

**EVALUACIÓN Y REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN
DEL ALUMBRADO PÚBLICO EXTERNO DEL CAMPUS CENTRAL DE LA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, CON EL ENFOQUE DE USO
RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA**

**David Armando González Toloza
Wilson Fabián Grimaldos Prada
Ing. Eléctrica.**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2014

**EVALUACIÓN Y REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN
DEL ALUMBRADO PÚBLICO EXTERNO DEL CAMPUS CENTRAL DE LA
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, CON EL ENFOQUE DE USO
RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA**

David Armando González Toloza

Wilson Fabián Grimaldos Prada

Ing. Eléctrica.

Trabajo de grado para optar al título de ingeniero electricista

Director:

Gabriel Ordóñez Plata

Ing. Electricista

Codirector

Ing. Iván Augusto Rojas Camargo

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2014

DEDICATORIA

Agradezco principalmente a Dios que me dio fuerzas para siempre afrontar todos los retos que se me presentaron a lo largo de este camino, a mis padres María Oliva y Luis Eduardo que jamás dejaron de apoyarme y de alentarme durante mi carrera, siempre confiaron y creyeron en mí sin importar lo difícil que pareciera y a los demás miembros de mi familia que me alentaron con sus palabras.

A los profesores que hicieron parte de mi formación profesional como ingeniero electricista y me ayudaron a crecer personalmente, a ellos que compartieron sus conocimientos y experiencias conmigo, a los que creyeron en mí cuando incluso yo dude de mis capacidades y a los que me apoyaron más de lo que les exige se debe, gracias profesor Gabriel por darnos la oportunidad de realizar este trabajo de grado y a los demás profesores que siempre estuvieron ahí dándome su apoyo.

Gracias a mi novia Leydy que siempre animo me apoyo y estuvo a mi lado, me recordó que el camino que había recorrido era bastante y que cada momento era mucho más corta la distancia para cumplir esta meta.

A mis amigos que siempre estuvieron en las buenas y en las malas sin importar la hora del día siempre estaban para apoyarme, tanto por dentro como por fuera de las clases, gracias Dieguito, Diego, Viviana, Andrés, Daysy, Miller, Wilmar, Lizeth y a todos los demás amigos y compañeros con los que compartí conocimientos a través del tiempo Oscar C, Jonathan, Rolando. Alberth, Edison, Edward, Edwin, Carlos M, Adrián, Anderson M, Liceth, Sonia, Oscar R, Jorge, Anderson G, Joan, Cristhian, Carlos S, Ginny, Ana, Gerardo. Un agradecimiento especial a mi compañero de proyecto David porque sin su ayuda esto tampoco sería posible.

Wilson Fabián Grimaldos Prada

DEDICATORIA

A mi Dios por acompañarme en cada momento de mi vida, por darme fuerza y sabiduría para continuar adelante cuando más lo necesite, para alcanzar este gran logro.

A mis padres por su amor infinito, confianza y apoyo sin los cuales nada de esta felicidad sería posible, gracias por tanto esfuerzo, dedicación y paciencia que me brindaron para alcanzar esta meta.

A mis hermanos por no dejarme desfallecer, que con sus palabras de apoyo y compañía siempre me brindaron fortaleza para afrontar todos los obstáculos que se presentaron en la carrera.

A mis grandes amigos y compañeros de carrera con quienes luchamos juntos todo este proceso de formación profesional Adrián, Edward, Carlos, Diego P, Diego B, Giovanni, Edwin, Camilo, Laura, Luz Ángela, Viviana, Diana, que en los malos y buenos momentos siempre los afrontamos juntos gracias.

A mi compañero de proyecto Wilson Fabián solo me queda agradecerle porque gracias a él esta gran meta de ser profesional se hizo posible.

David Armando Gonzalez Toloza

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1 JUSTIFICACIÓN	19
2. OBJETIVO GENERAL	20
2.1 OBJETIVO GENERAL	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3. MARCO TEÓRICO	21
3.1 HISTORIA DE LA ILUMINACIÓN LED	21
3.2 SISTEMAS DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICOS	26
3.3 ILUMINACIÓN CON TECNOLOGÍA LED Y UTILIZANDO COMO FUENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA LOS PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS	27
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE ILUMINACION EXTERIOR DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UIS	30
4.1 SISTEMA DE ILUMINACIÓN EXTERIOR ACTUAL	30
4.1.1 Estado actual del sistema de iluminación de exteriores de la UIS.	30
4.1.2. Luminarias.	31
4.1.3 Cámaras de inspección del sistema eléctrico.	32
4.1.4 Cableado existente en la red eléctrica de alumbrado de exteriores del campus central de la UIS.	32
4.1.5 Inventario de la red existente.	34
4.1.6 Cálculos fotométricos de la red (Método Europeo de los 9 puntos).	34
4.2 PROPUESTAS DE REDISEÑO DEL ALUMBRADO PÚBLICO DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	39
4.2.1 Exigencias técnicas enviadas a los proveedores para el diseño.	40
4.2.2 Clasificación del sistema de alumbrado público.	40
4.2.3 Requerimientos específicos de las luminarias.	42
4.2.4 Exigencias del retilap para la propuesta de diseño fotométrico.	48
4.3 ELECCIÓN DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN	49
4.3.1 Memorias de cálculo.	51
4.4 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO	53
4.4.1 Irradiancia promedio.	55
4.4.2 Insolación.	56
4.4.3 Brillo solar (horas equivalentes).	57
4.4.4 Días sombra/ días soleados	58
4.4.5 Tensión del sistema.	60
4.4.6 Carga de diseño.	60
4.4.7 Paneles solares fotovoltaicos.	61
4.4.8 Baterías.	63
4.4.9 Regulador de carga.	65
4.4.10 Inversor.	66
4.5 COSTOS DE INVERSIÓN	67
4.5.1 Diseño iluminación LED.	67

4.5.2 Diseño iluminación LED y sistema de generación fotovoltaico.	68
4.5.3 Diseño de un sistema de iluminación con suministro de energía híbrido, sistema de generación solar fotovoltaico con respaldo de la RED.	69
4.5.4 Diseño de iluminación LED con kit de generación solar fotovoltaica independiente	71
4.6 VIABILIDAD	72
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.	77
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
ANEXOS	84

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1 FRECUENCIAS DE EMISIÓN TÍPICAS DE LOS LED.	23
TABLA 2 CARACTERÍSTICAS DE LAS LÁMPARAS.	24
TABLA 3 CARACTERÍSTICAS CÉLULAS DE LOS PANELES SOLARES	27
TABLA 4 RESUMEN CÁLCULOS LUMINANCIA.	36
TABLA 5 RESUMEN CÁLCULOS LUMINANCIA.	37
TABLA 6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS LUXOMETRO FX-200	38
TABLA 7 REQUISITOS MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN PARA TRÁFICO PEATONAL	39
TABLA 8 PARÁMETROS FOTOMÉTRICOS REQUERIDOS PARA LOS TRES SECTORES DONDE SE INSTALARA EL ALUMBRADO EXTERIOR	42
TABLA 9 CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS DE LAS LUMINARIAS TIPO LED	43
TABLA 10 ÍNDICE DE PROTECCIÓN IP CONCEPTO CIFRA 1	44
TABLA 11 ÍNDICE DE PROTECCIÓN IP CONCEPTO CIFRA 2	45
TABLA 12 CATEGORÍA DE ESFUERZO EN JOULE	46
TABLA 13 CUADRO DE CANTIDADES LUMINARIAS	50
TABLA 14 RESUMEN ZONA 1	51
TABLA 15 RESUMEN ZONA 2	52
TABLA 16 RESUMEN ZONA 3	52
TABLA 17 PROMEDIOS DE IRRADIANCIA /HORA	55
TABLA 18 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS PANELES SOLARES	61
TABLA 19 CARACTERÍSTICAS DE LAS BATERÍAS	63
TABLA 20 CARACTERÍSTICAS REGULADOR DE CARGA	66
TABLA 21 CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR	66
TABLA 22 RESUMEN DE PRESUPUESTO DISEÑO ILUMINACIÓN LED.	68
TABLA 23 RESUMEN DE PRESUPUESTO DISEÑO ILUMINACIÓN LED CON GENERACIÓN FOTOVOLTAICA	69
TABLA 24 RESUMEN DE PRESUPUESTO DISEÑO ILUMINACIÓN LED Y GENERACIÓN FOTOVOLTAICA CON RESPALDO DE RED	71
TABLA 25 RESUMEN DE PRESUPUESTO DISEÑO DE ILUMINACIÓN CON KIT FOTOVOLTAICO INDEPENDIENTE	72
TABLA 26 CONSUMO ENERGÍA ANUAL.	73
TABLA 27 ANÁLISIS DE COSTOS DE LOS DISEÑOS	74

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1 RENDIMIENTO DE UNA LÁMPARA INCANDESCENTE.	22
FIGURA 2 ORIGEN DE LA TECNOLOGÍA LED, ELECTROLUMINISCENCIA	24
FIGURA 3 NIVELES ENERGÉTICOS DE UN SEMICONDUCTOR	25
FIGURA 4 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO	28
FIGURA 5 ILUMINACIÓN CON LÁMPARA LED Y PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO	29
FIGURA 6 ESTADO ILUMINACIÓN EXISTENTE	31
FIGURA 7 ESTADO DE CÁMARAS DE INSPECCIÓN DE LA RED ELÉCTRICA DE ALUMBRADO PÚBLICO.	32
FIGURA 8 CABLEADO DE LA RED EXISTENTE DE ALUMBRADO PÚBLICO.	33
FIGURA 9 CONFIGURACIONES MÉTODO EUROPEO DE LOS 9 PUNTOS	35
FIGURA 10 LUXOMETRO FX-200 THE WATT STOPPER	38
FIGURA 11 UBICACIÓN Y ZONIFICACIÓN DEL PROYECTO	40
FIGURA 12 LUMINARIA ACROLED	50
FIGURA 13 LUMINARIA VEGALED	50
FIGURA 14 ESTACIÓN METEOROLÓGICA	54
FIGURA 15 IRRADIANCIA PROMEDIO HORA-DÍA	56
FIGURA 16 HORAS EQUIVALENTES – BRILLO SOLAR	58
FIGURA 17 INFLUENCIA DE OBJETOS SOBRE LA CELDA SOLAR	59
FIGURA 18 GRAFICA PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA (MPPT)	61
FIGURA 19 GRAFICA COSTOS AÑO A AÑO	75

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. CALCULOS FOTOMETRICOS POR EL METODO EUROPEO DE LOS 9 PUNTOS	84
ANEXO B. REGULACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA EXISTENTE.	85
ANEXO C. FICHAS TECNICAS DE LUMINARIAS DE DISEÑO.	90
ANEXO D. PARÁMETROS DE DISEÑO DEL FABRICANTE	96
ANEXO E. PARÁMETROS ELÉCTRICOS Y CIVILES ASOCIADOS AL PROYECTO	96
ANEXO F. ANALISIS IRRADIANCIA	98
ANEXO G. CANTIDADES DE OBRA	98
ANEXO H. PRESUPUESTOS	102
ANEXO I. ANALISIS DE COSTOS	102
ANEXO J. PLANOS	102
ANEXO K. ESPECIFICACIONES TECNICAS PARTICULARES	102

RESUMEN

TITULO:

EVALUACIÓN Y REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO EXTERNO DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, CON EL ENFOQUE DE USO RACIONAL Y EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA *

AUTORES:

David Armando Gonzalez Toloza y Wilson Fabián Grimaldos Prada. **

Palabras Claves: Alumbrado Exterior, Diseño, Energía Fotovoltaica, Iluminación, Tecnología LED.

Realizado un análisis de las nuevas tecnologías utilizadas para la iluminación de alumbrado público y/o exterior como lo son la tecnología LED y la generación solar fotovoltaica como fuente de alimentación se hizo un dimensionamiento diferentes diseños que cumplieran con las necesidades requeridas por la Universidad Industrial de Santander (UIS) y basando dichos diseños en los reglamentos técnicos colombianos RETIE y RETILAP.

Se establecieron necesidades en el alumbrado público de la UIS viendo las diferentes posibilidades de inversión en cada uno de los proyectos planteados, como lo son; Iluminación LED, Iluminación LED con generación fotovoltaica aislada, Iluminación LED con generación fotovoltaica con respaldo de red e iluminación LED con kit solar independiente. Se plantea un análisis de la viabilidad de los mismos, se hace una comparación entre las diferentes propuestas, comparando los costos por construcción, operación, administración y mantenimiento de cada uno, en un periodo de treinta años, obteniendo como conclusión un proyecto viable para la Universidad Industrial de Santander.

Después de analizadas las propuestas se encontró como resultado que la propuesta que tiene mayores ventajas entre las cuatro propuestas es iluminación LED con alimentación convencional, en comparación con las demás que necesitan una bancada almacenadora de energía que aún es costosa en el mercado y poco eficiente, por lo cual el incremento al remplazar las baterías en el momento de ser necesario es muy elevado y no deja recuperar la inversión, con base en la propuesta seleccionada se puede realizar el proyecto de iluminación en la UIS y éste proyecto puede servir de base para proyectos nuevos de las tecnologías analizadas.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Físico Mecánicas. Escuela de ingenierías eléctrica, electrónica y telecomunicaciones. Director. Gabriel Ordoñez Plata. Iván Augusto Rojas Camargo.

SUMMARY

TITLE:

EVALUATION AND REDESIGN OF CENTRAL CAMPUS OF THE UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER LIGHTING STREET LIGHTING ELECTRICAL OUTSIDE WITH RATIONAL APPROACH AND EFFICIENT USE OF ELECTRICITY*

AUTHORS:

David Armando Gonzalez Toloza y Wilson Fabián Grimaldos Prada. **

KEY WORDS: Outdoor Lighting, Design, Energy Photovoltaic, Lighting, LED Technology.

Performed an analysis of the new technologies used for Lighting Street lighting and / or external such as LED technology and solar photovoltaic generation and supply slightly different sizing designs that met the needs required by the Universidad Industrial de Santander (UIS) and basing such designs in technical regulations and RETILAP RETIE Colombians. Requirements were established in the public lighting of the UIS seeing the different investment opportunities in each of the proposed projects, as they are; LED Lighting, LED Lighting isolated photovoltaic generation, LED lighting with photovoltaic generation network backup and LED lighting with separate solar kit. An analysis of the feasibility of such arises, a comparison between the different proposals made by comparing the costs of construction, operation, management and maintenance of each in a period of thirty years, earning a viable project conclusion for Universidad Industrial de Santander.

After analyzed the proposals are found as a result that the proposal has greater advantages among the four proposals is conventional power LED lighting, compared to others who need a power bench warehousing is still costly and inefficient market, therefore increased to replace the batteries when necessary is very high and continues payback, based on the selected proposal may make the lighting project at UIS and this project can serve as a basis for projects new technologies analyzed

* Proyecto de Grado

* Facultad de Físico Mecánicas. Escuela de ingenierías eléctrica, electrónica y telecomunicaciones. Director. Gabriel Ordoñez Plata. Iván Augusto Rojas Camargo.

INTRODUCCIÓN

El mundo viene evolucionando tecnológicamente, esto ha generado un elevado consumo energético necesario para satisfacer las necesidades básicas de la sociedad, lo cual ha hecho que varios gobiernos implementen campañas con el objeto principal de hacer uso racional de la energía. En Colombia el Decreto 2331 del 2007 [1], establece que las entidades oficiales de cualquier orden deben hacer un uso racional de la energía instalando bombillas ahorradoras, específicamente Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC) de alta eficiencia, esto con el fin de hacer un uso racional y eficiente de la energía [2].

Cada día el crecimiento del consumo de energía es mayor, en todo el mundo, las cargas eléctricas se están incrementando cada día más, lo cual está llevando al agotamiento de los recursos energéticos no renovables y por ende al encarecimiento del servicio. Por esto es importante tener medios alternativos de generación y un uso racional de energía, para lograr un ahorro en el consumo energético mensual [3].

Para lograr ahorros en el consumo de energía es necesario realizar una revisión de las aplicaciones en materia de iluminación. La tecnología LED que permite mejorar: La eficiencia energética, la calidad de luz para la durabilidad de los sistemas de iluminación tradicionales, y diseño de sistemas eléctricos, es una alternativa potencial en el ahorro de energía.

Este trabajo de grado se orienta al estudio de la metodología que actualmente se encuentra disponible en el mercado para el alumbrado público, analizando la viabilidad y aplicabilidad de dichos elementos y procedimientos, en este caso la tecnología LED [4], para luego ser adaptados e implementarlos en el sistema de alumbrado público del campus central de la Universidad Industrial de Santander

con la posibilidad de que la energía eléctrica requerida sea generada por paneles solares fotovoltaicos incorporados a las propias lámparas de iluminación.

La organización del documento que contiene el desarrollo del trabajo de grado es la siguiente: El Capítulo 2 contiene el planteamiento del problema con la justificación del trabajo realizado y los objetivos planteados, posteriormente en el Capítulo 3 se realiza una breve descripción de la historia de la iluminación LED, los sistemas de generación fotovoltaicos e iluminación LED utilizando como fuente de energía eléctrica paneles solares.

En el Capítulo 4 se plantea la descripción del proyecto, así como el estado actual de la red eléctrica, luego se describen las propuestas para el diseño de la iluminación, donde se encuentran las especificaciones técnicas solicitadas a los proveedores. En ellas se clasifico sistema de alumbrado público de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP. También se realiza el dimensionamiento de un sistema de generación solar fotovoltaico aislado basado en el diseño de iluminación y los datos de irradiancia tomados en el Campus central de la Universidad Industrial de Santander, y los costos de inversión de las cuatro diferentes propuestas. Iluminación LED alimentada por la red, iluminación LED alimentada por un sistema de generación fotovoltaica aislada, iluminación LED alimentada por un sistema de generación fotovoltaico con respaldo de la red eléctrica e iluminación LED alimentada por un kit de generación fotovoltaico independiente y la viabilidad de cada una de ellas.

El documento finaliza con el Capítulo 5 donde se presentan las conclusiones, recomendaciones y futuros desarrollos a que se llegaron con la realización de este trabajo de grado.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El petróleo, el gas natural, la energía hidráulica y la energía nuclear son las fuentes de energía tradicionales utilizadas por el hombre para atender la demanda energética a nivel mundial [5], no obstante, el consumo irracional de la energía acelera el agotamiento de los recursos naturales y a su vez eleva los precios, afectando a consumidores y productores [6].

El consumo eléctrico se ha disparado en los últimos años debido al nivel actual de vida y crecimiento económico del país. El consumo inadecuado de la energía aumenta el gasto financiero y a su vez es el causante de la destrucción del medio ambiente, lo cual obliga al ser humano a buscar alternativas de solución a este problema [7].

El aumento en el costo en materia de energía pone en riesgo el acceso al servicio de energía eléctrica, puesto que el consumo energético va ligado al desarrollo económico e industrial de un país; el porcentaje de energía para usos generales en iluminación es significativo, aproximadamente del 19% a nivel mundial en el 2006 [8]. Los sistemas de iluminación actuales emplean tecnologías con niveles de eficiencia bajos, por tal motivo es necesario identificar y masificar el uso de tecnologías de mayor eficiencia, como la tecnología LED, que es una alternativa para sustituir las fuentes de iluminación convencionales [9].

Por tal razón, surge la necesidad de investigar la tecnología LED como una alternativa en materia de iluminación menos contaminante y más eficiente, que tiene ventajas de bajo consumo, calidad de luz, durabilidad y resistencia mecánica. Este trabajo de grado plantea realizar una revisión de las aplicaciones de esta fuente de iluminación, además como aplicación específica, la elaboración del diseño de una propuesta de iluminación artificial en las vías internas de la Universidad Industrial de Santander, con alimentación autónoma de energía con

paneles fotovoltaicos, como oportunidad para contribuir a mejorar la sostenibilidad del campus.

