	621801	9758652	22	250Na		UCSG
40	621801	9758639	22	250Na		UCSG
41	621800	9758672	21	400Na	PP	UCSG
42	621776	9758681	21	250Na		UCSG
43	621764	9758677	23	250Na		UCSG
44	621760	9758662	24	400Na		UCSG
45	621768	9758650	23	250Na		UCSG
46	621762	9758691	23	250Na+2Ref 250 W		UCSG
47	621735	9758700	23	400Hg	PP	UCSG
48	621714	9758689	24	400Na		UCSG
49	621720	9758670	23	250Hg		UCSG
50	621718	9758660	24	250Hg		UCSG
51	621736	9758682	23	250Na+2Ref 250 W		UCSG
52	621714	9758698	25	400Hg		UCSG
53	621708	9758701	26	400Hg		UCSG
54	621723	9758774	23	250Hg		UCSG
55	621695	9758802	25	2x400Na		UCSG
56	621685	9758779	26	400Na		UCSG
57	621678	9758777	27	400Na		UCSG
58	621710	9758812	24	250Na+2Ref 250 W		UCSG
59	621740	9758827	23	400Na	PP	UCSG
60	621725	9758834	23	400Na	PP	UCSG
61	621722	9758859	23	400Na		UCSG
62	621751	9758856	22	250Na		UCSG
63	621759	9758867	21	250Na		UCSG
64	621762	9758900	24	250Na		UCSG
65	621771	9758848	22	250Na		UCSG

66	621773	9758829	22	250Na		UCSG
67	621814	9758821	17	2x400Na		UCSG
68	621855	9758817	18	2x400Na		UCSG
69	621804	9758811	18	400Na		UCSG
70	621797	9758768	17	400Hg	PP	UCSG
71	621798	9758733	17	400Na	PP	UCSG
72	621841	9758726	15	400Hg&250Na	2PP	UCSG
73	621865	9758730	16	250Na		UCSG
74	621866	9758737	17	3x250Na		UCSG
75	621880	9758757	16	250Na		UCSG
76	621877	9758739	16	250Na	PP	UCSG
77	621900	9758790	17	250Na	PP	UCSG
78	621901	9758801	16	400Hg	PP	UCSG

Autor: Soto-Barrera

### 3.3 Digitalización e ingreso de información en el software ARCGIS

Teniendo la planimetría de la UCSG digitalizada en un shp, empezamos realizando un shape file proyectado de las coordenadas tomadas de los postes y redes del Campus Universitario, donde vamos a visualizar en el programa todas las características puestas en cada coordenada según el levantamiento realizado, lo que nos ayudara al dibujo de la red eléctrica de media y baja tensión. Como segundo punto se empieza el dibujo y la conexión de la red eléctrica de la UCSG en el ArcGis, realizando las diferentes pruebas de conexión tanto en baja como en media tensión y plasmando cada una de las características según los puntos georeferenciados.

(Soto-Barrera)



## **CAPÍTULO IV**

### **4.1 Sistema inteligente de gestión de Alumbrado Público**

La magnitud de la inversión energética y económica orientada al alumbrado público que realizan las empresas eléctricas en el Ecuador, debe ir de la mano con la calidad del servicio que se pretende prestar teniendo en cuenta el factor social que se involucra directamente al trabajar con sistemas de iluminación masivos. Así, se convierte en necesaria la presencia de algún tipo de control que permita monitorear y actuar sobre el sistema de alumbrado público de tal manera que permita reducir gastos operativos, de mantenimiento, obtener ahorros energéticos, contribuir reduciendo el impacto ambiental sin disminuir la calidad y función principal del servicio. Cabe recalcar que se han estudiado hipótesis de funcionamiento y algunas alternativas existentes en el mercado, gracias a lo cual se ha concluido que el sistema a implementar deberá tener las siguientes características.

([www.excelec.com](http://www.excelec.com))

:

### **4.2 Ingeniería y estructuras de funcionamiento**

Básicamente, todos los productos que ofrecen sistemas de control remoto y monitoreo de alumbrado público funcionan de forma similar:

- Se debe instalar un controlador dentro del cuerpo de la luminaria (el mismo está conectado al balastro y demás partes activas, dependiendo de las funciones que se requieran controlar y medir).



- Dichos controladores deben estar comunicados (vía línea portadora o inalámbrica) con una central “local” que efectúa los comandos de control y envío/recepción de información.
- A su vez, la central estará encargada de “interactuar” con el operador (vía Ethernet), quien establecerá los programas de disminución de consumo y revisará los diversos parámetros dentro de la luminaria para así planificar mantenimientos correctivos y/o preventivos.

### **4.3 Diseño flexible y escalonado**

Deberá poder ser instalado a un ritmo acorde con los presupuestos establecidos por la empresa. Por ejemplo, debe ser posible instalar controladores para luminarias que posean altos costos operativos (400-250 W). De esa manera, se pueden lograr ahorros energéticos inmediatos. Cuando los presupuestos estén listos para continuar con el proyecto, lo más recomendable es instalar el sistema de control en las demás luminarias conectando la sección expandida a la anteriormente instalada.

([www.excelec.com](http://www.excelec.com))

### **4.4 Fácil instalación**

Podrá ser instalado en lámparas existentes requiriendo un mínimo de experiencia. Cabe recalcar que también pueden ser comprados bajo pedido junto con una luminaria nueva, en conjunto y probada de fábrica.

#### **4.5 Sistema poderoso pero fácil de usar**

El software adjunto con el sistema deberá ser fácil de usar con una interfaz sencilla y amigable.

#### **4.6 Comunicación segura**

El sistema completo (controladores, estaciones “locales”, servidores, ordenadores) deberá operar de manera segura, estar encriptado y ser fiable.

#### **4.7 Proyección segura**

Tiene que estar diseñado con perspectiva tecnológica a futuro para el alumbrado público del Campus de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Es decir, deberá trabajar con sistemas LED, balastos electrónicos y demás sin necesidad de requerir reemplazos en el sistema de luminarias. Las mencionadas son algunas de las características principales del sistema a implementar. Sin embargo: ¿Cuáles serán los beneficios de controlar el servicio de alumbrado público de esta manera? ¿Por qué es necesario realizar esta inversión? He aquí algunas de las razones que justifican su utilización:

([www.excelec.com](http://www.excelec.com))

### **VENTAJAS DEL SISTEMA**

#### **4.8 Reducción inmediata del uso de energía**

Una vez instalado, el sistema de control reducirá el consumo de energía utilizada para alumbrado público entre un 10% y 20%, con el solo hecho de monitorear las lámparas en tiempo real, de esta manera se

encenderían las luminarias al mismo tiempo todas y se apagarían de igual manera , por lo que tendríamos un ahorro inmediato . No como sucede actualmente que con el foto control común, se encienden dependiendo de la hora de anoecer y del cambio climático ya que son muy sensibles dichos foto controles. El sistema asegura que todas las luminarias operen bajo las especificaciones de diseño todo el tiempo. Un ahorro adicional de hasta el 40% puede ser logrado usando el sistema de control para adaptar los niveles de iluminación durante el periodo de menor actividad durante la noche, se podría lograr que mediante las propiedades del sistema inteligente las luminarias con su potencia real hasta la media noche 00H00 o de mayor tránsito vehicular y peatonal, de ahí en adelante trabajen a un 60% de su potencia real como por ejemplo, de 400 W Na bajaría a 250 W Na. Tendríamos un ahorro de 150 W hora por la cantidad de luminarias de dicha potencia en el Campus de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil.

(Soto-Barrera)

#### **4.9 Control total**

Usando el software central se pueden monitorear las redes de alumbrado desde prácticamente cualquier ubicación en el mundo usando una conexión a internet.

Es posible ajustar el comportamiento de las luminarias en tiempo real. Se pueden realizar acciones tales como:

- Ajustar los tiempos de encendido/apagado dependiendo de la iluminación ambiente presente en ciertas locaciones.