1.1 JUSTIFICACIÓN

Este trabajo de grado propone la utilización de la tecnología LED como alternativa de iluminación artificial eficiente y de bajo consumo, que brinda nuevas perspectivas en sistemas de iluminación debido a su seguridad, durabilidad y calidad del color; además produce menor cantidad de calor residual en comparación con los sistemas tradicionales y lo mas importante, representa un ahorro, tanto en el consumo de energía como en el gasto financiero[6].

Este proyecto propone un sistema de ahorro energético basado en la aplicación de una tecnología creciente, que servirá como aporte a generaciones futuras y posibles aplicaciones en la Universidad Industrial de Santander o fuera de ella.

2. OBJETIVO GENERAL

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio técnico-económico de la instalación del alumbrado público exterior del campus central de la Universidad Industrial de Santander (UIS), observando la viabilidad de cambio de luminarias existentes por unas más eficientes y amigables con el medio ambiente, cumpliendo con los niveles de iluminación exigidos por el RETILAP.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para el cumplimiento del objetivo general del proyecto se propone los siguientes objetivos específicos:

- Identificar las aplicaciones de la tecnología LED y generación fotovoltaica como fuentes de iluminación artificial.
- Realizar el diseño de un sistema de iluminación artificial aplicando tecnología LED y generación fotovoltaica en dos de los corredores peatonales principales del Campus Universitario, conformados por, la vía que conduce desde la entrada de la carrera 27 hasta el auditorio al aire libre José Antonio Galán (La Gallera) y la vía que se deriva de este corredor hacia el edificio Jorge Bautista (edificio de la Facultad de Físicoquímicas).
- Realizar el análisis económico financiero de las aplicaciones de tecnología LED y energía fotovoltaica seleccionadas para ser instaladas.

3. MARCO TEÓRICO

A continuación se hace una breve descripción de los temas de estudio de este trabajo de grado como lo son: La historia de la iluminación LED y su evolución hasta nuestros días, la evolución y los principios de la generación solar fotovoltaica y también se hace referencia a las aplicaciones de cada una de estas dos tecnologías en la iluminación exterior.

3.1 HISTORIA DE LA ILUMINACIÓN LED

La necesidad de una fuente lumínica de menor consumo y mayor intensidad, dio curso a una investigación que permitió incrementar la resistencia térmica del filamento para proporcionar mayor intensidad, dando origen a las lámparas incandescentes halógenas en donde la eficiencia puede llegar desde los 11 hasta los 20 Lm/W proporcionando un 30% de luz más blanca que las incandescentes de filamento de tungsteno en vacío de luz amarillenta [10] y alcanzando hasta las 2000 horas en aplicaciones domésticas, gracias al ciclo del halógeno que actúa mientras la lámpara está encendida permitiendo que la mayor parte de las partículas evaporadas por el tungsteno retornen al filamento evitando su deterioro [10].

En la Figura 1 se muestra el bajo rendimiento que presenta una lámpara incandescente de las empleadas normalmente para la iluminación.

Figura 1 Rendimiento de una lámpara incandescente.



Fuente: Libro disminucion de costes energeticos en la empresa. [8]

El siguiente avance en iluminación fueron las lámparas de descarga, las cuales contienen vapor de sodio o mercurio en alta o baja presión, las lámparas de uso doméstico más comunes son los fluorescentes, usualmente en forma de tubo recto o circular, compuesto por un casquillo convencional de rosca, un balasto electrónico utilizado para generar el arco eléctrico necesario en el proceso de encendido del tubo y mantener limitada la intensidad de corriente que fluye por el dispositivo [9]. Estas lámparas normalmente se componen de un arrancador ya sea por precalentamiento o instantáneo dependiendo si el cátodo es caliente o frío respectivamente [11].

El último gran desarrollo en iluminación son las luminarias LED. El primer LED (*light emitting diode*) se desarrolló a partir de un dispositivo semiconductor compuesto inicialmente por arseniuro fosfuro de galio (GaAsP), en el año de 1962, por el estadounidense Nick Holonyak el cual logró un diodo emisor de luz roja con una intensidad lumínica baja, aproximadamente de unos 10 mcd(mili-Candela). Posteriormente en los años 70 cambiaron el color a los espectros cambiando la proporción de los componentes, así se consiguieron colores verde y rojo,

utilizando Galio y Fosforo (GaP) se consiguieron los colores ámbar, naranja y rojo [12].

En la Tabla 1 se presenta un resumen de los diferentes tipos de iluminación existentes, basados en la tecnología LED.

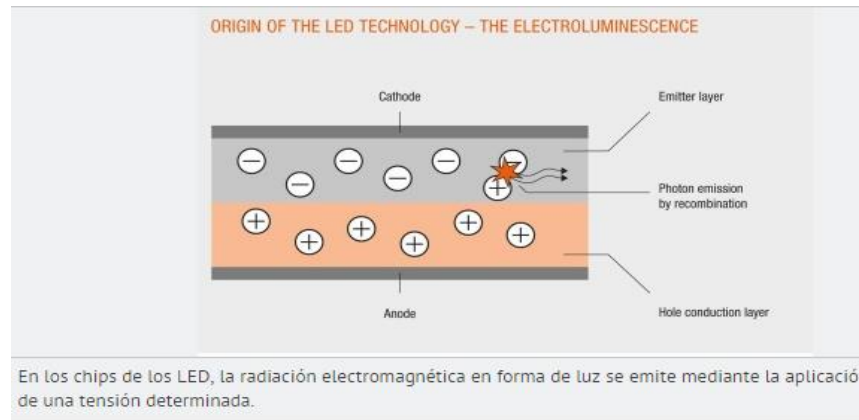
Tabla 1 Frecuencias de emisión típicas de los LED.

Frecuencia	Color	Material
940	Infrarrojo	GaAs
890	Infrarrojo	GaAlAs
700	Rojo profundo	GaP
660	Rojo profundo	GaAlAs
640	Rojo	AlInGaP
630	Rojo	GaAsP/GaP
626	Rojo	AlInGaP
615	Rojo - Naranja	AlInGaP
610	Naranja	GaAsP/GaP
590	Amarillo	GaAsP/GaP
590	Amarillo	AlInGaP
565	Verde	GaP
555	Verde	GaP
525	Verde	InGaN
525	Verde	GaN
505	Verde turquesa	InGaN/Zafiro
498	Verde turquesa	InGaN/Zafiro
480	Azul	SiC
450	Azul	InGaN/Zafiro
430	Azul	GaN
425	Azul	InGaN/Zafiro
370	Ultravioleta	GaN

Fuente: Uso de los LED's en la iluminación. [13]

En 1993, el profesor japonés Shuji Nakamura basado en publicaciones que demostraban la eficiencia de la unión p-n con el compuesto nitruro de galio (GaN), inventó el diodo emisor de luz fabricado con este compuesto, teniendo como resultado una fuente lumínica azul de gran eficiencia, creando más adelante los LED de color verde y blanco [13]. En la Figura 2 se muestra el principio de la electroluminiscencia, el como la radiación electromagnética genera la luz por medio de la aplicación de una tensión determinada.

Figura 2 Origen de la tecnología LED, electroluminiscencia



Fuente: www.osran.es

La Tabla 2 presenta las características de los diferentes sistemas de iluminación.

Tabla 2 Características de las lámparas.

TIPO DE LÁMPARA	RENDIMIENTO <L/Watt>	RANGO DE POTENCIA <W>	VIDA PROMEDIO <horas>
Incandescente convencional	10 – 20	15 – 1500	1000
Incandescente halógena	25	20 – 2000	2000
Tubo fluorescente	60 – 93	16 – 50	10000
CFL o ahorradora de bajo consumo	50 – 81	25 – 200	8000
Halógenas con vapor de mercurio	70 – 96	70 – 250	8000
Sodio de alta presión	90 – 120	150 – 1000	10000
Sodio de baja presión	67-150	18 -180	10000
LED	≥ 80	1 – 160	50000

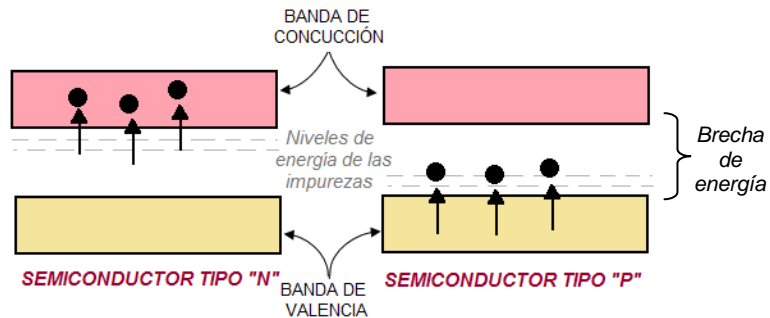
Fuente: Libro disminución de costes energeticos en la empresa. [8]

Hoy en día los semiconductores han tomado gran importancia en el área optoelectrónica, mediante el uso de dispositivos que emiten radiación [14], en la Figura 3 se muestra el funcionamiento de los semiconductores tipo N y tipo P según su nivel de valencia.

La tecnología de las lámparas LED funciona a partir de la unión de dos semiconductores. Uno tipo P, el cual tiene deficiencia de electrones (poseen “huecos” para acomodar electrones), y un semiconductor tipo N que tiene exceso de electrones. Entre estos dos semiconductores se forma una banda de

conducción, la cual requiere de la aplicación de un nivel de tensión que cree una corriente eléctrica que mueva los electrones libres del material tipo N al material tipo P a través de la banda de conducción [15].

Figura 3 Niveles Energéticos de un semiconductor



Fuente: Adaptado. El laser diodo, Dr Jose Iglesias. [15]

Los diodos tipo LED están incrementando su utilización en la iluminación, gracias a sus ventajas con respecto a sus predecesoras, las bombillas incandescentes y fluorescentes, ya que tienen mayor eficiencia, mas vida útil, encendido instantáneo, bajo costo de mantenimiento, una gama completa de colores, y la posibilidad de controlar la intensidad de luz y lámparas encendidas o incluido el tiempo que debe durar encendido sin afectar sus capacidades de iluminación. Otra ventaja de los LEDs es que son amigables con el medio ambiente(no generan rayos UV ni infrarrojos), pues no tienen componentes tóxicos, como el mercurio por ejemplo .Gracias a todas las ventajas de estos diodos, la iluminación con LEDs se está utilizando tanto en instalaciones interiores (iluminación de casas y edificios) como en exteriores (señalización, publicidad, etc.) y aparatos ,electrónicos de uso residencial e industrial (pantallas de celulares y computadores, luces de vehículos) entre otros [13].

3.2 SISTEMAS DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICOS




La generación de energía eléctrica con sistemas solares fotovoltaicos está diseñada para aprovechar la luz solar que llega al planeta como fuente de energía que gracias a la tecnología de los paneles solares, se convierten en energía eléctrica para la aplicación en lugares apartados de difícil acceso. Siendo esta energía inagotable, siempre que las condiciones climáticas lo permitan, y amigable con el medio ambiente ya que no produce contaminación con CO₂ ni residuos peligrosos que aceleren el cambio climático por gases que produzcan efecto invernadero.

Estos sistemas de generación son en gran parte amigables con el medio ambiente porque además que no contamina, pues no consume combustible, no produce ruidos, y son inagotables, su instalación es simple (en comparación con los demás sistemas). Es económica en cuanto al costo de mantenimiento (su valor inicial puede ser elevado) ya que los paneles pueden tener una vida útil prolongada (entre 20 y 30 años) [16].

Los paneles solares fotovoltaicos pueden ser utilizados como fuente de energía eléctrica para suministrar energía a sistemas de iluminación de: Alumbrado público, iluminación publicitaria, industrias, centros comerciales, universidades, cementerios, puentes y campamentos aislados, entre otras alternativas.

Los paneles solares fotovoltaicos se construyen de diversas formas. En la Tabla 3 se muestran las características de los más utilizados en la actualidad.

Tabla 3 Características células de los paneles solares

celulas		rendimiento laboratorio	rendimiento directo	características	fabricación
	monocrystalino	24%	15 - 18%	es típico los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralsky)	se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro
	policristalino	19 - 20%	12 - 14 %	la superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos de azul	igual que el del monocrystalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
	amorfo	16%	< 10%	tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células	tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

Fuente: Adaptado. Introducción a la tecnología solar fotovoltaica. [17]

3.3 ILUMINACIÓN CON TECNOLOGÍA LED Y UTILIZANDO COMO FUENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA LOS PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS

Gracias a la utilización de los paneles solares fotovoltaicos, se podrá aplicar un sistema de generación de energía eléctrica eficaz y económica como fuente de suministro a la iluminación pública con bajo consumo eléctrico. El ahorro en consumo de energía de la iluminación que utiliza como fuente de energía los paneles solares fotovoltaicos comienza desde el momento de la instalación [18].

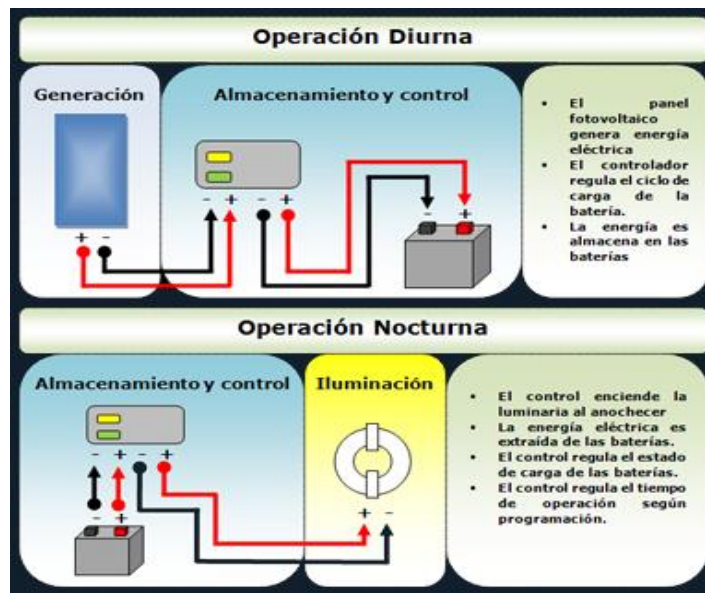
Este sistema de iluminación tiene los siguientes componentes: los paneles solares fotovoltaicos, que transforman la energía solar en electricidad; el sistema de almacenamiento y control, que regula la cantidad de energía a utilizar; el sistema de iluminación con lámparas de tecnología LED.

Las luminarias tipo LED con suministro de paneles solares fotovoltaicos son sistemas unitarios independientes, diseñados para operar de manera autónoma al 100%. El panel solar fotovoltaico se integra al poste, normalmente en su punta, las baterías y el sistema de control se alojan en un gabinete adosado al poste [19].

La Figura 4 muestra el sistema de iluminación LED con celda fotovoltaica. En el día la celda carga una batería, la cual se encarga de suministrar en la noche la energía eléctrica requerida por la lámpara LED. Por otra parte la Figura 5 muestra un sistema de iluminación instalado en un poste.

El operador puede programar las lámparas para que éstas permanezcan encendidas durante toda la noche o en determinados períodos de tiempo.

Figura 4 Funcionamiento del sistema solar fotovoltaico



Fuente: Luminarias solares. [19]

Figura 5 Iluminación con lámpara LED y panel solar fotovoltaico



Fuente: Lista de productos, Shenzhen hi-semicon electronics co ltda. [20]

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE ILUMINACION EXTERIOR DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UIS

La iluminación exterior es importante para la Universidad Industrial de Santander, ya que ésta alberga alrededor de 10000 alumnos en su sede central, quienes transitan por los senderos alrededor de los edificios del campus, en horarios nocturnos. Este proyecto se plantea como una solución para reducir el consumo de energía eléctrica utilizada para este fin, además del mejoramiento de los niveles de iluminación a los adecuados y exigidos por el RETILAP [21]; diseñando una iluminación amigable con el medio ambiente. Para esto se considera utilizar luminarias con tecnología LED y se analiza la alternativa de utilizar paneles solares fotovoltaicos como fuente de suministro de la energía requerida para la iluminación.

4.1 SISTEMA DE ILUMINACIÓN EXTERIOR ACTUAL

El sistema de iluminación exterior actual de la Universidad Industrial de Santander es revisado en los aspectos técnicos tanto de la instalación eléctrica como del nivel de iluminación con la finalidad de establecer el estado actual y proponer una alternativa para realizar los cambios que sean necesarios.

4.1.1 Estado actual del sistema de iluminación de exteriores de la UIS.

El sistema de iluminación de exteriores presenta deficiencias en su nivel de iluminación y en las redes eléctricas. A continuación se presentan las características de la red de alumbrado público exterior de los dos corredores principales del Campus principal de la Universidad Industrial de Santander los cuales son corredor peatonal principal desde la plazoleta che hasta el auditorio al

aire libre José Antonio Galán (la Gallera) y el corredor que se deriva de este hasta el edificio Jorge Bautista.

4.1.2. Luminarias.

La iluminación exterior del Campus principal de la Universidad Industrial de Santander está basada en lámparas tipo DJK marca ROYALPHA con luminarias de Mercurio a alta presión de 125 W, 220V, las cuales tienen un impacto negativo al medio ambiente, ya que el mercurio al ser liberado al aire puede generar contaminación. Al hacer un análisis del estado de las luminarias se puede ver que su estado actual está deteriorado y requieren de mantenimiento (lámpara y luminaria). Adicionalmente el nivel de iluminación para garantizar el tránsito de personas en horas de la noche no es el adecuado. Como se puede apreciar en la Figura 6 donde al estar una lámpara dañada se genera sombra en el sendero mostrado. Posteriormente se presenta el análisis de niveles de iluminación realizado a los corredores analizados en este trabajo de grado.

Figura 6 Estado iluminación existente



4.1.3 Cámaras de inspección del sistema eléctrico.

Observando las cámaras de inspección del sistema eléctrico de cada una de las lámparas se ve el mal estado de las mismas, como se muestra en la Figura 7. La mayoría de las cámaras de inspección que existen en el alumbrado exterior de la Universidad Industrial de Santander, presentan deficiencias como: Suciedad (tierra, plantas o envolturas de alimentos) por falta de mantenimiento, algunas no tienen la tapa que las protege y protege a los peatones y los empalmes de varios de los conductores están descubiertos, generando riesgos para las personas y seres vivos.

Figura 7 Estado de cámaras de inspección de la red eléctrica de alumbrado público.



4.1.4 Cableado existente en la red eléctrica de alumbrado de exteriores del campus central de la UIS.

El cableado existente en la red eléctrica de alumbrado exterior de la Universidad Industrial de Santander es el adecuado para la instalación existente, el calibre es el requerido para la carga y el tipo de luminaria, pero presenta deterioro por

motivos de estar expuesto a la intemperie y la falta de protección en las cámaras de inspección que hacen que los conductores estén envejecidos más de lo esperado, reduciendo su vida útil. También se puede observar en la Figura 8 como existen conductores sin aislamiento en las redes existentes (lugares en los cuales existían empalmes o uniones de cableado), lo cual es inadecuado para la instalación eléctrica y genera riesgos para las personas y animales que circulan en sus alrededores.

Figura 8 Cableado de la red existente de alumbrado público.