- Ajustar parámetros de iluminación que mantengan los niveles recomendados de luminosidad/seguridad y al mismo tiempo efectuar el apagado/reducción.

#### **4.10 Reducción de costos por mantenimiento**

Es posible monitorear la curva de mortalidad de cada luminaria existente en la red con el fin de que el sistema de control prediga posibles fallas antes de que estas ocurran. Así, se pueden desarrollar programas de mantenimiento más efectivos que mejoren el desempeño del sistema de luminarias. El sistema de control integra la tecnología GPS a través de cualquier software de posicionamiento. Gracias a esto, la planificación de rutas de mantenimiento es más sencilla y efectiva.

(Soto-Barrera)

#### **4.11 Satisfacción social y comunitaria**

El objetivo principal de la gestión inteligente de alumbrado público es satisfacer las necesidades del usuario creando un ambiente de confort protegiendo los bienes tanto públicos como privados. El sistema a implementar converge en un punto donde se mezclan la eficacia, responsabilidad, el deber y los conceptos económicos. Se planea reducir tiempos y costos de operación y mantenimiento, siempre buscando reemplazar los procesos correctivos con programas de prevención eficaces.

(Soto-Barrera)

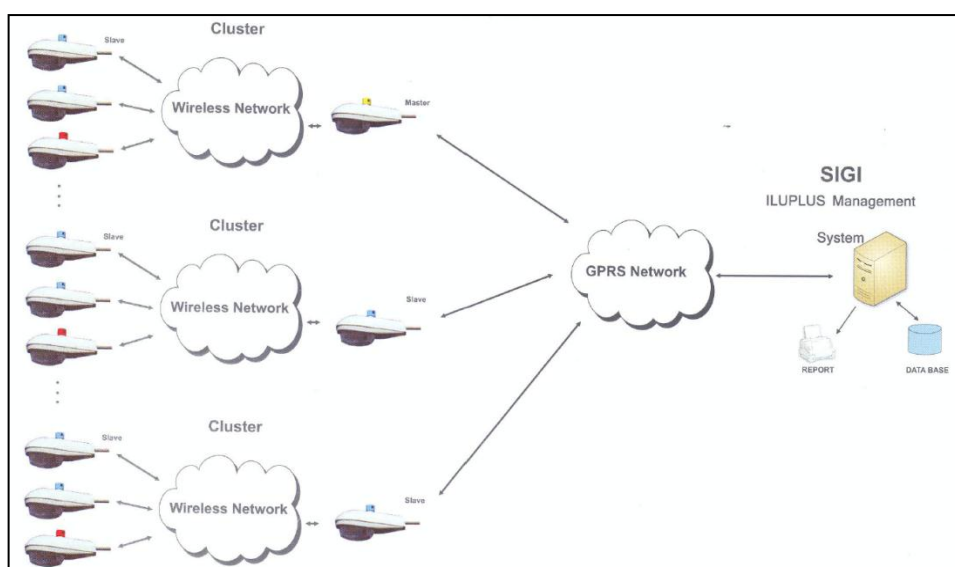
#### 4.12 Rápido retorno de la inversión

Dependiendo del enfoque inicial del proyecto (potencia y porcentaje de potencia regulada), se puede lograr un periodo de retorno de la inversión de cinco años o menos. Estos aspectos básicos cubren de forma general lo que se busca obtener con un proyecto de tal magnitud. La tentativa de un sistema de control que genere ahorros significativos es por demás atrayente en un entorno como el actual, en el que la prioridad debería ser el ahorro, antes que la producción.

(Soto-Barrera)

#### 4.13 ILUPLUS

El siguiente es el diagrama del sistema propuesto para el ILUPLUS.



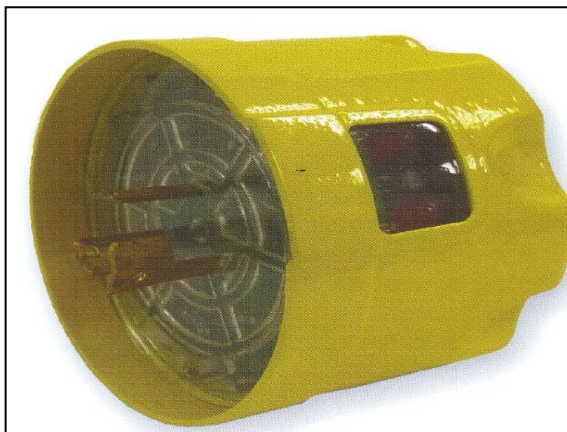
**Gráfico 16. Diagrama del sistema propuesto para el ILUPLUS**  
(www.excelec.com)

La compañía Excelec se estableció en 1982. En 1987 Excelec comenzó la fabricación de productos bancarios, desde entonces Excelec había complementa su cartera de productos de adición de nuevos equipos. Hoy Excelec ofrece soluciones completas y equipos para los bancos, la distribución de energía eléctrica y alumbrado público, RFID de recolección de tarifas y tablas fiscales.

Hoy Excelec tiene Excelec International, una compañía hermana creada en 2007 para la fabricación de los productos Excelec. Excelec International se encuentra en la Zona Franca de Rio negro cerca de Medellín, Colombia.

Excelec International es ISO9001: 2008 certificado que garantiza la fabricación eficiente y de buena calidad. Gracias a la ubicación internacional Excelec en una Zona de Libre Comercio, es posible enviar productos a cualquier lugar en todo el mundo, evitando trámites y reducir los precios.

ILUPLUS es un producto para la telegestión del alumbrado público. Para que un sistema eléctrico en este caso la UCSG, tenga toda la información del o que sucede con su sistema de alumbrado público en la palma de su mano. Este es un sistema económico, inalámbrico y además con características plug and play Los ILuplus en su configuración forma Clúster por grupos entre 40 o 50 dependiendo de las necesidades, los cuales se comunican con el estándar IEEE 802.15.4 de comunicaciones Zigbee entre el clúster, teniendo en cuenta que un ILuplus del clúster sería el maestro con estándar GPRS el cual recibe la información de todo el grupo y la envía por su red de comunicaciones móviles enrutando toda la información hacia el servidor al centro de datos, el cual se administra y monitorea la red de luminarias. ([www.excelec.com](http://www.excelec.com))



**Gráfico 17. Fotocontrol Iluplus**  
([www.excelec.com](http://www.excelec.com))

Los ILuplus son equipos livianos, eficientes, y seguros que están diseñados con el estándar de control de una fotocelda tradicional exigidos por las legislaciones internacionales y además con todo el cumplimiento de las normatividades mundiales.

#### **4.14 Características destacables del Iluplus y el sistema en general**

- Fácil implementación (no se requiere de nada, solo reemplazar la fotocelda y conectar el ILUPLUS). Plug and Play
- Compatibilidad con los estándares de la industria y con los estándares de control de alumbrado público.
- Compatible con un amplio rango de bombillas y voltajes.
- Ahorro de costos relacionados con la búsqueda de fallas en el alumbrado público.
- Reduzca el número de cuadrillas para la administración y soporte.
- Incremente la satisfacción de los usuarios frente al servicio.
- Reduzca tiempos entre falla y solución.
- Detección avanzada de las fallas en el alumbrado.

- Monitoreo de las condiciones de entorno. (Mejora de niveles ambientales).
- Bajo costo de comunicaciones derivado del eficiente diseño inalámbrico en las comunicaciones.
- Registro por GPS de la luminaria que se ha dañado para el soporte y reparación.
- Reduzca el número de camiones con escalera para el diagnóstico de su red.
- Reducción de un 30% de consumo de energía por dimerización (www.excelec.com)

#### **4.15 Gestión de la información**

Excelec además de ofrecer productos de primera calidad, Ofrece servidores robustos apoyándonos en nuestra experiencia de más de 27 años en la elaboración de soluciones para el sector transaccional.