4.1.5 Inventario de la red existente.

Luego de lo antes mencionado se clasifico de la siguiente manera:

- Cajas de paso totalmente destruidas: 15
- Cajas de paso en deterioro (basuras, ramas de los arboles):6
- Cajas de paso sin tapa:21
- Cajas de paso a las cuales no se pudo acceder (selladas por remodelaciones civiles):12
- Cajas de inspección en mal estado:2

Nota: al realizar el respectivo levantamiento se encontró que en las cajas de inspección la ducteria no se encontraba al ras de la caja de paso como lo estipula el RETIE [21].

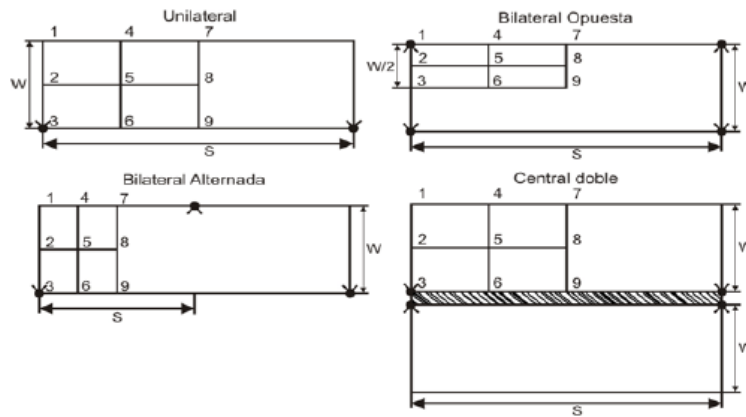
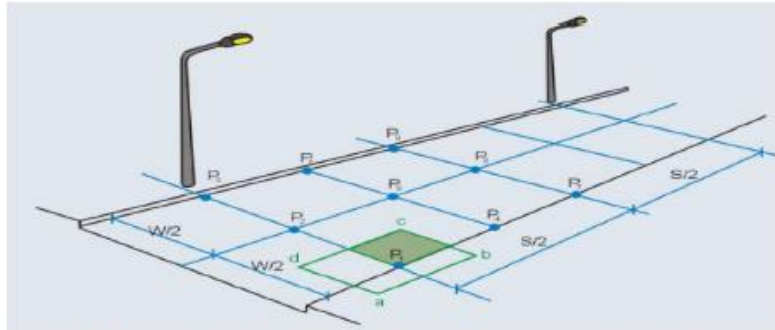
- Luminarias fundidas:3
- Luminarias con difusor en mal estado (opacos a causa del polvo y suciedad):70
- Luminarias con carcasa deteriorada (con oxidación):40
- Luminarias con base deteriorada:2

Nota: se encontró que en la red existente el deterioro de los conductores es a causa de los empalmes que fueron retirados y estos nunca se aislaron.

4.1.6 Cálculos fotométricos de la red (Método Europeo de los 9 puntos).

Una vez realizada la revisión del sistema eléctrico de alumbrado público se realizaron mediciones de la luminancia de las lámparas actualmente instaladas, para lo cual se tomó como referencia el artículo 530.2 METODOS DE CÁLCULO DE ILUMINANCIA PROMEDIO DE UNA VIA del RETILAP [21] , y se seleccionó EL MÉTODO EUROPEO DE LOS 9 PUNTOS. Se tomaron las configuraciones mostradas en la Figura 9 y el método propuesto en el artículo 530.2 del RETILAP [21], para clasificar cada una de las zonas y establecer su nivel de iluminación.

Figura 9 Configuraciones método europeo de los 9 puntos



Fuente: RETILAP Figura 30.2.1 a y b [21]

Según la clasificación se procede a utilizar la para hallar la iluminación promedio, (E_{prom}) por medio de la toma de datos en 9 puntos específicos según el método Europeo; la configuración y la ubicación del punto puede variar. Cada punto en la ecuación equivale a un punto en la toma de datos.

$$E_{prom} = \frac{1}{16} [(E_1 + E_3 + E_7 + E_9) + 2 \times (E_2 + E_4 + E_6 + E_8) + 4 \times E_5] \quad (1)$$

Después de realizar la toma de datos, se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 4 y 5, en los cuales se puede observar que el coeficiente de uniformidad (U_0) varía entre el 0% y el 53%, indica que la uniformidad en la iluminación no es adecuada y que los puntos no tienen el mismo nivel de iluminación.

El coeficiente de uniformidad se obtiene mediante la relación entre E_{min}/E_{prom} .

$$U_0 = \frac{E_{min}}{E_{prom}} \quad (2)$$

Dónde:

U_0 = Coeficiente de uniformidad.

E_{Min} = Luminancia mínima. Corresponde al punto de menor iluminación entre todos los puntos calculados

E_{Prom} =Luminancia Promedio.

Las estimaciones del coeficiente de uniformidad se realizaron para cada una de las zonas, en las lámparas que se consideraron con mejor nivel de iluminación y en las cuales se presentaba menor intervención de objetos que pudieran afectar la adquisición de datos. Los cálculos completos se encuentran en el Anexo A, y muestran cada uno de los valores tomados con el luxómetro. En las tablas 4 y 5 se presenta un resumen de los resultados arrojados por la toma de datos de iluminancia en las tres zonas seleccionadas, las cuales se detallan en la Figura 11.

Tabla 4 Resumen cálculos luminancia.

ZONA 1					
DISTRIBUCION TIPO	ZONA	SUBZONA	E_{prom}	E_{min}	U_0
BILATERAL ALTERNADA	1	1	17	9	53%
BILATERAL ALTERNADA	1	2	13,5625	0	0%
BILATERAL OPUESTA	1	3	20	9	45%

ZONA 2					
DISTRIBUCION TIPO	ZONA	SUBZONA	Eprom	Emin	U0
BILATERAL ALTERNADA	2	1	7,9375	2	25%
BILATERAL ALTERNADA	2	2	11,75	0	0%
UNILATERAL	2	3	5,4375	0	0%
ZONA 3					
DISTRIBUCION TIPO	ZONA	SUBZONA	Eprom	Emin	U0
BILATERAL ALTERNADA	3	1	5,5	0	0%
BILATERAL ALTERNADA	3	2	9,0625	0	0%
UNILATERAL	3	3	11,375	0	0%
UNILATERAL	3	4	12,0625	5	41%

Tabla 5 Resumen cálculos luminancia.

ZONA 1					
DISTRIBUCION TIPO	ZONA	SUBZONA	Eprom	Emin	U0
BILATERAL ALTERNADA	1	1	15,375	2	13%
BILATERAL ALTERNADA	1	2	9,1875	1	11%
BILATERAL OPUESTA	1	3	16,75	5	30%
ZONA 2					
DISTRIBUCION TIPO	ZONA	SUBZONA	Eprom	Emin	U0
BILATERAL ALTERNADA	2	1	10,6875	2	19%
BILATERAL ALTERNADA	2	2	10,6875	1	9%
UNILATERAL	2	3	2,75	0	0%
ZONA 3					
DISTRIBUCION TIPO	ZONA	SUBZONA	Eprom	Emin	U0
BILATERAL ALTERNADA	3	1	8,1875	0	0%
BILATERAL ALTERNADA	3	2	6,5	0	0%
UNILATERAL	3	3	12,4375	1	8%
UNILATERAL	3	4	11,5625	2	17%

La adquisición de los datos se realizó con un luxómetro certificado. Luxómetro FX-200 marca the watt stopper que se muestra en la Figura 10. La medición se realizó en días diferentes para obtener diferentes tipos de datos y se consignaron los que

presentaban mayor repetición. Las especificaciones de este luxómetro se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6 Especificaciones técnicas luxómetro FX-200

Display	13 mm LCD (Cristal líquido)
Medición	Luxes y pies candelas
Ajuste a cero	Automático
Tiempo de muestreo	0.4 segundos aproximadamente
Material del sensor	Célula fotovoltaica de selenio
Batería	9V
Temperatura	0° a 50° Celsius
Humedad	Hasta 80% de humedad relativa

Fuente: Catalogo the watt stopper.

Figura 10 Luxómetro FX-200 The watt Stopper



Como se puede ver, los niveles de iluminación estimados, no cumplen con el nivel exigido por el RETILAP [21], para alumbrado público. Los cuales están definidos en la Tabla 7. Para el caso de la Universidad Industrial de Santander se quiere un diseño de iluminación mínimo de clase P3.

Tabla 7 Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal

Clase de iluminación	Iluminancia Horizontal (luxes)	
	Valor promedio	Valor mínimo
P1	20,0	7,5
P2	10,0	3,0
P3	7,5	1,5
P4	5,0	1,0
P5	3,0	0,6
P6	1,5	0,2
P7	No aplica	No aplica

Fuente: RETILAP Tabla 510.2.2 [21]

4.1.7 Cálculos de regulación.

La regulación del nivel de tensión de la red eléctrica existente, cumple con lo exigido por la norma ESSA por regulación eléctrica.

Los cálculos que lo comprueban se encuentran en el Anexo B, de este documento.

4.2 PROPUESTAS DE REDISEÑO DEL ALUMBRADO PÚBLICO DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Para la propuesta de rediseño del alumbrado público del campus central de la UIS, se realizó un estudio técnico soportado por las propuestas solicitadas a tres proveedores de sistemas de alumbrado público de acuerdo con la exigencia del RETILAP [21].

En la Figura 11 se muestran las tres zonas establecidas para el rediseño del alumbrado público solicitado a los proveedores.

4.2.1 Exigencias técnicas enviadas a los proveedores para el diseño.

La Universidad Industrial de Santander, UIS, dentro del marco regulatorio del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP [21], invita a los fabricantes y/o comercializadores de equipos de iluminación a presentar propuesta de diseño fotométrico para el proyecto “Evaluación y rediseño del sistema eléctrico de iluminación del alumbrado público externo del Campus Central de la Universidad Industrial de Santander, con el enfoque de uso racional y eficiente de la energía eléctrica”

Figura 11 Ubicación y zonificación del proyecto



4.2.2 Clasificación del sistema de alumbrado público.

A continuación se describen las especificaciones técnicas establecidas a los proveedores para que realizaran sus propuestas.

4.2.2.1 Categorización del proyecto

La categorización de este proyecto según los parámetros definidos en el RETILAP es:

- a) Tipo de proyecto: Otras áreas (plazoletas, vías peatonales) .
- b) Nivel: C (Alto impacto)

4.2.2.2 Parámetros fotométricos requeridos.

Los corredores peatonales de la Universidad Industrial de Santander se han dividido en 3 sectores como se observa en la Figura 11 y se adjunta dicha división en el plano N° 1 Ver Anexo J.

La propuesta de diseño fotométrico debe incluir el cálculo individual de los parámetros requeridos para cada uno de los sectores indicados.

La Tabla 8 resume los parámetros fotométricos requeridos para cada uno de los sectores del proyecto.

Con el fin de hacer un uso racional y eficiente de la energía, las lámparas deberán cumplir con dos niveles de iluminación así:

Tabla 8 Parámetros fotométricos requeridos para los tres sectores donde se instalara el alumbrado exterior

Sector	Niveles de iluminación	E prom	Uo	E min	Fuente
1,2,3	Nivel 1	18 Luxes	50%	9 Luxes	LED
	Nivel 2	8 Luxes	50%	4 Luxes	LED

Nota: En la zona 2 color Amarillo en el plano N°1 **del Anexo J** es la plazoleta de la biblioteca y se requiere que cumpla con los parámetros mínimos de iluminación, con lámparas decorativas tipo LED.

Nivel 1: Es el nivel de iluminación mínimo requerido en los senderos peatonales para el transito normal del estudiantado en el horario que determine la Universidad (6 p.m. -11 p.m.).

Nivel 2: Es el nivel de iluminación mínimo requerido para garantizar la seguridad de los peatones en el campus y de la vigilancia del mismo en el horario complementario al nivel 1 (11 p.m.-6 a.m.)

Nota: Si es del deseo del diseñador puede realizar los cálculos de iluminación sin utilizar la totalidad de las luminarias para cumplir con el Nivel 2 requerido por el proyecto.

En total, la propuesta debe incluir el resumen de los cálculos fotométricos de las 3 zonas.

4.2.3 Requerimientos específicos de las luminarias.

Con relación a las luminarias se requiere lo siguiente:

- Las lámparas a utilizar serán de tecnología LED con las potencias que determine el diseñador en todos los sectores

- El tipo de luminaria a utilizar en todos los sectores podrán ser luminarias tipo alumbrado público. Para los sectores especiales se pueden utilizar luminarias tipo decorativo exterior para la plazoleta de la biblioteca.

Las características mínimas de las luminarias o proyectores de LED son las presentadas en la Tabla 9.

Tabla 9 Características mínimas de las luminarias tipo LED

IK	≥0,7
IP	≥65
Temperatura ambiente	0-50 °C
Carcasa	Aluminio Inyectado
THD	≤ 20%
FP	≥ 0,9
Índice de reproducción de color IRC	≥ 60%
Temperatura de color	Entre 4000 y 4500 °K
Vida Útil (L70)	≥50000 horas
Marcación	Alto-bajo relieve: Ap /b/ga
Protección eléctrica	Clase I – Fusible y porta fusible

Donde:

- IP (Índice de Protección): Caracteriza el grado de protección de carcasas y cubiertas que sirve para la protección de instalaciones eléctricas. En la Tabla 10 se muestra la primera cifra del índice IP que indica la protección del elemento de servicio contra la penetración de impurezas sólidas y, al mismo tiempo, protección de personas contra el acceso a piezas peligrosas. La Tabla 11 muestra la segunda cifra del índice IP que indica la protección del elemento de servicio contra la penetración de agua con efectos perjudiciales [23].

Tabla 10 Índice de protección IP concepto cifra 1

1. Cifra	Proteccion de impurezas	Proteccion contra contacto accidental/aplicación
0	ninguna proteccion del elemento de servicio contra la penetración de impurezas solidas	ninguna proteccion especifica para personas contra el contacto accidental de piezas sometidas a tension o piezas en movimiento
1	Proteccion contra la penetracion de impurezas solidas $\phi > 50$ mm	proteccion contra el contacto accidental extendido (dorso de la mano) de piezas sometidas a tension o piezas interiores en movimiento
2	Proteccion contra la penetracion de impurezas solidas $\phi > 12.5$ mm	Proteccion contra el contacto con el dedo de piezas sometidas a tension o piezas interiores en movimiento. Zonas de acceso especifico
3	proteccion contra la penetracion de impurezas solidas $\phi > 2.5$ mm	Proteccion contra el contacto de piezas sometidas a tension o piezas interiores en movimiento con herramientas, alambres. Zonas de acceso generico
4	Proteccion contra penetracion de impurezas solidas $\phi > 1$ mm	Proteccion contra el contacto de piezas sometidas a tension o piezas interiores en movimiento con herramientas, alambres. Zonas de acceso generico
5	Proteccion contra sedimentacion de polvo perjudicial en el interior. La penetracion de polvo no se impide por completo. La cantidad penetrante no debera obstruir la operatividad (protegido del polvo)	Proteccion absoluta contra el contacto de piezas sometidas a tension o piezas interiores en movimiento. Zonas de mayor concentracion provisional de polvo
6	Proteccion contra la penetracion de polvo (estanco al polvo)	Proteccion absoluta contra el contacto de piezas sometidas a tension o piezas interiores en movimiento. Zonas acceso generico

Fuente: Grupo decorvise [23]

Tabla 11 Índice de protección IP concepto cifra 2

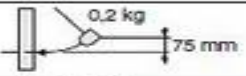
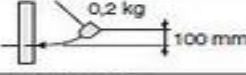
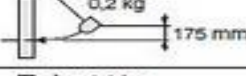
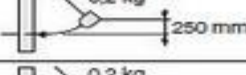
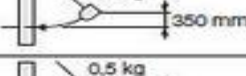
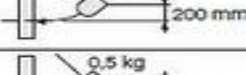
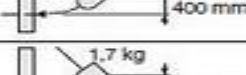
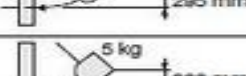
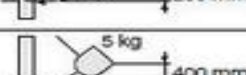

2. Cifra	Proteccion de impurezas	Proteccion contra contacto accidental/aplicación
0	sin proteccion especifica	En zonas secas
1	Proteccion contra el goteo vertical de agua (proteccion contra el goteo de agua) No debera tener efectos perjudiciales	proteccion contra el contacto accidental extendido (dorso de la mano) de piezas sometidas a tension o piezas interiores en movimiento
2	Proteccion contra el goteo vertical de agua (proteccion contra el goteo de agua) No debera tener efectos perjudicial para un elemento de servicio (carcasa) inclinado hasta 15° en comparacion con su posicion	En zonas humedas con posicion vertical no impecable del componente (ej con agua condensada)
3	proteccion contra agua que cae en un angulo cualquiera de hasta 60° frente a la perpendicular no debera tener efecto perjudicial	zonas expuestas a la lluvia y no al agua rociada
4	Proteccion contra el agua proyectada de cualquier direccion contra el elemento de servicio (carcasa) no debera tener efecto perjudicial	zonas expuestas a la lluvia y al agua rociada (ej. Zonas con vehiculos pasando al lado)
5	Proteccion contra los chorros de agua que salen de una boquilla, proyectados de cualquier direccion contra el elemento de servicio (carcasa) no debera tener efecto perjudicial	Zonas con lavado por chorro de agua de intensidad mediana
6	Proteccion contra mar gruesa o fuertes chorros de agua no debera penetrar agua en concentraciones perjudiciales en el elemento de servicio	Zona con grave oleaje o aguaje
7	Proteccion contra el agua cuando el elemento de servicio (carcasa) se sumerge bajo condiciones de presion y tiempo definidas no debera penetrar agua en concentraciones perjudiciales	Zonas con sumersion temporal o cubiertas de nieve durante un tiempo prolongado
8	El elemento de servicio (carcasa) es adecuado para la inmersión permanente en agua bajo condiciones especificadas por el fabricante (inmersión) las condiciones sin embargo han de ser mas difíciles que las de cifra 7	En operación subacuática

Fuente: Grupo decorvise [23]

- IK (Índice de protección mecánico): El grado de protección realizado por una carcasa para elementos de servicio eléctricos contra esfuerzos mecánicos.

En la Tabla 12 se encuentra la categoría de esfuerzos en Joule.

Tabla 12 Categoría de esfuerzo en Joule

IK	Prueba	Energía en joule
IK 00		0
IK 01		0,15
IK 02		0,2
IK 03		0,35
IK 04		0,5
IK 05		0,7
IK 06		1
IK 07		2
IK 08		5
IK 09		10
IK 10		20

Fuente: Grupo decorvise [23]

- THD (Distorsión Armónica Total): Es la relación entre el valor eficaz del contenido armónico de la señal con el valor eficaz de la onda fundamental [24].
- FP (Factor de Potencia): es un indicador cuantitativo del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica, se usa para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo. En Colombia el factor

de potencia inferior a 0,9 se penaliza cobrando la energía reactiva consumida.

- Factor de mantenimiento:

Los cálculos fotométricos deben utilizar un factor de mantenimiento FM= 0.9 independiente del tipo de luminaria o proyector utilizado.

- Ubicación de apoyos y alturas de montaje:

Los apoyos o puntos eléctricos para las luminarias, por ser un rediseño se limitan a los ubicados en el plano de planta suministrado, los cuales que se pueden utilizar siempre y cuando se cumplan con los niveles de iluminación.

Las alturas de montaje serán entre 5 y 12 m, para las sub-zonas que aparecen en el plano N°1 Ver Anexo J.

Los siguientes son los límites en cada una de alturas para las sub-zonas.

zS1-1 (plazoleta frente al auditorio Luis A. Calvo) hasta 12 m.

S1-2 (bancas sociales) hasta 8 m.

S2-1 (corredor peatonal a ed. Jorge Bautista) hasta 12 m.

S2-2 (pasillo alrededor del lago) hasta 8 m.