#### **4.16 El servidor (Iluhost) para la operación y control de los ILUPLUS**

El servidor tiene entre otras las siguientes funcionalidades:

- Alta capacidad para manejo de transacción.
- Monitorización en línea. On line y offline
- Reportes eléctricos del estado de las luminarias.
- Manejo de la información y administración a la medida.
- Alertas de la red de luminarias como encendido a deshora, factor de potencia por fuera del nivel normal, alerta voltaje por estar por encima o bajo del nivel normal igualmente alertas de corrientes .
- Estados de las luminarias; Luminaria apagada ,encendida, proceso de encendido



- Reportes de consumo en kWh y kVAR .
- Posición georeferenciada de la luminaria previamente ingresando las coordenadas al servidor.
- Informes de Movimiento como: Voltaje de la luminaria en el tiempo, corriente, VRMS, W, Factor de potencia, Potencia Reactiva .
- Informes de respectivas alarmas
- Log de eventos.

El servidor puede ser operado desde tantas estaciones como se quiera, y esas estaciones pueden estar ubicadas remotamente, es decir que el servidor puede estar ubicado en un lugar con restricciones de acceso y ser operado desde un lugar remoto. El hardware requerido para el servidor, incluyendo Server, UPS, etc. no es suministrado por Excelec.

**(www.excelec.com)**

#### 4.17 Operación

El servidor tendrá en ejecución una aplicación, la cual opera de cara al usuario con las siguientes interfaces:

#### 4.18 Pantalla principal



**Gráfico 18. Pantalla principal software Iluhost  
(www.excelec.com)**

Pantalla de acceso, donde el administrador del control de gestión tiene acceso a la plataforma o usuarios de ingreso para entrar al sistema de información, esta es la pantalla por defecto y será con la que inicia la aplicación.

#### 4.18.1 Sistema IluPlus está dividido en dos:

##### 4.18.1.1 Seguridad



**Gráfico 19. Pantalla de seguridad sistema Iluh (www.excelec.com)**

Esta opción está dividido en tres módulos, un módulo para editar todas las opciones que presente el servidor, otro módulo de creación de grupos y otro módulo de para generar nuevos usuarios para el ingreso de la plataforma.

#### 4.18.1.2 IluPlus



**Gráfico 20. Pantalla para la visualización de las zonas control (www.excelec.com)**

departamentos, ciudades, maquinas, zonas, parámetros, instalaciones, movimientos, alertas, solicitudes, limbo, reporte movimientos, reporte alertas. Cada módulo tiene una función y configuración especial que previamente será expuesta en una capacitación, teniendo en cuenta una negociación posible.

**(www.excelec.com)**

#### 4.19 Características técnicas del ILUPLUS

- Voltaje de operación del control: 85 to 265 VAC 50/60HZ
- Carga máxima: 400 watt
- Vida(número de operaciones) : 50,000 operaciones
- Temperatura de Operación: -40° to +70° (-40°F to +158°F)
- Protección de sobretensión: 80J
- Consumo de potencia (promedio): < 1W
- Fococelda: Cadmium Sulphide (Cds)
- Luz ambiente para encender: Programable (60 lux )
- Luz ambiente para apagar: Programmable (20 lux )

- Detección de falla de la lámpara: Detección por corriente activa o reactiva.
- Comunicaciones en el cluster: 900 MHZ
- Distancia max entre luminarias línea recta: Mínimo 100 MTS (328 Ft) o más
- Distancia max entre luminarias en esquina: 100 MTS (65Ft) a cada lado de la esquina
- Comunicación Maestro - Central: GPRS a través de la red celular. Seguridad de Comunicaciones: Algoritmo de descripción propietario.
- Carga remota de Parámetros: Si
- Carga remota de Programa: Si
- Medición de Voltaje de Línea: Si
- Medición de Consumo Potencia Activa: Si.
- Medición de Consumo Potencia Reactiva: Si. Limitación La única limitación de los Iluplus es que la función de dimerización no opera en luminarias tipo CWA.  
([www.excelec.com](http://www.excelec.com))