S2-B (plazoleta biblioteca) hasta 12 m.

S3-1 (corredor peatonal al edificio Jorge Bautista, y alrededor del edificio Camilo Torres) hasta 8 m.

S3-SE (zona especial sin luminarias propuestas) hasta 12 m.

Por restricciones arquitectónicas, de tipo civil, de seguridad, y de arborización existente, la ubicación y la altura de montaje estarán restringidas.

El plano N°1 del Anexo J, muestra la posible ubicación de los apoyos y los rangos de altura de montaje permitido en cada uno de los sectores.

- Las características de la red de alimentación son:
 - Tensión nominal: 220V
 - Frecuencia: 60Hz

4.2.4 Exigencias del retilap para la propuesta de diseño fotométrico.

De acuerdo a lo exigido por el RETILAP, la propuesta de diseño fotométrico deberá incluir:

- a. Documentación fotométrica de los equipos de alumbrado: Matriz de intensidades de las luminarias o proyectores utilizados, elaboradas por los fabricantes y certificadas.
- b. Para todas las aéreas se deben especificar niveles de fotométricos requeridos. Los resultados de los cálculos y diseños geométricos, deben presentarse en forma numérica y gráfica, indicando las grillas de cálculo correspondientes. Aunque las especificaciones de diseño se hagan en términos de luminancia, el diseño fotométrico debe entregar también los resultados del proyecto en términos de iluminancia.
- c. Especificaciones de instalación de los equipos de alumbrado: altura de montaje, inter-distancia, inclinación y avance de los equipos y posición de la bombilla, así como la referencia de la luminaria o proyector, y demás especificaciones del conjunto óptico y conjunto eléctrico.
- d. Plano de planta indicando referencia y la ubicación de los equipos, altura de montaje, avance y posición de bombilla, resumen de niveles fotométricos obtenidos en cada sector. firmado por el ingeniero diseñador del fabricante.

- e. Carta de compromiso de suministro por parte del fabricante o comercializador de luminarias incluyendo la cotización de los equipos de iluminación y el tiempo de entrega.
- f. Declaración de cumplimiento de los parámetros fotométricos según formato RETILAP.
- g. Certificados RETILAP de todos los equipos de iluminación propuestos.
- h. Fotocopia de matrícula profesional y certificado de vigencia de la misma del ingeniero diseñador.

4.3 ELECCIÓN DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Se solicitaron a tres fabricantes el diseño del sistema de iluminación de acuerdo con las exigencias del RETILAP [21]. De las tres empresas la empresa CELSA, presento un diseño de iluminación LED, con las características exigidas para el proyecto, con las especificaciones técnicas que cumplen con los parámetros requeridos. Para el diseño el fabricante considero:

- No utilizar la totalidad de los puntos existentes actualmente.
- Utilizo dos diferentes referencias de Luminarias tipo LED (ver Anexo C)
- VEGALED 33W 1MVL-AP (DIMERIZABLE)
- ACROLED 35W 1MVL-HB (DIMERIZABLE)
- Las alturas del montaje fue uniforme para todas las zonas establecidas. Esta fue considerada de 8m en poste metálico.

En la Tabla 13 se muestran las cantidades de luminarias suministrada por el fabricante.

Tabla 13 Cuadro de cantidades luminarias

LUMINARIAS LED	PROYECTADAS	CANT.	TIPO DE BOMBILLA	FLUJO LUMINOSO (Lm)	POTENCIA (W)	INCLINACIÓN
VEGALED 33W 1MVL-AP DIMERIZABLE		81	LED	3900	33W	UNICA
ACROLED 35W 1MVL-HB DIMERIZABLE		19	LED	3485	35W	UNICA
POSTES						
8 m METALICO - RECTO		71				

Fuente: Celsa.

Las fichas técnicas de las luminarias propuestas por el fabricante se encuentran en el Anexo C. En las figuras 12 y 13 se presentan las imágenes físicas de las luminarias del diseño propuesto por CELSA.

Figura 12 Luminaria ACROLED



Fuente: Celsa.

Figura 13 Luminaria VEGALED



Fuente: Celsa.


4.3.1 Memorias de cálculo.

Las memorias de cálculo definidas en el artículo 610.5 del RETILAP [21], se establecen de la siguiente manera.

4.3.1.1 Parámetros fotométricos.

Estos parámetros son definidos por el fabricante, se encuentran detallados en el Anexo D. A continuación en las tablas 14 a 16 se presenta el resumen del diseño fotométrico presentado por CELSA para las tres zonas establecidas en las especificaciones.


Tabla 14 Resumen Zona 1


	
ILUMINACIÓN CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
CÁLCULO ZONA 1 - NIVEL 1	CELSA14-0230
LUMINARIA	VEGALED 33W 1MVL-AP (DIMERIZABLE)
ÁNGULO DE INCLINACIÓN	0° - 10° - 20°
REGLAJE	UNICA
ALTURA DE MONTAJE	8m
BOMBILLA	NVSL219A
FLUJO LUMINOSO	3900 LÚMENES
SUPERFICIE DE CALZADA	10%
FACTOR DE MANTENIMIENTO	0.9
CLASE DE ILUMINACIÓN	SEGÚN CLIENTE (NIVEL 1)
ILUMINANCIA PROMEDIO (E _{prom})	21Lx
UNIFORMIDAD ILUMINANCIA (U _{med})	0.55

	
ILUMINACIÓN CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
CÁLCULO ZONA 1 - NIVEL 2	CELSA14-0230
LUMINARIA	VEGALED 33W 1MVL-AP (DIMERIZABLE)
ÁNGULO DE INCLINACIÓN	0° - 10° - 20°
REGLAJE	UNICA
ALTURA DE MONTAJE	8m
BOMBILLA	NVSL219A
FLUJO LUMINOSO	3900 LÚMENES
SUPERFICIE DE CALZADA	10%
FACTOR DE MANTENIMIENTO	0.9
CLASE DE ILUMINACIÓN	SEGÚN CLIENTE (NIVEL 2)
ILUMINANCIA PROMEDIO (E _{prom})	9Lx
UNIFORMIDAD ILUMINANCIA (U _{med})	0.55

Fuente: Celsa.


Tabla 15 Resumen Zona 2


	
ILUMINACIÓN CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
CÁLCULO ZONA 2 - NIVEL 1	CELSA14-0230
LUMINARIA	VEGALED 33W 1MVL-AP - ACROLED 35W 1MVL-HB (DIMERIZABLE)
ÁNGULO DE INCLINACIÓN	0° - 10° - 20° - APROX. 65°
REGLAJE	UNICA
ALTURA DE MONTAJE	8m
BOMBILLA	NVSL219A
FLUJO LUMINOSO	3900 LÚMENES - 3485 LÚMENES
SUPERFICIE DE CALZADA	10%
FACTOR DE MANTENIMIENTO	0.9
CLASE DE ILUMINACIÓN	SEGÚN CLIENTE (NIVEL 1)
ILUMINANCIA PROMEDIO (Eprom)	20Lx
UNIFORMIDAD ILUMINANCIA (Umed)	0.54

	
ILUMINACIÓN CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
CÁLCULO ZONA 2 - NIVEL 2	CELSA14-0230
LUMINARIA	VEGALED 33W 1MVL-AP - ACROLED 35W 1MVL-HB (DIMERIZABLE)
ÁNGULO DE INCLINACIÓN	0° - 10° - 20° - APROX. 65°
REGLAJE	UNICA
ALTURA DE MONTAJE	8m
BOMBILLA	NVSL219A
FLUJO LUMINOSO	3900 LÚMENES - 3485 LÚMENES
SUPERFICIE DE CALZADA	10%
FACTOR DE MANTENIMIENTO	0.9
CLASE DE ILUMINACIÓN	SEGÚN CLIENTE (NIVEL 2)
ILUMINANCIA PROMEDIO (Eprom)	10Lx
UNIFORMIDAD ILUMINANCIA (Umed)	0.54

Fuente: Celsa.

Tabla 16 Resumen Zona 3

	
ILUMINACIÓN CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
CÁLCULO ZONA 3 - NIVEL 1	CELSA14-0230
LUMINARIA	VEGALED 33W 1MVL-AP - ACROLED 35W 1MVL-HB (DIMERIZABLE)
ÁNGULO DE INCLINACIÓN	0° - 10° - 20° - APROX. 65°
REGLAJE	UNICA
ALTURA DE MONTAJE	8m
BOMBILLA	NVSL219A
FLUJO LUMINOSO	3900 LÚMENES - 3485 LÚMENES
SUPERFICIE DE CALZADA	10%
FACTOR DE MANTENIMIENTO	0.9
CLASE DE ILUMINACIÓN	SEGÚN CLIENTE (NIVEL 1)
ILUMINANCIA PROMEDIO (Eprom)	18Lx
UNIFORMIDAD ILUMINANCIA (Umed)	0.53

	
ILUMINACIÓN CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	
CÁLCULO ZONA 3 - NIVEL 2	CELSA14-0230
LUMINARIA	VEGALED 33W 1MVL-AP - ACROLED 35W 1MVL-HB (DIMERIZABLE)
ÁNGULO DE INCLINACIÓN	0° - 10° - 20° - APROX. 65°
REGLAJE	UNICA
ALTURA DE MONTAJE	8m
BOMBILLA	NVSL219A
FLUJO LUMINOSO	3900 LÚMENES - 3485 LÚMENES
SUPERFICIE DE CALZADA	10%
FACTOR DE MANTENIMIENTO	0.9
CLASE DE ILUMINACIÓN	SEGÚN CLIENTE (NIVEL 2)
ILUMINANCIA PROMEDIO (Eprom)	9Lx
UNIFORMIDAD ILUMINANCIA (Umed)	0.53

Fuente: Celsa.

4.3.1.2 Parámetros eléctricos y civiles asociados

Estos parámetros se definen en base al diseño previo de iluminación, cuadros de carga, cuadros de regulación se encuentran en el Anexo E.

Los ramales alimentadores principales para las luminarias se diseñan con calibre N°10 AWG de cobre y Las derivaciones de las luminarias se diseñan con calibre N°12 AWG de cobre.

Las cajas de inspección se definen en los puntos de derivación críticos y son de 60x60x80cm según las especificaciones de diseño de la ESSA E.S.P.

Las cajas de paso se definen en los puntos que se requiere derivación del circuito alimentador principal a las luminarias.

Los ductos se diseñan en PVC conduit de 1" para red de suministro principal y en ½" para derivación desde la caja de paso hasta la luminaria.

Las excavaciones se establecen según el terreno a intervenir (zona asfalto, zona dura, zona verde).

El retiro de red eléctrica existente y de las luminarias se establece como actividad general.

4.4 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO

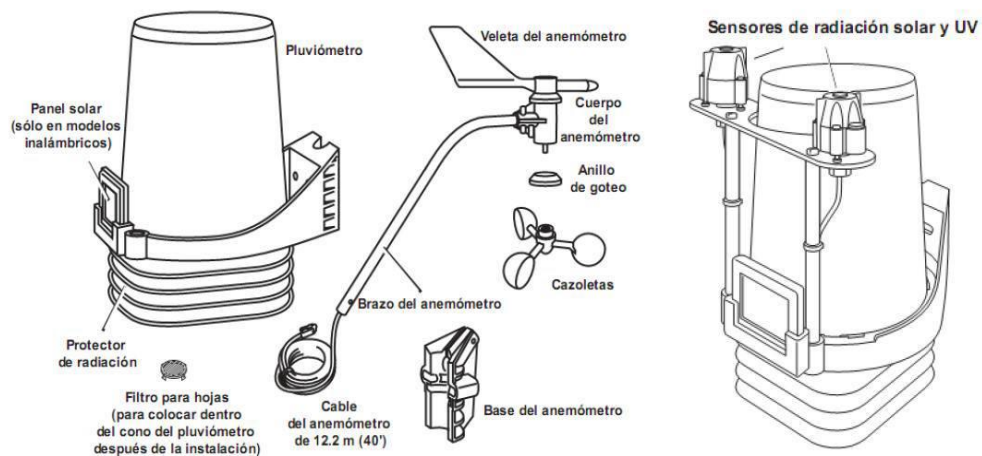
Se desea implementar a la instalación eléctrica proyectada de alumbrado exterior de los principales corredores peatonales del Campus principal de la Universidad Industrial de Santander, UIS, un sistema de captación y transformación de energía a través de un sistema solar fotovoltaico.

Inicialmente se tomaron 58134 datos de irradiancia (radiación solar UV) cada 5 minutos en un periodo de tiempo de 8 meses, desde mayo hasta diciembre del 2013, esto con el fin de obtener valores promedio por hora diaria para el análisis del dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico estableciendo con esto la posibilidad de convertir la energía solar en energía eléctrica.

Todos estos datos fueron tomados en la estación meteorológica ubicada en la terraza del edificio de ingeniería Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones del Campus central de la Universidad Industrial de Santander.

Este equipo modular cuenta con sensores integrados como se muestra en la Figura 14 que permiten medir variables como temperatura, humedad, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, irradiancia, precipitación, densidad del aire, entre otras.

Figura 14 Estación meteorológica



Fuente: Davis [26]

Cabe resaltar que, antes de extraer la información necesaria para hacer el diseño, se eliminaron los datos correspondientes a aquellos días en que no se tomaron las

mediciones cada 5 minutos, pues estos introducirían un error al aplicar las funciones estadísticas para el diseño.

4.4.1 Irradiancia promedio.

Es la densidad de potencia incidente por unidad de superficie, medida en W/m². La irradiancia máxima del sol en la superficie de la tierra es aproximadamente del orden de 1000 W/m².

La irradiancia varía diariamente por efecto de la rotación de la tierra alcanzando su valor máximo en días despejados a mediodía. También varía estacionalmente. La irradiancia es la magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética.

$$I = \frac{P_{inc}}{A_s} \quad (3)$$

Donde:

P_{inc} = Potencia incidente.

A_s = Área de la superficie en que incide la onda.

En unidades del sistema internacional se mide en W/m².

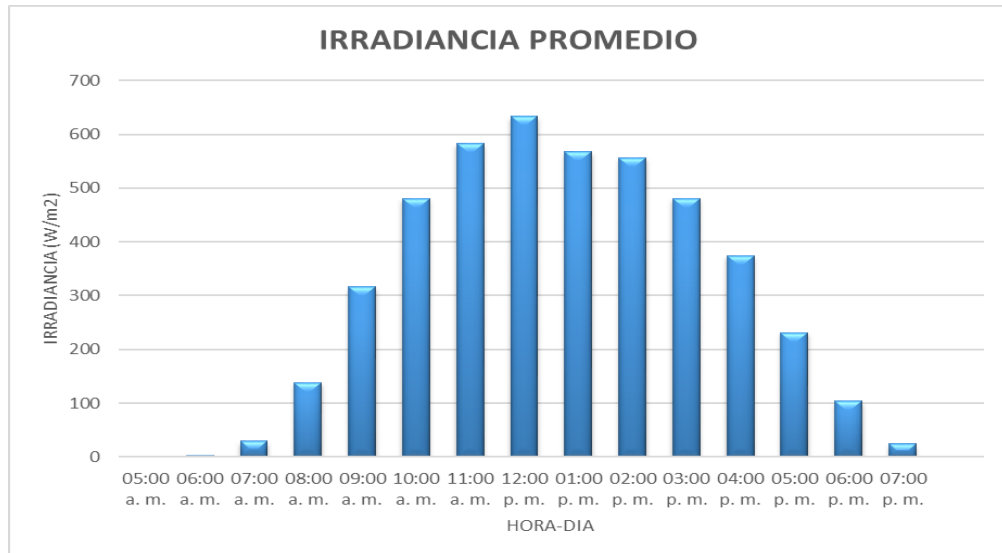
Para garantizar la veracidad y un mínimo error de margen a partir de los datos suministrados, se han rechazado aquellas medidas vacías que no fueron registradas, de tenerlas en cuenta se perdería la confiabilidad de nuestros resultados, en la Tabla 17 se presentan los resultados de promedios finales de la irradiancia por hora.

Tabla 17 Promedios de irradiancia /hora

PROMEDIOS FINALES	0	0	0	0	0	3	30	138	316	481	583	634	567	557	481	374	231	104	25	0	0	0	0	0
----------------------	---	---	---	---	---	---	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	---	---	---	---	---

Estos datos se muestran de manera gráfica en la Figura 15. Irradiancia promedio estimada en el Campus central de la UIS a partir de los datos obtenidos de la estación meteorológica ver Anexo F.

Figura 15 Irradiancia Promedio Hora-día



4.4.2 Insolación.

Es la cantidad de energía en forma de radiación solar que llega a un lugar de la Tierra en un día concreto (insolación diurna) o en un año (insolación anual).

Se puede definir a su vez como la energía por metro cuadrado que se obtiene en un día promedio a partir de la irradiancia solar disponible. Se calcula a partir del gráfico de irradiancia promedio, sumando la insolación de cada hora.

La insolación promedio diaria durante el periodo de 8 meses en el Campus central de la UIS se obtiene a partir de la ecuación 4

$$I_{prom} = \frac{\sum I}{\# \text{ de datos}} \quad (4)$$

Aplicando esta ecuación se obtuvo que la insolación en el Campus Central de la UIS es de $= 4524 \text{ Wh/m}^2$

4.4.3 Brillo solar (horas equivalentes).

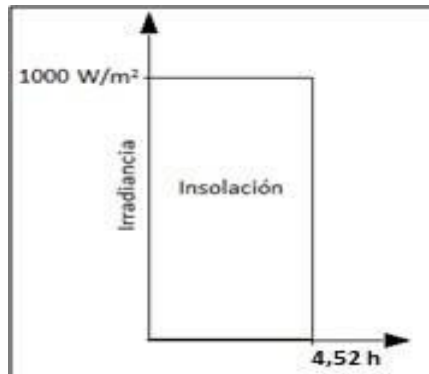
La duración del brillo solar o heliofanía en horas, representa el tiempo total durante el cual incide luz solar directa sobre alguna localidad, entre el alba y el atardecer. El total de horas de brillo solar de un lugar es uno de los factores que determinan el clima de esa localidad. Este elemento meteorológico es importante en casi todas las formas de actividad que se realizan a diario. Sectores como el agrícola, forestal, turismo, construcción, deportes y energía, dependen y planifican aspectos del cumplimiento de sus programas y actividades futuras sobre la perspectiva de disponer de suficiente horas de brillo solar durante el día.

Se calcula a partir la insolación promedio diaria, y representa el número de horas durante el que se debería tener una irradiancia de 1000 W/m^2 para tener la insolación promedio diaria.

$$\text{Brillo} = \text{horas equivalentes} = \frac{I_{prom} [W/m^2]}{1000 [Wh/m^2]} \quad (5)$$

En la Figura 16 se observa un esquema que representa las horas equivalentes en un panel solar. Se usa para calcular la energía aprovechable de un panel, a las condiciones de irradiancia de la zona en donde se va a instalar el sistema de captación energética usando paneles solares fotovoltaicos. Los proveedores de estos últimos dan a conocer el valor de brillo solar de sus productos. Considerando la Ecuación 5 se obtiene que las horas equivalentes de brillo en el Campus Central de la UIS de $4,524 \text{ h}$.

Figura 16 horas equivalentes – brillo solar



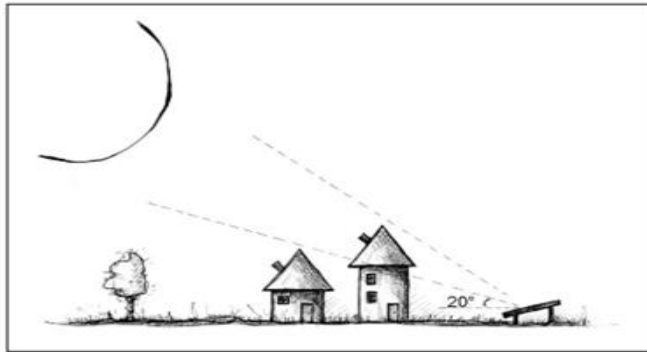
4.4.4 Días sombra/ días soleados

Otro de los aspectos a considerar para el diseño del sistema solar fotovoltaico son las características de los días. Para esto primero, se debe considerar que la sombra puede crear problemas con puntos calientes en algunas celdas solares. Si se tiene un grupo de celdas fotovoltaicas conectadas en serie y unas están en la sombra, las celdas que están en el sol producen la corriente eléctrica que circulará por la celda que está en la sombra, la cual está actuando como una gran resistencia. Estas celdas se calentarán más por ese efecto.

En segundo lugar, cualquier sombra tiene su influencia negativa sobre el rendimiento de un panel solar. Así que aún un árbol pequeño (además del hecho de que árboles pequeños se convierten en árboles grandes) puede tener una influencia sustancial sobre el rendimiento si está justo cerca donde se instalará el panel.

Como regla, la influencia de objetos en los alrededores puede omitirse cuando el ángulo de la línea desde la celda solar fotovoltaica hasta la cima del objeto con la horizontal es menor a 20°, así como lo muestra la Figura 17.

Figura 17 influencia de objetos sobre la celda solar



Para establecer si un día se considera sombreado primero se debe conocer la irradiancia de cada día, para lo cual se suman las irradiancias correspondientes a cada hora. Luego se obtiene el promedio de irradiancia diaria durante todo el año y su desviación estándar.

Se consideró que un día soleado es aquel en que su irradiancia diaria es menor que la diferencia entre el promedio diario y su desviación estándar, así:

$$\text{si } (Irradiancia - desviación) > (Irradiancia diaria) \xRightarrow{\text{Entonces}} \text{Día Sombreado} \quad (6)$$

Después de hacer esta estimación se obtiene que el máximo número de días sombra seguidos es 7 (en total se presentaron 48 días de sombra, de un total de 237).

En la hoja “análisis de irradiancia” del archivo adjunto de Excel del Anexo F aparecen resaltados estos días con fuente color roja y los días sombreados con color azul.

Como los días con sombra son múltiples, se considera que no se debe realizar un diseño considerando como única fuente de energía eléctrica, la generada por los paneles solares fotovoltaicos.

4.4.5 Tensión del sistema.

Como la carga que debe alimentar el sistema solar fotovoltaico es importante, se decidió que la tensión del sistema fuera de 48V, de manera que la corriente que se requiere en el lado de los paneles no sea tan elevada, para tener menos pérdidas de potencia y que no se requieran conductores eléctricos de calibres grandes.

4.4.6 Carga de diseño.

Para este proyecto la demanda se considera constante en un periodo de tiempo de 12 horas (6pm-6 am) con un valor de 3410 W, obtenido con la Ecuación 7 a partir, del número de luminarias y la potencia consumida por cada una de ellas como se muestra en la Tabla 13. La demanda de energía diaria se calcula a partir de la suma de las potencias correspondientes a cada hora durante el periodo de tiempo de 12 horas, lo que da un total de 40,92 kWh al día.

$$Wh = \#lamp_{tipo\ 1} * potencia\ lamp_{tipo\ 1} + \#lamp_{tipo\ 2} potencia\ lamp_{tipo\ 2} \quad (7)$$

Se consideró que toda la carga es de corriente alterna, y se aplicó un factor de eficiencia del sistema del 85%, por lo que la energía diaria con la que se dimensionan los paneles es:

$$Wh\ día = 1,15 * \#horas * Demanda\ hora \quad (8)$$

Como la selección de los paneles y las baterías se hace teniendo en cuenta la carga, pero a partir de la corriente por hora (A.h) que van a requerir, se calcula recordando que la tensión seleccionada para el sistema es de 48V:

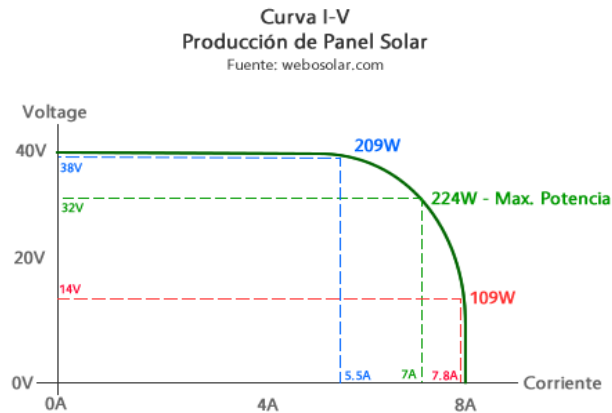
$$Ah\ día = \frac{Wh\ día}{V_{sistema}} \quad (9)$$

Según la Ecuación 9 el valor de la corriente por hora es 980,42 Ah

4.4.7 Paneles solares fotovoltaicos.

Luego de comparar entre una gran variedad de paneles solares fotovoltaicos y teniendo en cuenta potencia, tensión, corriente nominal, su costo y estrategias de control, se seleccionó un panel que permite control de tensión en red para máxima potencia GRID (MPPT) [25]. En este tipo de panel, el controlador logra el balance entre la tensión y la corriente para que operen a su máxima potencia como se muestra en la Figura 18.

Figura 18 Grafica punto de máxima potencia (MPPT)



Fuente: webosolar [25]

Se decidió dimensionar el sistema fotovoltaico usando los paneles solares fotovoltaicos de la empresa SUNTECH, las características de tensión y corriente de este panel se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18 Características eléctricas de los paneles solares

Tensión máxima	30,7 V
Corriente máxima	8,15 A
Tensión de Circuito Abierto	37,4 V
Corriente de Cortocircuito	8,63 A

4.4.7.1 Paneles en paralelo.

El número de paneles en paralelo se obtiene a partir de la corriente que deben suministrar para alimentar la carga diaria, teniendo en cuenta las horas de brillo disponibles, se obtiene la corriente que deben suministrar utilizando la Ecuación 10:

$$I_{panel} = \frac{Ah \text{ dia}}{Horas \text{ equivalentes}} \quad (10)$$

$$I = 980,42Ah / 4,52h = 216,91 \text{ A}$$

Considerando que cada panel puede suministrar una corriente igual a la máxima especificada por el fabricante, la corriente de cada panel es de 8,15 A, y la corriente que requiere la carga, el número de paneles necesarios para cumplir con la corriente que necesitan las luminarias se calcula como se establece en la Ecuación 11:

$$P_{paralelo} = \frac{I_{panel}}{I_{panel \text{ seleccionado}}} \quad (11)$$

$$P_p = 216,91A / 8,15A = 26,6 \approx 27 \text{ Paneles en paralelo}$$

4.4.7.2 Paneles en serie.

El número de paneles que se ubican en serie es el necesario para obtener una tensión superior a la del sistema (48V), por lo tanto, teniendo en cuenta la tensión máxima que suministra cada panel, y como se muestra en la ecuación 12 la cantidad de paneles en serie es:

$$P_{serie} = \frac{V_{sistema}}{V_{panel \text{ seleccionado}}} \quad (12)$$

$$P_s = 48/30,7 = 1,6 \approx 2 \text{ Paneles en Serie}$$

Por consiguiente, se requiere formar grupos de 2 paneles en serie.

4.4.7.3 Número de paneles totales

El número de paneles que requiere el sistema fotovoltaico en total para el alumbrado público es igual al producto de paneles en serie y en paralelo:

$$P_T = P_p * P_s \quad (13)$$

$$P_T = P_s * P_p = 27 * 2 = 54 \text{ Paneles}$$

Se requieren 54 paneles.

4.4.8 Baterías.

Al igual que en el cálculo del número de paneles, se debe calcular el número de baterías en serie y paralelo, para lo cual como criterios de selección se tuvo en cuenta capacidad de almacenaje, rendimiento a descargas lentas, vida útil, mantenimiento, y el costo. Teniendo en cuenta estos parámetros de selección del tipo de baterías que se va a usar en el diseño, se han seleccionado las baterías OPsZ 24V – 1410Ah, debido a sus características y su gran uso en aplicaciones de almacenamiento de energía eléctrica proveniente de paneles solares fotovoltaicos. Las características eléctricas de esta batería se muestran en la Tabla 19:

Tabla 19 Características de las Baterías

Tipo de celdas	OPZs
Capacidad a un ritmo de 20hr	1410 Ah
Capacidad de descarga	80%
Tensión	24 V

4.4.8.1 Capacidad del banco de baterías.

Para dimensionar la capacidad del banco de baterías se debe considerar que el número de días de autonomía es igual a siete, dado que la cantidad de días de sombra seguidos que se obtuvo durante el año es 7. Por lo tanto el banco de baterías debe tener capacidad de almacenar siete veces la energía que se consume en un día, en A.h:

$$C_{Bateria} = \text{Dias de autonomia} * I_p \quad (14)$$

$$C_B = 7 * 980,42 = 6863 \text{ A.h}$$

Además se tiene presente la capacidad de descarga de cada batería, lo cual implica que tengan una capacidad de almacenar más A.h. En este diseño se consideró un 20% adicional es decir:

$$C_B = 6863 * 1.2 = 8235,5 \text{ A.h}$$

No se considera la reducción en la capacidad de almacenamiento de las baterías debido a la temperatura, ya que este efecto es importante para temperaturas muy bajas comparadas con las que se presentan en Colombia.

4.4.8.2 Número de baterías en paralelo.

El número de baterías en paralelo es aquel que entrega los A.h requeridos por la carga, de manera que es la capacidad requerida dividida en la capacidad de cada batería (1410 A.h) como se muestra en la Ecuación 15:

$$B_{paralelo} = \frac{C_{Baterias}}{I_{Bateria}} \quad (15)$$

$$B_{paralelo} = 8235,5 / 1410 = 5,84 \approx 6 \text{ Baterías en paralelo}$$

4.4.8.3 Número de baterías en serie

El número de baterías en serie requeridas es el que permite obtener la tensión del sistema fotovoltaico (48V). Para calcularlo se divide la tensión requerida en la que suministra cada batería (24V):

$$B_{serie} = \frac{V_{sistema}}{V_{Bateria}} \quad (16)$$

$B_{serie} = 48/24 = 2$ Baterías en paralelo

4.4.8.4 Número total de baterías

Considerando el número de baterías en serie y en paralelo que se necesitan, en total se requieren:

$$B_T = B_p * B_s \quad (17)$$

$B_T = B_{serie} * B_{paralelo} = 2 * 6 = 12$ Baterías

Se necesitan 12 baterías.

4.4.9 Regulador de carga.

El regulador de carga debe ser adecuado para la tensión del sistema (48V), y poder soportar la corriente de cortocircuito de la configuración de paneles, que es:

$$I_{SC_{paneles}} = I_{SC_{panel}} * P_p \quad (18)$$

$I_{SC_{paneles}} = 8,89 * 27 = 242,73$ A

Por lo tanto se eligió el regulador de carga con corriente nominal de 250A, para considerar un factor de seguridad, y que funcionara a 48V, que es SPS48D250, y cuyas características se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20 Características Regulador de Carga

Referencia	SPS48D300
Tensión	48 V
Corriente	250 A
Precio	8280 euros

4.4.10 Inversor.

El inversor se debe seleccionar para garantizar que su tensión de entrada y salida corresponda con las tensiones que requiere el sistema (48Vdc/220Vac-60Hz), y que además pueda convertir una potencia igual a la máxima que deba invertir. Como toda la carga de las luminarias instaladas se alimenta en corriente alterna, el inversor debe funcionar para una potencia máxima de la carga, que es de 3338W. Como la carga de las luminarias son tipo LED, se considera FP=0,98, por lo que la potencia aparente máxima que debe manejar el inversor es de 3410 VA.

Por lo tanto, se eligió el Inversor Solar Onda Senoidal Pura 48v /220Vca de 5000W, MODELO 5048/V, cuyas características son las mostradas en la Tabla 21.

Tabla 21 Características del Inversor

Voltaje de entrada nominal - DC	48 VDC
Potencia continua a 25°C	4200 VA
Voltaje AC/ Frecuencia	220 o 120 VAC/ 60Hz
Salida continua AC-RMS a 25°C	30 A-AC
Eficiencia típica	93%
Regulación de tensión de la salida	±7%
Máxima corriente a la salida - RMS	350 A-AC

4.5 COSTOS DE INVERSIÓN

Se realizaron los costos de inversión para cada uno de los diseños establecidos para el proyecto con los parámetros eléctricos y civiles asociados a cada uno de ellos. Teniendo como base precios de mercado de la zona donde se realizará el proyecto, las cantidades de obra para cada uno de los diseños propuestos se encuentran en el Anexo G. Los APU's y presupuestos detallados se encuentran en el Anexo H.

4.5.1 Diseño iluminación LED.

Este diseño contempla la instalación de lámparas tipo LED, incluyendo en ellas el control de las luminarias, la alimentación en acometidas nuevas con sus respectivas canalizaciones, cumpliendo con lo exigido por los reglamentos RETIE [20] y RETILAP [21].

Las acometidas generales se diseñaron para tres circuitos alimentadores trifásicos desde el tablero de Administración I y un circuito desde tablero del edificio Camilo Torres, en conductor 3#10 Fase AWG y #12 conductor de puesta a tierra AWG en cobre. Para las derivaciones de las luminarias el conductor es de calibre 2#12 Fase AWG y 1#12 conductor de puesta a tierra AWG en cobre con distancias no mayores a 30 m.

Dado que las lámparas LED del diseño funcionan a una tensión nominal de 220 V no se considera un conductor para el neutro.

En la Tabla 22 se presenta el resumen del presupuesto requerido para el alumbrado público del Campus central de la UIS utilizando lámparas LED.

Tabla 22 Resumen de Presupuesto Diseño Iluminación LED.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN		VALOR TOTAL
1	ACOMETIDAS Y TABLEROS DE BAJA TENSION	SUB TOTAL	\$ 144 072 259
2	ALIMENTACION DE CIRUCITOS, DUCTERIA Y EXCAVACIONES	SUB TOTAL	\$ 37 970 671
3	ILUMINACION	SUB TOTAL	\$ 71 822 493
4	TRAMITES Y CERTIFICACIONES	SUB TOTAL	\$ 3 512 875

SUBTOTAL	\$ 257 378 298.00
ADMINISTRACION 8%	\$ 20 590 263.84
IMPREVISTOS 1%	\$ 1 544 269.79
UTILIDAD 4%	\$ 10 295 131.92
IVA SOBRE LA UTILIDAD 16%	\$ 1 647 221.00
TOTAL DE COSTOS	\$ 291 455 184.55

4.5.2 Diseño iluminación LED y sistema de generación fotovoltaico.

Este diseño contempla la instalación de las lámparas tipo LED y el sistema de generación fotovoltaica aislada para el suministro de energía de las mismas, incluyendo en ellas el control de las luminarias, la alimentación en acometidas nuevas con sus respectivas canalizaciones, cumpliendo con lo exigido por los reglamentos RETIE [20] y RETILAP [21].

Las acometidas generales se diseñaron para tres circuitos alimentadores trifásicos desde el tablero de Administración I y un circuito desde tablero del edificio Camilo Torres, en conductor 3#10 Fase AWG y #12 conductor de puesta a tierra AWG en cobre. Para las derivaciones de las luminarias el conductor es de calibre 2#12 Fase AWG y 1#12 conductor de puesta a tierra AWG en cobre con distancias no mayores a 30 m.

Dado que las lámparas LED del diseño funcionan a una tensión nominal de 220 V no se considera un conductor para el neutro.

Luego de realizado los cálculos de iluminación se diseñó un sistema de generación solar fotovoltaica con las especificaciones antes mencionadas.

La Tabla 23 presenta el resumen del presupuesto requerido para el alumbrado público del Campus central de la UIS, utilizando lámparas LED y generación solar fotovoltaica.

Tabla 23 Resumen de presupuesto diseño iluminación LED con Generación Fotovoltaica

ÍTEM	DESCRIPCIÓN		VALOR TOTAL
1	ACOMETIDAS Y TABLEROS DE BAJA TENSION	SUB TOTAL	\$ 144 072 259
2	ALIMENTACION DE CIRUCITOS, DUCTERIA Y EXCAVACIONES	SUB TOTAL	\$ 37 970 671
3	ILUMINACION	SUB TOTAL	\$ 71 822 493
4	DISEÑO FOTOVOLTAICO	SUB TOTAL	\$ 256 394 300
5	TRAMITES Y CERTIFICACIONES	SUB TOTAL	\$ 3 512 875

SUBTOTAL	\$ 513 772 597.71
ADMINISTRACION 8%	\$ 41 101 807.82
IMPREVISTOS 0,6%	\$ 3 082 635.59
UTILIDAD 4%	\$ 20 550 903.91
IVA SOBRE LA UTILIDAD 16%	\$ 3 288 144.63
TOTAL DE COSTOS	\$ 581 796 089.65

4.5.3 Diseño de un sistema de iluminación con suministro de energía híbrido, sistema de generación solar fotovoltaico con respaldo de la RED.

Este diseño contempla la instalación de las lámparas tipo LED y el sistema de generación solar fotovoltaica conectado a red para el suministro de energía de las mismas, incluyendo en ellas el control de las luminarias, el control de transferencia para el respaldo de la red de suministro en acometidas nuevas con sus respectivas canalizaciones, cumpliendo con lo exigido por los reglamentos RETIE [20] y RETILAP [21].

Las acometidas generales se diseñaron para tres circuitos alimentadores trifásicos desde el tablero de Administración I y un circuito desde tablero del edificio Camilo Torres, en conductor 3#10 Fase AWG y #12 conductor de puesta a tierra AWG en cobre. Para las derivaciones de las luminarias el conductor es de calibre 2#12 Fase AWG y 1#12 conductor de puesta a tierra AWG en cobre con distancias no mayores a 30 m.

Dado que las lámparas LED del diseño funcionan a una tensión nominal de 220 V no se considera un conductor para el neutro.

Luego de realizado los cálculos de iluminación se diseñó un sistema de generación fotovoltaica con las especificaciones antes mencionadas no obstante como se plantea el diseño con respaldo de la red ya no se tiene en cuenta la cantidad de días de sombra para el cálculo de la energía almacenada requerida, con esto se efectuó una nueva estimación de baterías para este diseño ver hoja de cálculo "Solar Híbrido" en el Anexo F.

También se incluye para este diseño una transferencia automática para que en el momento de no contar con la suficiente energía acumulada durante el día la red sirva como respaldo garantizando la continuidad y confiabilidad en el servicio del alumbrado público en el Campus Central de la UIS.

La Tabla 24 presenta el resumen del presupuesto requerido para el alumbrado público del Campus central de la UIS, utilizando lámparas LED y generación fotovoltaica con respaldo de la red.

Tabla 24 Resumen de presupuesto diseño iluminación LED y generación fotovoltaica con respaldo de red

ÍTEM	DESCRIPCIÓN		VALOR TOTAL
1	ACOMETIDAS Y TABLEROS DE BAJA TENSION	SUB TOTAL	\$ 144 072 259
2	ALIMENTACION DE CIRUCITOS, DUCTERIA Y EXCAVACIONES	SUB TOTAL	\$ 41 688 712
3	ILUMINACION	SUB TOTAL	\$ 71 822 493
4	DISEÑO FOTOVOLTAICO	SUB TOTAL	\$ 140 928 827
5	TRAMITES Y CERTIFICACIONES	SUB TOTAL	\$ 3 512 875

SUBTOTAL	\$ 402 025 166.31
ADMINISTRACION 8%	\$ 32 162 013.30
IMPREVISTOS 0,6%	\$ 2 412 151.00
UTILIDAD 4%	\$ 16 081 006.65
IVA SOBRE LA UTILIDAD 16%	\$ 2 572 961.06
TOTAL DE COSTOS	\$ 455 253 298.33

4.5.4 Diseño de iluminación LED con kit de generación solar fotovoltaica independiente

Este diseño contempla la instalación de las lámparas tipo LED y un Kit de generación solar fotovoltaica independiente para el suministro de energía de las mismas, incluyendo en ellas el control de las luminarias e instalación, de acuerdo con las exigencias de los reglamentos RETIE [20] y RETILAP [21].