## CONCLUSIONES

1. La propuesta es eficiente por lo que consigue el objetivo de disminuir considerablemente las perdidas por alumbrado público y esto disminuye la facturación por energía de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, retornando la inversión en el transcurso de un año.
2. Con esta propuesta podremos corregir la iluminación pública de la U.C.S.G para que este 100 % operativo el alumbrado dentro del Campus.
3. Gracias a los ILUPLUS hemos concluido , que se tiene el control y Monitoreo remoto total de la luminarias , esto beneficia significativamente al ambiente ya que no tendremos luminarias encendidas durante el día , ni luminarias encendidas cuando ya han pasado las 6H30 A.M como máximo y por otro lado a altas horas de la noche con poco tránsito vehicular y de peatones logra bajar la potencia de dichas luminarias para así ahorrar más energía y esta pueda ser utilizada para otra situación que se requiera, siendo más óptima esta propuesta.
4. Se puede planificar una corrección inmediata de la luminaria que se encuentre en mal estado, por lo que el software permite ver el daño en tiempo real y dando las coordenadas de dicha luminaria, de esta manera se brinda seguridad y bienestar a los alumnos y colaboradores de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

## RECOMENDACIONES

1. Es necesario que se tome en cuenta a esta investigación que hemos hecho y se logre financiar este proyecto, ya que sería beneficioso para la universidad, en el aspecto económico que ahorrarían dinero una vez recuperada la inversión y las pérdidas de energía bajarían. Por lado la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil sería la pionera en implementar un proyecto de este tipo en el Ecuador, más que todo es de carácter ambientalista siendo ejemplo para otras instituciones con este aporte.
2. Impulsar que los alumnos tiendan a realizar más proyectos para preservar el medio ambiente y se refuercen materias en este ámbito que es tan importante para el planeta.
3. Es importante que en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil agregue en el pensum o se incluyan cursos de manejo de información georeferenciada, que actualmente tanto las Empresas Eléctricas, Telecomunicaciones, Municipalidades y proyectos en general se encuentran utilizando software SIG y están realizando levantamientos georeferenciados y nuevas propuestas.
4. El sistema inteligente de gestión de Alumbrado Público sería importante que se lo apliquen en las Empresas Eléctricas de distribución en el Ecuador, por lo que bajarían sus pérdidas de energía notablemente y podrían comercializar esa energía antes desperdiciada por alumbrado público, pudiendo financiar este proyecto a largo plazo por la cantidad de luminarias que tienen en su sistema eléctrico.

## BIBLIOGRAFÍA

Menéndez Diez, Faustino. (2003). Higiene Industrial: Manual para la formación del Especialista. Tema 9, Iluminación. Valladolid: Editorial Lex Nova, S.A.

Pantigoso Henry, (2009) ARCGIS, Grupo Editorial Megabyte

Philips. (1995). Manual de iluminación. Capítulos II, III y IV. Ediciones Philips Iluminación.

Pozo-Ruz, A., Ribeiro, A., García-Alegre, M. C., García, L., Guinea, D., & Sandoval, F. (2000). Sistema de Posicionamiento Global (GPS): Descripción, Análisis de Errores, Aplicaciones y Futuro. *Mundo*

Taboada, J.A. (1983). Manual de luminotecnia. Capítulo II, Visión e Iluminación. OSRAM. Madrid: Editorial Dossat S.A.  
*Electrónico, Febrero.*

Weigel, R.G. (1973). Luminotecnia, sus principios y aplicación. Capítulo 6, Alumbrado interior. Barcelona: Editorial Gustavo Pili S.A.

Westinghouse. (1989). Manual del alumbrado. Capítulo 5, Niveles de Iluminación; Capítulo 10, Alumbrado de industrias. Madrid: Editorial Dossat.