Para este diseño lo primero fue tener en cuenta que en todos los puntos del diseño de iluminación del alumbrado público externo del Campus Central de la UIS no se encuentra el mismo número de luminarias por lo que tampoco se tiene una misma carga para todos los puntos por lo cual se requiere de dos diferentes clases de kits de generación solar fotovoltaica. Para conectar las luminarias, el conductor es de calibre 2#14 Fase AWG en cobre con distancias no mayores a 10 m.

El criterio de selección de los kit de generación solar fotovoltaicos se basó en la carga instalada por punto y su costo buscando un diseño óptimo y

económicamente viable que garantice la calidad y confiabilidad en el servicio del alumbrado público en el Campus central de la UIS.

La Tabla 25 presenta el resumen del presupuesto requerido para el alumbrado público del Campus central de la UIS, utilizando lámparas LED y generación fotovoltaica con respaldo de la red.

Tabla 25 Resumen de presupuesto diseño de iluminación con kit fotovoltaico independiente

ÍTEM	DESCRIPCIÓN		VALOR TOTAL
1	INSTALACIÓN DE KIT, POSTE Y LUMINARIAS	SUB TOTAL	\$ 91 183 813
2	ILUMINACION	SUB TOTAL	\$ 71 822 493
3	DISEÑO FOTOVOLTAICO	SUB TOTAL	\$ 277 812 000
4	TRAMITES Y CERTIFICACIONES	SUB TOTAL	\$ 3 512 875

SUBTOTAL	\$ 444 331 181.32
ADMINISTRACION 8%	\$ 35 546 494.51
IMPREVISTOS 0,6%	\$ 2 665 987.09
UTILIDAD 4%	\$ 17 773 247.25
IVA SOBRE LA UTILIDAD 16%	\$ 2 843 719.56
TOTAL DE COSTOS	\$ 503 160 629.73

4.6 VIABILIDAD

Después de realizado el análisis presupuestal de cada propuesta se realizó el análisis de costos anuales y el tiempo de recuperación de la inversión como se muestra en la tabla 27, así como el consumo anual de energía y su equivalencia en pesos de los diseños propuestos y del sistema de iluminación existente como se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26 Consumo Energía Anual.

CONSUMO UNITARIO DE ENERGIA ANUAL						
PARAMETROS	ACTUAL	PROYECTADA CELSA		PROYECTADA FOTOVOLTAICA	PROYECTADA CON RESPALDO	PROYECTADA KIT
	MERCURIO ALTA PRESION DJK	VEGALED	ACROLED	ACROLED Y VEGALED	ACROLED Y VEGALED	ACROLED Y VEGALED
Potencia Nominal [W]	125	33	35	68	68	68
Factor de potencia	0.95	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Potencia Real [W]	131.58	33.67	35.71	69.39	69.39	69.39
Numero de Luminarias	1	1	1	2	2	2
Costo [KW/h]	\$ 385.00	\$ 385.00	\$ 385.00	\$ 0.00	\$ 385.00	\$ 0.00
Horas/Dia	12	12	12	12	12	12
Dias/Año	360	360	360	360	72	360
Horas/Año	4320	4320	4320	4320	864	4320
Costo Anual de energia	\$ 207 900 000.00	\$ 54 885 600.00	\$ 58 212 000.00	\$ 0.00	\$ 45 239 040.00	\$ 0.00
Ahorro Anual	---	\$ 153 014 400.00	\$ 149 688 000.00	\$ 207 900 000.00	\$ 162 660 960.00	\$ 207 900 000.00
Vida Util (Horas)	16000	80000	80000	80000	80000	80000
Vida Util (Año)	3.70	18.52	18.52	18.52	18.52	18.52
COSTO TOTAL DE ENERGIA ANUAL	\$ 218 842.11	\$ 56 005.71	\$ 59 400.00	\$ 0.00	\$ 23 081.14	\$ 0.00
		\$ 4 536 462.86	\$ 1 128 600.00			
CONSUMO TOTAL PROYECTO	\$ 17 507 368.42	\$ 5 665 062.86		\$ 0.00	\$ 1 154 057.14	\$ 0.00

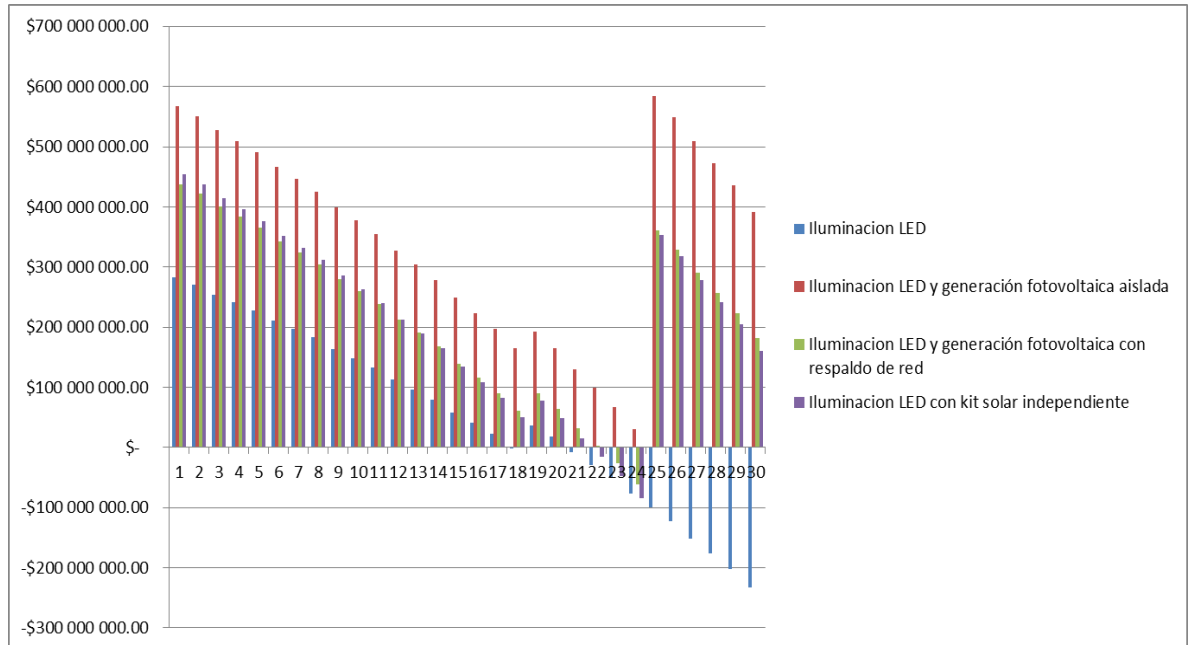
En el primer análisis mostrado en la tabla 26 vemos como la iluminación LED alimentada con paneles solares fotovoltaicos representa un gran ahorro en la energía con respecto al consumo de la alimentación convencional.

Tabla 27 Análisis de costos de los diseños

Año	Iluminacion LED	Iluminacion LED y generación fotovoltaica	Iluminacion LED y generación fotovoltaica con	Iluminacion LED con kit solar independiente
1	\$ 282 556 930.81	\$ 567 527 022.76	\$ 437 927 978.28	\$ 454 090 037.84
2	\$ 270 554 606.90	\$ 549 994 697.72	\$ 421 582 139.38	\$ 436 557 712.80
3	\$ 253 627 070.40	\$ 527 373 498.64	\$ 400 180 766.72	\$ 413 686 263.72
4	\$ 241 431 118.78	\$ 509 315 624.09	\$ 383 376 995.69	\$ 395 628 389.17
5	\$ 228 373 325.31	\$ 490 222 919.24	\$ 365 573 634.67	\$ 376 535 684.32
6	\$ 210 360 660.57	\$ 465 997 493.68	\$ 342 673 783.52	\$ 352 060 008.76
7	\$ 196 548 863.59	\$ 445 790 088.87	\$ 323 829 201.75	\$ 331 852 603.95
8	\$ 182 844 325.84	\$ 425 501 958.30	\$ 304 942 189.54	\$ 311 564 473.38
9	\$ 163 652 461.98	\$ 399 533 234.22	\$ 280 413 955.26	\$ 285 345 499.30
10	\$ 148 628 330.39	\$ 377 533 544.22	\$ 259 895 232.82	\$ 263 345 809.30
11	\$ 133 177 166.43	\$ 354 902 540.23	\$ 238 786 811.57	\$ 240 714 805.31
12	\$ 113 204 102.48	\$ 327 539 614.32	\$ 212 989 252.98	\$ 213 101 629.40
13	\$ 96 862 537.75	\$ 303 592 264.09	\$ 190 651 256.89	\$ 189 154 279.17
14	\$ 80 056 920.77	\$ 278 958 870.62	\$ 167 672 440.41	\$ 164 520 885.70
15	\$ 58 191 118.69	\$ 249 037 063.09	\$ 139 451 703.49	\$ 134 348 828.17
16	\$ 40 918 136.20	\$ 223 473 432.98	\$ 115 636 944.07	\$ 108 785 198.06
17	\$ 22 640 647.31	\$ 196 664 060.84	\$ 90 625 585.89	\$ 81 975 825.92
18	-\$ 738 386.30	\$ 164 505 129.65	\$ 60 315 192.85	\$ 49 566 644.73
19	\$ 36 892 312.89	\$ 193 100 947.70	\$ 90 811 492.97	\$ 78 162 462.78
20	\$ 17 515 579.01	\$ 164 427 184.09	\$ 64 091 614.98	\$ 49 488 699.17
21	-\$ 7 507 869.69	\$ 129 837 190.71	\$ 31 510 411.40	\$ 14 648 455.79
22	-\$ 28 527 453.67	\$ 98 973 973.72	\$ 2 712 431.21	-\$ 16 214 761.20
23	-\$ 50 142 542.23	\$ 67 230 377.64	-\$ 26 907 894.92	-\$ 47 958 357.28
24	-\$ 76 452 737.05	\$ 30 498 795.80	-\$ 61 456 542.92	-\$ 84 940 189.12
25	-\$ 99 309 506.03	\$ 583 550 905.41	\$ 361 022 755.10	\$ 352 610 951.33
26	-\$ 122 813 404.49	\$ 549 014 939.96	\$ 328 794 128.04	\$ 318 074 985.88
27	-\$ 151 565 709.78	\$ 508 912 298.18	\$ 291 063 660.85	\$ 277 722 094.10
28	-\$ 175 918 706.21	\$ 472 881 752.38	\$ 257 471 947.75	\$ 241 691 548.30
29	-\$ 201 475 157.43	\$ 435 311 344.22	\$ 222 408 903.49	\$ 204 121 140.14
30	-\$ 232 337 692.21	\$ 392 088 991.89	\$ 181 764 371.98	\$ 160 648 537.81

En la Figura 19 se muestra la gráfica del análisis de costos de las cuatro propuestas de diseño planteadas en este trabajo de grado

Figura 19 Grafica costos año a año



Al analizar esta grafica se observa como la propuesta de diseño de iluminación LED con alimentación convencional por factores tales como: su bajo mantenimiento, la vida útil de las luminarias LED, el bajo costo de la inversión y consumo de energía se logra tener una recuperación de la inversión aproximadamente entre los años 20 y 21 de su ejecución.

Vemos como este diseño frente a las otras alternativas es el más adecuado y optimo puesto que los demás diseños requieren de una inversión mayor y en el periodo de estudio no se recupera en su totalidad la inversión.

Luego de analizar las diferentes propuestas de este trabajo de grado y basándose en los cálculos para cada uno de los diseños se pudo observar que:

1. El diseño que contempla las lámparas LED con cualquiera de sus fuentes de alimentación es una buena opción para reducir costos en el consumo de energía ya que es una tecnología más eficiente y amigable con el medio ambiente que la instalada actualmente. Para los diferentes diseños se ve

reflejado en el presupuesto el alto costo que implica el montaje y la utilización de sistemas solares fotovoltaicos como fuentes de generación. Ya que en estos diseños el dinero ahorrado por costos en el consumo es necesario invertirlos en su mantenimiento anual y no se recupera del todo la inversión del proyecto (Ver Anexo I).

2. Al analizar el diseño de la alimentación independiente de cada luminaria aunque su costo no es tan elevado comparado con el diseño fotovoltaico aislado las características del Campus no permiten que en algunas zonas estas luminarias puedan tener incidencia directa de radiación solar lo que no permitiría un buen almacenamiento de energía para su adecuado funcionamiento. Además que este tipo de kit de generación solar fotovoltaica está diseñado para aportar máximo un día de autonomía para una carga instalada de entre 100 y 200 Watts.
3. Finalmente y con base a los diferentes análisis efectuados durante la realización de este trabajo de grado se considera que la mejor opción a realizar es la Iluminación LED alimentada por la red, aunque su retorno sea de 25 años aproximadamente cumple con las expectativas de mejora del diseño actual con un uso racional y eficiente de la energía eléctrica. A su vez se puede acotar que el costo del proyecto se ve incrementado debido al deterioro de la red existente, fue necesario diseñar toda la red eléctrica y sus componentes civiles asociados.

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.

Para la realización y cumplimiento de este trabajo de grado se estableció los requerimientos establecidos en los reglamentos técnicos colombianos RETIE y RETILAP definiendo así el estado actual de la red eléctrica existente mediante el levantamiento de la instalación del alumbrado público exterior y la toma de datos de los niveles de iluminación, con esto se planteó una propuesta con las características más adecuadas para el rediseño de la instalación aplicando la tecnología LED.

Se logró luego del análisis de la propuesta por parte de la empresa Celsa, un diseño sostenible, cumpliendo con todas las normativas exigidas en el reglamento de iluminación y Alumbrado Público RETILAP, logrando una excelente calidad de iluminación a un costo adecuado.

Se realizó un estudio de las tecnologías LED y generación solar fotovoltaica orientadas hacia la aplicación del alumbrado exterior, garantizando que se cumplieran las normas establecidas en el país para dicho fin, basándose en la experiencia de los diferentes organismos especializados en el tema de la iluminación artificial, como los proveedores y la oficina de Alumbrado Público del municipio de Bucaramanga.

Se efectuó un análisis técnico económico que permite corroborar la viabilidad para la realización del proyecto de iluminación con la propuestas de iluminación LED, y se considera que aún no es viable la proyección con la tecnología de generación fotovoltaica porque los precios del almacenamiento para este tipo de sistemas en la actualidad es elevado, pues la inversión no se recupera antes de ser necesario reinvertir para un mantenimiento general, pero no se descarta esta alternativa, ya que se están aplicando nuevas técnicas para la solución de este problema y el mejoramiento en la eficiencia de los paneles.

Se observó un gran deterioro de la red existente tanto en la infraestructura eléctrica como la civil asociada a la iluminación exterior del campus de la Universidad Industrial de Santander, ya que al realizar el levantamiento de la red en algunos sitios las cajas de paso se encontraron en muy mal estado o por remodelaciones se vieron afectadas sin poder acceder a ellas, otras simplemente por falta de mantenimiento, en general no existen cajas de inspección en buen estado, se encuentran deterioradas y en algunos casos destruidas.

Por medio del estudio de la tecnología LED se logró establecer el gran avance que tiene está en eficiencia, rendimiento y variedad en las aplicaciones para la iluminación. Además de lo amigable que está es con el medio ambiente, ya que se reduce en gran medida la contaminación por gases de CO₂.

Se pudo constatar por medio de mediciones que la iluminación existente en el Campus Central de la UIS, debido a su antigüedad y falta de mantenimiento, no cumple con las exigencias de los reglamentos técnicos colombianos, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y el Reglamento Técnico de Iluminación y alumbrado Público (RETILAP).

Este trabajo de grado sirve para afianzar los conocimientos acerca de los beneficios de la tecnología LED y la tecnología de generación fotovoltaica, el cómo se debe manejar un proyecto de iluminación, las consideraciones para un buen diseño y la verdadera visualización de lo que es ofrecer un producto final con características técnicas adecuadas, como lo es la iluminación.

Este libro es una guía para el momento de implementar el diseño se consideren las soluciones en el planteados para la iluminación de los corredores peatonales principales de la Universidad Industrial de Santander.

El trabajo de grado presentado se puede tener de referencia para en caso que se cumplan las expectativas de mejora en el almacenamiento de energía se establezcan puntos de inicio para el nuevo diseño.

El diseño presentado puede ser mejorado aplicando tele control para el nivel de iluminación por proximidad que está tomando fuerza en algunos países para el uso eficiente de la energía eléctrica, y demás tecnologías nuevas que sirvan para optimizar dicho diseño.

Por último los autores consideran que la realización de este trabajo de grado como parte final de su proceso de formación como ingenieros electricistas les ha permitido afianzar los conocimientos adquiridos en la carrera y les otorgo una muestra de lo que van a enfrentar en su vida profesional.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Decreto 2331 Normatividad 7 de Abril del 2008
Disponible en internet:
<URL:http://www.minminas.gov.co/minminas/kernel/usuario_externo_normatividad/form_consultar_normas_energia.jsp?parametro=2&site=1 >
- [2] VENTURA NUÑES, SENIOR MEMBER, IEEE Y DR. JOSÉ CATALDO. Prospectiva Tecnológica 2015 en el Área Energía: Nuevo análisis en la situación actual de crisis energética. Descargado en formato PDF. <URL: <http://ie.fing.edu.uy/publicaciones/2005/NC05/NC05.pdf>>
- [3] ENERGÍAS RENOVABLES: LIBRO BLANCO POR EL QUE SE ESTABLECE UNA ESTRATEGIA Y UN PLAN DE ACCIÓN COMUNITARIOS. 2001 Disponible en internet:
<URL:http://europa.eu/legislation_summaries/other/l27023_es.htm>
- [4] MARIANA LEOPARDI, En el 2010 la UE dice adiós a la bombilla incandescente. 2008.
Disponible en internet: <URL: <http://www.ecolosfera.com/2010-ue-adios-bombilla-incandescente/>>
- [5] LAS FUENTES DE ENERGIA. Documento descargado en formato PDF. Disponible en internet:
<URL: http://www.sallearcos.org/descargas/archivos/fuentes_energia.pdf>
- [6] LA TEORIA DEL COMERCIO Y LOS RECURSOS NATURALES. Documento descargado en formato PDF. Disponible en internet: <URL: http://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/anrep_s/wtr10-2c_s.pdf>
- [7] METROLIGHT. Environmental Lighting. ¿Qué es un LED?, Historia de los LEDs. Disponible en internet: URL:< http://www.metrolight-es.com/catalogo_leds_quees.htm>
- [8] LIBRO DISMINUCIÓN DE COSTES ENERGÉTICOS EN LA EMPRESA, Tecnologías y estrategias para el ahorro y la eficiencia energética. Amaya Martínez García, Alicia Valero Delgado, Alfonso Aranda Usón, Ignacio Zabalza Bribian, Sabina Scarpellini. FC EDITORIAL
- [9] ALTERNATIVE ENERGY BLOG - SOLAR -ENERGY- WIND- POWER.COM. Eficiencia energética: Luces LED para reemplazar bombillas. Abril del 2005. Disponible en internet: <URL: <http://alt-e.blogspot.com/2005/04/energy-efficiency-led-lights-to.html>>
- [10] HISTORIA DE LA LÁMPARA DE INCANDESCENCIA. Disponible en internet: <URL www.mis-bombillas.com/Mis-Bombi-Web/Historia_incand.htm >
- [11] TIPOS DE LAMPARAS, Documento descargado en formato PDF, Disponible en internet : < URL <http://www.electropar.com.py/pdf/iluminacion/Tipos%20de%20Lamparas.pdf> >
- [12] ENERGY EFFICIENT LIGHTING. Disponible en internet: URL:<http://www.eartheasy.com/live_energysave_lighting.htm#1c>

- [13] USO DE LOS LEDS EN LA ILUMINACIÓN, Enrique Fau de casa-Juana Martín, Javier Sánchez Soriano, Tomás Antón Escobar. Documento descargado. Disponible en internet. <URL <http://infoleds.files.wordpress.com/2007/04/ledsweb.pdf> >
- [14] HISTORY, DEVELOPMENT, AND APPLICATIONS OF HIGH – BRIGHNESS VISIBLE LIGHT – EMITTING DIODES. Russell D Dupuis, Fellow, IEEE, Member, OSA, and Michael R. Krames. Senior Member, IEEE. 2008. Disponible en internet. < URL <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=4542883&queryText%3Dhistory%2C+development> >
- [15] Dr. IGLESIAS, José M. EL LÁSER DIODO. Sociedad Española de Electromedicina Ingeniería Clínica. Disponible en en 2009: URL:< <http://www.seeic.org/articulo/laser/las-diodo.htm> >
- [16] ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA, miliarium, Disponible en internet: <URL <http://www.miliarium.com/bibliografia/Monografias/Energia/EnergiasRenovables/EnergiaSolarFotovoltaica.asp> >
- [17] INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA, electricidad gratuita. Disponible en internet <URL http://www.electricidad-gratuita.com/introduccion_energia_fotovoltaica.html>
- [18] ALUMBRADO PÚBLICO SOLAR G&C, empresa energía solar G&C, Disponible en internet: <URL http://www.gycsolar.com/webgyc/gyc_empresa.html >
- [19] LUMINARIAS SOLARES, pagina web, Disponible en internet: <URL <http://www.alternativaenergetica.com.mx/luminarias-solares-alumbrado-publico.html>>
- [20] LISTA DE PRODUCTOS, shenzhen hi-semicon electronics co. Ltda, pagina web. Disponible en internet <URL http://es.made-in-china.com/co_hi-semicon/product_25W-Q-Type-LED-Solar-Street-Lighting_heesrhiig.html>
- [21] Reglamento Técnico de Instalaciones Electricas RETIE, http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/ENERGIA/RETIE/REGLAMENTO_Retie2013mini.pdf.

[22] Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, RETILAP, <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/archivosSoporteRevistas/7853.pdf>.

[23] INDICES DE PROTECCION Y CLASES DE PROTECCION, GRUPO DECORVISE, disponible en internet <URL http://www.decorvise.com/index.php?main_page=page&id=35&zenid=uu65h046b2vmt1vfu4ie0e43m4>

[24] DISTORSION ARMONICA, documento disponible en PDF en <URL <http://watergymex.org/contenidos/rtecnicos/Optimizando%20la%20Operacion%20y%20el%20Mantenimiento/Distorsion%20Armonica.pdf>>

[25] SEGUIDOR PUNTO MAXIMA POTENCIA MPPT, disponible en internet en <URL <http://www.webosolar.com/foro/controlador-carga-mppt-punto-maxima-potencia/>>

[26] ANNOUNCING OUR NEW AND IMPROVED RAIN CONE DESIGN!, disponible en internet en <URL <http://www.davisnet.com/>>

ANEXOS

ANEXOS

Anexo A. CALCULOS FOTOMETRICOS POR EL METODO EUROPEO DE LOS 9 PUNTOS

Tabla A.1 Toma de datos promedios 1 de luminancia

DISTRIBUCION TIPO	ZONA	SUBZONA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Eprom	Emin	U0
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9			
BILATERAL ALTERNADA	1	1	9	15	36	9	18	24	9	15	20	17	9	53%
BILATERAL ALTERNADA	1	2	9	15	32	9	15	17	0	9	16	13,5625	0	0%
BILATERAL OPUESTA	1	3	54	29	14	18	20	12	15	15	9	20	9	45%
DISTRIBUCION TIPO	ZONA	SUBZONA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Eprom	Emin	U0
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9			
BILATERAL ALTERNADA	2	1	7	10	15	4	10	10	2	4	7	7,9375	2	25%
BILATERAL ALTERNADA	2	2	0	15	22	0	15	18	0	15	10	11,75	0	0%
UNILATERAL	2	3	0	5	14	0	9	11	0	0	5	5,4375	0	0%
DISTRIBUCION TIPO	ZONA	SUBZONA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Eprom	Emin	U0
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9			
BILATERAL ALTERNADA	3	1	8	16	18	4	5	1	0	0	0	5,5	0	0%
BILATERAL ALTERNADA	3	2	5	5	17	5	11	18	0	9	5	9,0625	0	0%
UNILATERAL	3	3	8	20	35	9	11	7	0	9	5	11,375	0	0%
UNILATERAL	3	4	8	19	38	9	11	10	9	5	8	12,0625	5	41%

Tabla A.2 Toma de datos promedio 2 de luminancia

DISTRIBUCION TIPO	ZONA	SUBZONA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Eprom	Emin	U0
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9			
BILATERAL ALTERNADA	1	1	5	15	72	4	9	33	2	7	13	15,375	2	13%
BILATERAL ALTERNADA	1	2	2	7	42	1	4	23	1	2	20	9,1875	1	11%
BILATERAL OPUESTA	1	3	56	30	12	15	13	12	5	10	9	16,75	5	30%
DISTRIBUCION TIPO	ZONA	SUBZONA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Eprom	Emin	U0
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9			
BILATERAL ALTERNADA	2	1	12	16	30	2	12	15	3	4	4	10,6875	2	19%
BILATERAL ALTERNADA	2	2	1	3	39	6	3	35	4	5	17	10,6875	1	9%
UNILATERAL	2	3	0	3	13	0	2	8	0	0	1	2,75	0	0%
DISTRIBUCION TIPO	ZONA	SUBZONA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Eprom	Emin	U0
			E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9			
BILATERAL ALTERNADA	3	1	9	20	35	5	5	7	3	0	0	8,1875	0	0%
BILATERAL ALTERNADA	3	2	1	5	38	2	7	10	1	1	0	6,5	0	0%
UNILATERAL	3	3	5	20	60	3	13	13	1	2	5	12,4375	1	8%
UNILATERAL	3	4	4	12	43	4	9	25	2	3	12	11,5625	2	17%

Anexo B. REGULACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA EXISTENTE.

MEMORIA DE CÁLCULOS ELÉCTRICOS

En esta sección se consignarán las limitantes fundamentales para el diseño de la propuesta basadas en la “Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución de la Electrificadora de Santander S.A.”, el código Eléctrico Nacional (Normas 2050), el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) con el fin de encaminar la propuesta hacia un resultado final confiable y con la mejor propuesta económica. El diseño de la red eléctrica es consecuencia del diseño del sistema de iluminación.

MATRIZ DE CÁLCULO

En la matriz de cálculo estarán contenidos los datos correspondientes al análisis de la red para cada uno circuitos en los tableros generales ubicados en los edificios de Administración I y Camilo Torres, las ecuaciones para cada una de las columnas de la matriz están dadas por:

Distancia [m]

La distancia del conductor tanto horizontal como verticalmente a través de los diferentes circuitos alimentadores.

Carga máxima por tramo [KW]

Se toma el valor dado por el fabricante multiplicado por el # luminarias, tanto para el caso de la red existente, como para el de la red propuesta.

$$Carga [KW] = \#lamp_{tipo\ 1} * potencia\ lamp_{tipo\ 1} + \#lamp_{tipo\ 2} potencia\ lamp_{tipo\ 2}$$

Factor de potencia (F.P)

El factor de potencia es considerado de 0,95 para las luminarias existentes y de 0,98 para las lámparas de iluminación LED, considerando así por los elementos electrónicos que posee.

Carga Máxima por tramo [KVA]

Esta es establecida por la relación de la carga máxima [KW] y el factor de potencia de las luminarias.

$$S = \frac{P}{FP}$$

Fase

Indica el número de fases que tiene el tramo al cual se le está calculando la regulación. El cual afecta el coeficiente de corrección de la red, los cuales están establecidos en la tabla 3.26 de la norma ESSA.

Tipo de Subestación	Tipo de red		
	Monofásica (FN)	Bifilar (FF)	Trifilar (FFN)
Monofásica	8	2	2
Trifásica	6	2	2,25

Tabla 3.26 Factores de corrección para otras conexiones

Corriente. [A]

La corriente está dada por la relación de la potencia y la tensión en el tramo trifásico calculado.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * VL} [A]$$

La corriente está dada por la relación de la potencia y la tensión en el tramo bifásico calculado.

$$I = \frac{S}{VL} [A]$$

Momento Eléctrico [KVA-M]

Se establece mediante el producto de la distancia y la carga máxima [KVA].

$$\text{Momento Eléctrico} = \text{Distancia} * \text{Carga Maxima} [KVA]$$

Conductor

Calibre

Se establece el calibre del conductor en el cual está diseñada o se va a diseñar la red.

Constante de regulación

Es la constante K de la regulación dado por el calibre del conductor y el material con el cual está hecho y la tensión a la cual se encuentra alimentado dicho conductor.

La constante KG se establece en la norma ESSA, Tabla 3.25.

$$K = \frac{KG}{(VL)^2}$$

Tensión	(KG) Baja tensión (*)				
Cos φ	0,8	0,85	0,9	0,95	1
14 AWG	752,235	797,3404	842,141	886,377	927,36
12 AWG	476,467	504,4656	532,18	559,367	583,52
10 AWG	302,877	320,1481	337,154	353,67	367,36
8 AWG	196,463	207,1611	217,607	227,585	234,87
6 AWG	126,254	132,6717	138,855	144,602	147,84
4 AWG	81,9997	85,7495	89,2797	92,4032	93,184
2 AWG	53,8566	55,93171	57,8007	59,2879	58,576
1 AWG	44,2823	45,7401	46,9888	47,8501	46,48
1/0 AWG	36,3697	37,37117	38,1696	38,592	36,848
2/0 AWG	30,0602	30,70733	31,1578	31,244	29,232
3/0 AWG	25,049	25,41483	25,5891	25,4085	23,184
4/0 AWG	21,012	21,15945	21,1208	20,7374	18,368
250 kcmils	18,349	18,40482	18,2864	17,8453	15,5456
350 kcmils	14,5742	14,43523	14,1286	13,5115	11,1059
500 kcmils	11,9212	11,61412	11,139	10,3527	7,7739
750 kcmils	9,65586	9,242255	8,66627	7,78946	5,18
1000 kcmils	8,50015	8,037757	7,41674	6,50182	3,8942

Tabla 3.25 Constantes de regulación para Conductores de cobre aislado en ducto no metálico

(*)Para obtener la constante de regulación (K) se divide el valor correspondiente de la constante generalizada (KG) por el voltaje de línea al cuadrado. $K=KG/(V_{L})^2$.

Regulación porcentual parcial por tramo.

La regulación está dado por el producto del momento eléctrico, la distancia del tramo y el factor de corrección de la red.

$$Regulacion\ porcentual = Momento\ Eléctrico * Distancia * FC$$

Regulación porcentual parcial total por tramo.

La regulación está dado por el producto del momento eléctrico, la distancia del tramo y el factor de corrección de la red.

$$Regulacion\ porcentual\ total = \sum Regulación\ porcentual\ parcial$$

Tabla B.1 Regulación del circuito 1 de la Zona 1. Tablero Administración I.

CIRCUITO 1- ZONA 1														
TRAMO	DISTANCIA (m)		CARGA [kW]	F.P	S [KVA]	FASES	CTE [A]	KVA-M	CONDUCTOR		REGULACION			F.C.
	HORIZONTAL	VERTICAL							CALIBRE	CONSTANTE	RED	PARCIAL	TOTAL	
TGBT1-C	40	2	1,75	0,95	1,842	3	4,858	77,368	N° 8	4,70E-03	0,00	0,36	0,36	1
C-L1	15,8	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,868	N°12	1,16E-02	0,36	0,07	0,43	2
C-L2	6,3	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,618	N°12	1,16E-02	0,43	0,04	0,47	2
C-L3	4	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,316	N°12	1,16E-02	0,47	0,03	0,50	2
C-CP L4	9,3		1,375	0,95	1,447	3	3,817	13,461	N° 8	4,70E-03	0,50	0,06	0,56	1
CP L4 - L4	3,6	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,263	N°12	1,16E-02	0,56	0,03	0,59	2
CP L4 - L5	10	10,2	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,658	N°12	1,16E-02	0,59	0,06	0,65	2
CP L4- CP L6	7,1	7,1	1,125	0,95	1,184	3	3,123	16,816	N° 8	4,70E-03	0,65	0,08	0,73	1
CP L6 - L6	1	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	0,921	N°12	1,16E-02	0,73	0,02	0,75	2
CP L6 - CP L8	17,3	0	1	0,95	1,053	3	2,776	18,211	N° 8	4,70E-03	0,75	0,09	0,84	1
CP L8 - L7	7,1	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,724	N°12	1,16E-02	0,84	0,04	0,88	2
CP L8 - L8	1	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	0,921	N°12	1,16E-02	0,88	0,02	0,90	2
CPL8- CPL10	24,4		0,75	0,95	0,789	3	2,082	19,263	N° 8	4,70E-03	0,90	0,09	0,99	1
CPL10-L9	12,1	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,382	N°12	1,16E-02	0,99	0,06	1,04	2
CPL10-L10	1	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	0,921	N°12	1,16E-02	1,04	0,02	1,07	2
CPL10-L11	8,7	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,934	N°12	1,16E-02	1,07	0,04	1,11	2
CPL10-CPL13	45,4	0	0,375	0,95	0,395	3	1,041	17,921	N° 8	4,70E-03	1,11	0,08	1,19	1
CP13-L12	15,5	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,829	N°12	1,16E-02	1,19	0,07	1,26	2
CP13-L13	1	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	0,921	N°12	1,16E-02	1,26	0,02	1,28	2
CP13-L14	16,4	6	0,25	0,95	0,263	2	1,202	5,895	N°12	1,16E-02	1,28	0,14	1,42	2

Tabla B.2 Regulación del Circuito 2. Zona 1 y Zona 2. Tablero Administración I.

CIRCUITO 2- ZONA 1 Y ZONA 2														
TRAMO	DISTANCIA (m)		CARGA [kW]	F.P	S [KVA]	FASES	CTE [A]	KVA-M	CONDUCTOR		REGULACION			F.C.
	HORIZONTAL	VERTICAL							CALIBRE	CONSTANTE	RED	PARCIAL	TOTAL	
TGBT1-C	40	2	3	0,95	3,158	3	8,327	132,632	N° 8	4,70E-03	0,00	0,62	0,62	1
C- C15	12,2		3	0,95	3,158	3	8,327	38,526	N° 8	4,70E-03	0,62	0,18	0,80	1
C- L15	4,9	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,434	N°12	1,16E-02	0,80	0,03	0,84	2
C-L16	5	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,447	N°12	1,16E-02	0,84	0,03	0,87	2
C- L17	13,1	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,513	N°12	1,16E-02	0,87	0,06	0,93	2
C-L18	24,5	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	4,013	N°12	1,16E-02	0,93	0,09	1,02	2
C-L22	16	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,895	N°12	1,16E-02	1,02	0,07	1,09	2
C-L23	6,8	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,684	N°12	1,16E-02	1,09	0,04	1,13	2
C-L24	7,9	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,829	N°12	1,16E-02	1,13	0,04	1,17	2
C15-C23	12,5		2,5	0,95	2,632	3	6,939	32,895	N° 8	4,70E-03	1,17	0,15	1,33	1
C23-CP26	28,7		0,375	0,95	0,395	3	1,041	11,329	N° 8	4,70E-03	1,33	0,05	1,38	1
CP26-L25	9,9	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,092	N°12	1,16E-02	1,38	0,05	1,43	2
CP26-L26	1	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	0,921	N°12	1,16E-02	1,43	0,02	1,45	2
CP26-L40	19,5	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	3,355	N°12	1,16E-02	1,45	0,08	1,53	2
C23-C35	6,5		1,75	0,95	1,842	3	4,858	11,974	N° 8	4,70E-03	1,53	0,06	1,58	1
C35-L35	2	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,053	N°12	1,16E-02	1,58	0,02	1,61	2
C35-C36	11,3		1,625	0,95	1,711	3	4,511	19,329	N° 8	4,70E-03	1,61	0,09	1,70	1
C36-L36	2	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,053	N°12	1,16E-02	1,70	0,02	1,72	2
C36-C39	14,1		1,5	0,95	1,579	3	4,164	22,263	N° 8	4,70E-03	1,72	0,10	1,83	1
C39-CP44	22,1		0,25	0,95	0,263	3	0,694	5,816	N° 8	4,70E-03	1,83	0,03	1,85	1
C39-L39	5,5	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,513	N°12	1,16E-02	1,85	0,03	1,89	2
CP44-L44	8,4	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,895	N°12	1,16E-02	1,89	0,04	1,93	2
CP44-L45	16,2	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,921	N°12	4,70E-03	1,93	0,03	1,96	2
C39-L38	4,5	6	1,75	0,95	1,842	2	8,413	19,342	N° 8	1,16E-02	1,96	0,45	2,41	2
C39-L37	17,5	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	3,092	N°12	1,16E-02	2,41	0,07	2,48	2
C39-L46	8,5	6	1,625	0,95	1,711	2	7,813	24,803	N° 8	1,16E-02	2,48	0,57	3,05	2
C39-C52	53,4		0,75	0,95	0,789	3	2,082	42,158	N°12	4,70E-03	3,05	0,20	3,25	1
C52-L52	8,3	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,882	N°12	1,16E-02	3,25	0,04	3,29	2
C52-CP53	20		0,375	0,95	0,395	3	1,041	7,895	N° 8	4,70E-03	3,29	0,04	3,33	1
CP53-L53	2	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,053	N°12	1,16E-02	3,33	0,02	3,35	2
CP53-L49	9	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,974	N°12	1,16E-02	3,35	0,05	3,40	2
CP53-L50	19,2	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	3,316	N°12	1,16E-02	3,40	0,08	3,48	2
C52-C55	19,4		0,25	0,95	0,263	3	0,694	5,105	N° 8	4,70E-03	3,48	0,02	3,50	1
C55-L55	1	6	0,25	0,95	0,263	2	1,202	1,842	N°12	1,16E-02	3,50	0,04	3,54	2
C55-L56	31	6	0,25	0,95	0,263	2	1,202	9,737	N°12	1,16E-02	3,54	0,23	3,77	2

Tabla B.3 Regulación del Circuito 3. Zona 1 y Zona 2. Tablero Administración I.