García, José. ( 2012 ), *Así funciona el gps* (Citado el 28 de Agosto del 2013)  
[http://www.asifunciona.com/electronica/af\\_gps/af\\_gps\\_10.htm](http://www.asifunciona.com/electronica/af_gps/af_gps_10.htm)

Hernández, Alberto (2007), *Alumbrado interior de edificaciones comerciales*. (Citado el 29 de Agosto del 2013)  
[http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado\\_Residencial.pdf](http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado_Residencial.pdf).  
Universidad de Colombia

Euroresidentes . Que es el gps. Citado el 29 de Agosto del 2013

Exclec, Ilupus, <http://www.excelec.com>

Luxtronic, (2008), Historia del alumbrado público, (Citado el 29 de Agosto del 2013) <http://www.luxtronic.com.mx/alumbrado-publico/breve-historia-del-alumbrado-publico/>

Tu veras, Luminarias, (Citado el 29 de Agosto del 2013)  
<http://www.tuveras.com/luminotecnica/lamparasyluminarias.htm>



## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

**GEOREFERENCIA:** Es el posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial en un sistema de coordenadas determinado.

**ILLUPLUS:** Es un sistema de fotoceldas para control de alumbrado público que ofrece comunicación remota, medición y disminución de consumo.

**HID (HIGH INTENSITY DISCHARGE):** En español descarga de alta intensidad, son un tipo especial de lámparas de haluro metálico que se utiliza en la iluminación de calles, estadios, parques e industrias.

**GPS:** Es un sistema global de navegación por satélite, que permite ubicar y localizar la posición de un persona, vehículo u objeto con una exactitud de pocos centímetros, el sistema está constituido por 24 satélites y utiliza la triangulación para ubicar la posición.

**GNSS (SISTEMA GLOBAL DE NAVEGACIÓN POR SATELITE):** Es un grupo de satélites que emiten señales usadas para la localización y posicionamiento ya sea en aire, tierra o mar, para la navegación, sistemas hidrográficos, transporte, agrícolas y geodésicos.

**ARGIS:** Es un sistema informático relacionado con los sistemas de información geográfica producido por ESRI (Environment System Research Institute) se utiliza para la captura, análisis, edición, tratamiento, diseño, publicación e impresión de la información geográfica.

**SIG (SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA):** Es un sistema complete organizado por hardware, software y datos geográficos

**INEN (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION):** Organismo técnico nacional que contribuye a garantizar el cumplimiento de los derechos del ciudadano en base a las normas técnicas

**CONELEC (CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD):** Organismo estatal que tiene como objetivo proporcionar al país un servicio eléctrico de alta calidad y confiabilidad, para garantizar su desarrollo económico y social, dentro de un marco de competitividad en el mercado de producción de electricidad.

**SHAPE FILE:** El formato **Shapefile** (SHP) es un formato de archivo informático propietario de datos espaciales desarrollado por la compañía ESRI quien desarrolla y comercializa software para Sistemas de Información Geográfica.

**EXCELEC:** Empresa que se orienta a la fabricación de productos y soluciones completas y equipos para la banca, la distribución eléctrica e iluminación, RFID para recaudo y tarjetas fiscales.

**ISO9001:** Es una norma elaborada por la Organización Internacional para la Estandarización que especifica los requisitos para un Sistema de gestión de calidad para su aplicación interna por las organizaciones, para su certificación o con fines contractuales.

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### Precios y condiciones

#### Valor Iluplus Esclavo para venta

Tabla 4. Valor Iluplus Esclavo para venta para Ecuador

<b>CANTIDAD DE CONTROLES</b>	<b>PRECIO (USD) Medellín</b>
Menos de 5000	\$ 77,00
5.001 a 10.000	\$ 66,00
10.001 a 50.000	\$ 62,00
50.000 a 100.000	\$ 60,00
Más de 100.000	\$ 55,00

Autor: Soto - Barrera

#### Valor Iluplus Maestro para venta

Tabla 5. Valor Iluplus Maestro para venta para Ecuador

<b>CANTIDAD DE CONTROLES</b>	<b>PRECIO (USD) Medellín</b>
0-100	\$ 193,00
101-500	\$ 181,00
501-1.000	\$ 164,00
1001 a 5000	\$ 150,00
Más de 5000	\$ 138,00

Autor: Soto - Barrera

### Valor del Servidor Iluhost (Software de monitoreo)

**Tabla 6. Valor del Servidor Iluhost (Software de monitoreo)**

<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO (USD)</b> <b>Medellín</b>
Iluhost por Licencia	\$ 4.000,00

Autor: Soto - Barrera

### Valor Terminal Portátil para programación por infrarrojos PG1

**Tabla 7. Valor Terminal Portátil para programación por infrarrojos PG1**

<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO (USD)</b> <b>Medellín</b>
1	\$ 936,00

Autor: Soto - Barrera

**Nota:** Para un pedido de más de 100.000 Iluplus Excelec entrega una licencia gratis teniendo en cuenta que si desean un cambio en el servidor o una aplicación nueva esta tendrá un costo de hora por desarrollo de Software.

### Condiciones generales de esta propuesta

#### Precios:

Los precios están expresados en dólares que se liquidarán a la TRM de la fecha de cada una de las facturas o cuentas de cobro de anticipos. Los precios no tienen incluido el impuesto de valor agregado (IVA).

**Forma de Pago:**

Cincuenta por ciento (50%) del valor total del pedido se pagará como anticipo al momento de colocar la orden de compra. El 50% restante se pagará contra entrega. Las partes pueden acordar entregas parciales, con lo cual en cada entrega parcial se pagará el 50% restante correspondiente a cada entrega.

Para el caso de los servicios se pagarán mes anticipado y multiplicando el valor por el número de maquina instaladas. Durante la duración del contrato.

**Tiempo de entrega de Iluplus Esclavo y maestro:**

90 días a partir de la confirmación del pedido.

**Tiempo de entrega del Servidor Iluhost:**

90 días a partir de la aceptación del levantamiento de arquitectura de información.

## ANEXO 2

### ANÁLISIS ECONOMICO Y FORMULAS.

**PERDIDAS POR BALASTROS:** Es de 14 % de pérdidas por cada luminaria de esta manera se han realizado los cálculos de pérdidas y consumos.

**ILLUPLUS esclavo:** Se utilizaría uno por luminaria, este Illuplus es que reemplazara a la fotocélula común y corriente, por ende se comprarían por el total de luminarias existentes en el campus de la universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

**ILLUPLUS maestro:** Se utilizaría uno por circuito de luminarias para así poder tener el control y comunicación hacia el servidor o software.

**SOFTWARE lluhost:** Es el que monitoreara, receptara y almacenara la información de cada una de las luminarias del Campus de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil en tiempo real una vez ingresadas las coordenadas al software y se obtendrán las coordenadas de dichas luminarias que están apagadas o en mal estado para así programar su reparación inmediatamente.

**CONEXIONES Y GASTOS DE CONEXIONES:** para poder instalar el Software tiene la necesidad de este terminal infrarrojo.

**FOTOCÉLULAS AL AÑO:** Se cambian alrededor del 30 % de las fotocélulas en el año pero solo considerando que están en mal estado por no encender la luminaria , pero obviamente no se cambian las que se encuentran directas y se mantienen encendidas o se encienden a deshoras.

**AHORRO SISTEMA ILUPLUS ANUAL:** Tenemos un ahorro de energía anual de \$ 4.312.88 programando el iluplus a las 23h00 que baje su potencia al 40 % por dimerización.

**AHORRO DE LAS PERDIDAS:** Este es un ahorro de energía por lo que no se desperdicia con luminarias encendidas durante el día y se cambiarían las fotocélulas muy sensibles que hacen que la luminaria no opere en condiciones normales y haga que se encienda cuando no es necesario.

**AHORRO EN PERDIDAS POR ILUMINACIÓN:** Es la suma entre el ahorro por el sistema Iluplus Anual, más ahorro de las pérdidas, mas reducción de personal y mantenimiento. **\$ 16,831.57**

**CONCLUSIÓN RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.:** Se demuestra en el cálculo de análisis económico que mediante el ahorro de las pérdidas por iluminación y ya no adquirir fotocélulas convencionales sean electrónicas o mecánicas, se tendría un ahorro muy significativo de energía en un año se recuperaría la inversión e incluso se disminuiría el personal, por lo que ya se sabrían las necesidades y fallas en el alumbrado público de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.