CIRCUITO 3 - ZONA 1 Y ZONA 2															
TRAMO	DISTANCIA (m)		CARGA [KW]	F.P	S [KVA]	FASES	CTE [A]	KVA-M	CONDUCTOR		REGULACION			F.C.	
	HORIZONTAL	VERTICAL							CALIBRE	CONSTANTE	RED	PARCIAL	TOTAL		
TGBT1-C		40	2	2,5	0,95	2,632	3	6,939	110,526	N° 8	4,70E-03	0,00	0,52	0,52	1
C-CP19	58,4		1	2,5	0,95	2,632	3	6,939	156,316	N° 8	4,70E-03	0,52	0,74	1,25	1
CP19-L19		3,9	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,303	N°12	1,16E-02	1,25	0,03	1,28	2
CP19-L20		11,2	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,263	N°12	1,16E-02	1,28	0,05	1,34	2
CP19-L21		20	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	3,421	N°12	1,16E-02	1,34	0,08	1,42	2
CP19-CP27		12		2,125	0,95	2,237	3	5,898	26,842	N° 8	4,70E-03	1,42	0,13	1,54	1
CP27-L27		3	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,184	N°12	1,16E-02	1,54	0,03	1,57	2
CP27-L28		6,8	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,684	N°12	1,16E-02	1,57	0,04	1,61	2
CP27-CP30		30		0,75	0,95	0,789	3	2,082	23,684	N° 8	4,70E-03	1,61	0,11	1,72	1
CP30-L29		7,2	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,737	N°12	1,16E-02	1,72	0,04	1,76	2
CP30-L30		6,4	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,632	N°12	1,16E-02	1,76	0,04	1,80	2
CP30-L31		20	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	3,421	N°12	1,16E-02	1,80	0,08	1,88	2
CP30-CP33		45		0,375	0,95	0,395	3	1,041	17,763	N° 8	4,70E-03	1,88	0,08	1,96	1
CP33-L32		12,5	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,434	N°12	1,16E-02	1,96	0,06	2,02	2
CP33-L33		1	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	0,921	N°12	1,16E-02	2,02	0,02	2,04	2
CP33-L34		13,7	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,592	N°12	1,16E-02	2,04	0,06	2,10	2
CP27-CP41		19		1,125	0,95	1,184	3	3,123	22,500	N° 8	4,70E-03	2,10	0,11	2,20	1
CP41-L41		2	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,053	N°12	1,16E-02	2,20	0,02	2,23	2
CP41-CP43		16,5		0,375	0,95	0,395	3	1,041	6,513	N° 8	4,70E-03	2,23	0,03	2,26	1
CP43-L43		1	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	0,921	N°12	1,16E-02	2,26	0,02	2,28	2
CP43-L48		24	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	3,947	N°12	1,16E-02	2,28	0,09	2,37	2
CP43-L74		13	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,500	N°12	1,16E-02	2,37	0,06	2,43	2
CP41-CP42		19		0,25	0,95	0,263	3	0,694	5,000	N° 8	4,70E-03	2,43	0,02	2,45	1
CP42-L42		11,2	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,263	N°12	1,16E-02	2,45	0,05	2,50	2
CP42-L47		14,1	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,645	N°12	1,16E-02	2,50	0,06	2,57	2
CP42-CP54		41		0,375	0,95	0,395	3	1,041	16,184	N° 8	4,70E-03	2,57	0,08	2,64	1
CP54-L54		1	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	0,921	N°12	1,16E-02	2,64	0,02	2,66	2
CP54-L51		12,3	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,408	N°12	1,16E-02	2,66	0,06	2,72	2
CP54-L57		13	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,500	N°12	1,16E-02	2,72	0,06	2,78	2

Tabla B.4 Regulación del Circuito 1. Zona 3. Tablero Camilo Torres.

CIRCUITO 1 - ZONA 3															
TRAMO	DISTANCIA (m)		CARGA [KW]	F.P	S [KVA]	FASES	CTE [A]	KVA-M	CONDUCTOR		REGULACION			F.C.	
	HORIZONTAL	VERTICAL							CALIBRE	CONSTANTE	RED	PARCIAL	TOTAL		
TGBT2-CP69		70		2,75	0,95	2,895	3	7,633	202,632	N° 8	4,70E-03	0,00	0,95	0,95	1
CP69-L69		2	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,053	N°12	1,16E-02	0,95	0,02	0,98	2
CP69-L70		9,8	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,079	N°12	1,16E-02	0,98	0,05	1,03	2
CP69-CP77		14		0,25	0,95	0,263	3	0,694	3,684	N° 8	4,70E-03	1,03	0,02	1,04	1
CP77-L77		4,1	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,329	N°12	1,16E-02	1,04	0,03	1,07	2
CP77-L73		18,7	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	3,250	N°12	1,16E-02	1,07	0,08	1,15	2
CP69-CP66		13		2,25	0,95	2,368	3	6,245	30,789	N° 8	4,70E-03	1,15	0,14	1,29	1
CP66-L66		4	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,316	N°12	1,16E-02	1,29	0,03	1,32	2
CP66-CP68		12		0,5	0,95	0,526	3	1,388	6,316	N° 8	4,70E-03	1,32	0,03	1,35	1
CP68-L67		6,5	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,645	N°12	1,16E-02	1,35	0,04	1,39	2
CP68-L68		9,8	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,079	N°12	1,16E-02	1,39	0,05	1,44	2
CP68-CP61		9,7		0,25	0,95	0,263	3	0,694	2,553	N° 8	4,70E-03	1,44	0,01	1,45	1
CP61-L61		1	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	0,921	N°12	1,16E-02	1,45	0,02	1,47	2
CP61-L69		9,5	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,039	N°12	1,16E-02	1,47	0,05	1,52	2
CP66-CP58		25		0,25	0,95	0,263	3	0,694	6,579	N° 8	4,70E-03	1,52	0,03	1,55	1
CP58-L58		6,6	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,658	N°12	1,16E-02	1,55	0,04	1,59	2
CP58-L60		8,3	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,882	N°12	1,16E-02	1,59	0,04	1,63	2
CP66-CP64		15,3		1,375	0,95	1,447	3	3,817	22,145	N° 8	4,70E-03	1,63	0,10	1,74	1
CP64-L64		3,9	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,303	N°12	1,16E-02	1,74	0,03	1,77	2
CP64-L65		7	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,711	N°12	1,16E-02	1,77	0,04	1,81	2
CP64-CP76		22,3		1,125	0,95	1,184	3	3,123	26,408	N° 8	4,70E-03	1,81	0,12	1,93	1
CP76-L76		1	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	0,921	N°12	1,16E-02	1,93	0,02	1,95	2
CP76-L71		17,6	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	3,105	N°12	1,16E-02	1,95	0,07	2,02	2
CP76-L72		25	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	4,079	N°12	1,16E-02	2,02	0,09	2,12	2
CP76-CP75		8,4		0,75	0,95	0,789	3	2,082	6,632	N° 8	4,70E-03	2,12	0,03	2,15	1
CP75-L75		3,8	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,289	N°12	1,16E-02	2,15	0,03	2,18	2
CP75-L63		17,1	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	3,039	N°12	1,16E-02	2,18	0,07	2,25	2
CP75-L72		22,6	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	3,763	N°12	1,16E-02	2,25	0,09	2,34	2
CP75-CP78		17,3		0,375	0,95	0,395	3	1,041	6,829	N° 8	4,70E-03	2,34	0,03	2,37	1
CP78-L78		2	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	1,053	N°12	1,16E-02	2,37	0,02	2,39	2
CP78-L79		16,4	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,947	N°12	1,16E-02	2,39	0,07	2,46	2
CP78-L80		9,5	6	0,125	0,95	0,132	2	0,601	2,039	N°12	1,16E-02	2,46	0,05	2,51	2

Anexo C. FICHAS TÉCNICAS DE LUMINARIAS DE DISEÑO.

C.1 LUMINARIA ACROLED

		FICHA TÉCNICA	ICMA04T_1_1
ILUMINACIÓN DE GRANDES ESPACIOS ACROLED 35W			
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LUMINARIA			
ITEM	DESCRIPCIÓN		
1	Norma de fabricación	NTC 2230 – IEC 60598-1 – IEC 62262 – UL8750 - RETILAP	
2	Fabricante	CELSA S.A.S Colombia	
3	Referencia	ACROLED	
4	Potencia nominal de la luminaria	35W(LED)/37.5W(Total)	
5	Tensión nominal de la luminaria	90V-295V	
6	Resistencia al impacto	IK 09	
7	Grado de protección (IP)	Conjunto óptico	66
		Conjunto eléctrico	66
8	Conjunto eléctrico	Driver de Corriente	Encapsulado. Cumple con: UL 1012,& CSA107 RoHS.
9	Protecciones eléctricas integradas en el Driver	Sobre Voltaje	Desconexión por exceder sus parámetros eléctricos, se reconecta automáticamente cuando el voltaje se normaliza.
		Corto circuito	Detección automática de corto circuito, se reconecta automáticamente cuando la falla es despejada.
		Sobre Carga	Desconexión por exceder sus parámetros eléctricos, se reconecta automáticamente cuando la carga se normaliza.
		Sobre temperatura	Desconexión por exceder sus parámetros térmicos, se reconecta automáticamente cuando la temperatura se normaliza.
10	Factor de potencia del conjunto	> 0,9	
11	Distorsión armónica de corriente.	≤ 20%	
12	Frecuencia de operación	47Hz – 63Hz	

		FICHA TÉCNICA	ICMA04T_1_1
ILUMINACIÓN DE GRANDES ESPACIOS ACROLED 35W			
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LUMINARIA			
13	Montaje del conjunto eléctrico	Sobre bandeja fácilmente desmontable, sujeta a la carcasa por medio de tornillos que no requieren herramientas especiales.	
15	LED	Temperatura de Color	3000°K a 5000°K
		CRI	≥ 70%
		Eficacia	≥ 90 Lm/W
		Flujo	3763Lm
16	Difusor	Tipo	Lenticular
		Transmitancia (%)	> 90%
17	Disipador de Calor	Material	Aluminio de alta pureza.
		Pureza	99.5%
		Temperatura de Operación	Operación óptima de los LEDs a una temperatura ambiente entre -30°C y 50°C.
18	Sistema de cierre y fijación	Tornillos en acero inoxidable.	
19	Alimentación Eléctrica del Conjunto	Bornera de conexión tipo tornillo.	
20	Alimentación de la Luminaria	Por medio una bornera de tres posiciones con conexión a tierra, conductores calibre 18 AWG, dispuesto de tal manera que los tres conductores queden fuera de la luminaria.	
21	Conexiones internas	Conductor Calibre (AWG)	18 AWG - 600V - 105°C.
		Color según NTC 2050	Neutro: Blanco o similar
			Tierra: Verde
			Fases: Rojo/Azul

		FICHA TÉCNICA	ICMA04T_1_1
ILUMINACIÓN DE GRANDES ESPACIOS ACROLED 35W			
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LUMINARIA			
22	Marcación de la luminaria	Etiqueta Adhesiva	
23	Marcación de información técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Tensión nominal. • Marca del fabricante • Potencia de línea (W) • Fecha y año de fabricación 	
24	Pruebas realizadas en fábrica	<ul style="list-style-type: none"> • Hermeticidad (polvo y agua) • Prueba Impacto • Medidas Eléctricas • Verificación cálculos fotométricos 	


C.2 LUMINARIA VEGALED

		FICHA TÉCNICA	ICMA038_4_1
<p>ILUMINACIÓN DE GRANDES ESPACIOS, DECORATIVA Y PERIMETRAL VEGALED XMVL-AP (WallpackLED)</p>			
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LUMINARIA			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN		
1	Norma de fabricación	NTC 2230 – IEC 60598-1 – IEC 60529 – IEC 62262 – RETILAP	
2	Fabricante	CELSA S.A.S Colombia	
3	Referencia	VEGALED XMVL-AP	
4	Potencia nominal de la luminaria	Desde 30W(LED)/35W(Total) hasta 70W(LED)/78W(Total) según versión	
5	Tensión nominal	90-295V, 120-277V	
6	Cuerpo de la luminaria	Aluminio.	
7	Acabado	Pintura electrostática al horno con protección U.V., para uso a la intemperie.	
8	Resistencia al impacto	Cuerpo de la luminaria	IK 08
9	Grado de protección (IP)	Conjunto óptico	68
		Conjunto eléctrico	68
10	Conjunto eléctrico	Driver de Corriente	Encapsulado. Cumple con: UL 1012, & CSA107 RoHS.
11	Protecciones eléctricas integradas en el Driver	Sobre Voltaje	Desconexión por exceder sus parámetros eléctricos, se reconecta automáticamente cuando el voltaje se normaliza.
		Corto circuito	Detección automática de corto circuito, se reconecta automáticamente cuando la falla es despejada.
		Sobre Carga	Desconexión por exceder sus parámetros eléctricos, se reconecta automáticamente cuando la carga se normaliza.
		Sobre temperatura	Desconexión por exceder sus parámetros térmicos, se reconecta automáticamente cuando la temperatura se normaliza..
12	Factor de potencia de la luminaria.	> 0,9	
13	Distorsión armónica de corriente.	≤ 20%	

**ILUMINACIÓN DE GRANDES ESPACIOS,
DECORATIVA Y PERIMETRAL
VEGALED XMVL-AP
(WallpackLED)**


CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LUMINARIA

14	Frecuencia de operación de la luminaria.	50Hz – 60Hz	
15	Montaje del conjunto eléctrico	Sobre bandeja fácilmente desmontable, sujeta a la carcasa por medio de tornillos que no requieren herramientas especiales.	
16	Base para Fotocontrol.	Ubicada en la parte superior de la luminaria. Tipo tripolar. Norma ANSI C136.10, NTC2470.	
17	LED	Temperatura de Color	3000°K a 5000 °K según versión
		CRI	≥ 70%
		Eficacia	≥ 90 Lm/W
		Flujo / Modulo	3485Lm a 7881Lm según versión
		Consumo / Modulo	Desde 30W a 70W
	Vida útil de los LED	> 66 K Horas (Ta 25°C)	
18	Difusor	Tipo	Lenticular o Vidrio Templado
		Transmitancia (%)	> 90%
19	Disipador de Calor	Material	Aluminio.
		Temperatura de Operación	Se garantiza una temperatura de operación óptima de los LEDs a una temperatura ambiente entre -20°C y 55°C.
20	Sistema de cierre	Tornillos en acero inoxidable.	
21	Apertura de la luminaria	Apertura inferior permitiendo un rápido y fácil acceso a los componentes eléctricos.	
22	Sistema de fijación	Tomillo de acero inoxidable a pared, o brazo con tubos de 1" a 1½" (Según modelo). Brazos en otros diámetros si se requiere.	
23	Alimentación Eléctrica de la luminaria	Bornera de conexión tipo tomillo.	
24	Alimentación de la luminaria	Por medio una bornera de tres posiciones con conexión a tierra, conductores calibre 18 AWG, dispuesto de tal manera que los tres conductores queden fuera de la luminaria.	

	FICHA TÉCNICA	ICMA038_4_1
---	---------------	-------------

<p>ILUMINACIÓN DE GRANDES ESPACIOS, DECORATIVA Y PERIMETRAL VEGALED XMVL-AP <i>(WallpackLED)</i></p>	
---	--

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LUMINARIA									
25	Conexiones internas	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="561 621 841 709">Conductor Calibre (AWG)</td> <td data-bbox="841 621 1317 709">18 AWG - 600V - 105°C.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="561 709 841 863">Color según NTC 2050</td> <td data-bbox="841 709 1317 863"> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="841 709 1002 758">Neutro: Blanco o similar</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1002 758 1317 806">Tierra: Verde</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1317 806 1317 863">Fases: Rojo/Azul</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	Conductor Calibre (AWG)	18 AWG - 600V - 105°C.	Color según NTC 2050	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="841 709 1002 758">Neutro: Blanco o similar</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1002 758 1317 806">Tierra: Verde</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1317 806 1317 863">Fases: Rojo/Azul</td> </tr> </table>	Neutro: Blanco o similar	Tierra: Verde	Fases: Rojo/Azul
Conductor Calibre (AWG)	18 AWG - 600V - 105°C.								
Color según NTC 2050	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="841 709 1002 758">Neutro: Blanco o similar</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1002 758 1317 806">Tierra: Verde</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1317 806 1317 863">Fases: Rojo/Azul</td> </tr> </table>	Neutro: Blanco o similar	Tierra: Verde	Fases: Rojo/Azul					
Neutro: Blanco o similar									
Tierra: Verde									
Fases: Rojo/Azul									
26	Marcación de la luminaria	Según indicaciones del cliente y RETILAP							
27	Marcación de información técnica	<ul style="list-style-type: none"> • Marca de fábrica. • Código del fabricante. • Potencia. • Hermeticidad (IP). • Modelo y referencia. • Tensiones de conexión. • IK de la luminaria. • Tipo de fuente luminosa. • Otra si se requiere 							
28	Pruebas realizadas en fabrica	<ul style="list-style-type: none"> • Hermeticidad (polvo y agua) • Prueba Impacto • Medidas Eléctricas • Verificación cálculos fotométricos • Adherencias • Rotulación 							

Anexo D. PARÁMETROS DE DISEÑO DEL FABRICANTE

Anexo E. PARÁMETROS ELÉCTRICOS Y CIVILES ASOCIADOS AL PROYECTO

CUADRO DE CARGAS

Tabla E.1 Cuadro de carga del tablero del edificio de Administración I

CUADRO DE CARGAS TABLERO ADMINISTRACION I																
ZONAS	CTO	LUMINARIA ACROLED 35W	LUMINARIA VEGALED 33W	TOMAS			FASES			# FASES	TOTAL (w)	F.P	V.A	I(A)	CALIBRE	PROTECC.
				NOR.		ESP.	A	B	C							
1	1		10				110	110	110	3	330	0,98	337	0,93	Nº 10	3*15
1 Y2	2	4	27				332	367	332	3	1.031	0,98	1.052	2,92	Nº 10	3*15
1 Y2	3	5	21				301	266	301	3	868	0,98	886	2,46	Nº 10	3*15
TOTAL		9	58	0	0	0	743	743	743	3	2.229	0,98	2.274	6,31		

Tabla E.2 Cuadro de carga del tablero del edificio Camilo Torres

CUADRO DE CARGAS TABLERO CAMILO TORRES																
ZONAS	CTO	LUMINARIA ACROLED 35W	LUMINARIA VEGALED 33W	TOMAS			FASES			# FASES	TOTAL (w)	F.P	V.A	I(A)	CALIBRE	PROTECC.
				NOR.		ESP.	A	B	C							
3	1	10	23				369	369	371	3	1.109	0,98	1.132	3,14	Nº 10	3*15
TOTAL		10	23	0	0	0	369	369	371	3	1.109	0,98	1.132	3,14		

CUADROS DE REGULACIÓN

Tabla E.3 Regulación del circuito 1 de la Zona 1 del tablero del edificio de Administración I.

TRAMO	CIRCUITO 1 - ZONA 1														F.C.
	DISTANCIA (m)		CARGA [KW]	F.P	S [KVA]	FASES	CTE [A]	KVA-M	CONDUCTOR		REGULACION				
	HORIZONTAL	VERTICAL							CALIBRE	CONSTANTE	RED	PARCIAL	TOTAL		
TGBT1-C	40	2	0,33	0,95	0,347	3	0,916	14,589	Nº 10	7,31E-03	0,00	0,11	0,11	1	
C-L1	15,8	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,827	Nº 12	1,16E-02	0,11	0,02	0,13	2	
C-L2	6,3	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,497	Nº 12	1,16E-02	0,13	0,01	0,14	2	
C-CP L4	9,3		0,264	0,95	0,278	3	0,733	2,584	Nº 10	7,31E-03	0,14	0,02	0,16	1	
CP L4 - L4	3,6	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,403	Nº 12	1,16E-02	0,16	0,01	0,17	2	
CP L4 - CP L8	35,5		0,231	0,95	0,243	3	0,641	8,632	Nº 10	7,31E-03	0,17	0,06	0,23	1	
CP L8 - L7	7,1	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,525	Nº 12	1,16E-02	0,23	0,01	0,24	2	
CP L8 - L8	1	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,313	Nº 12	1,16E-02	0,24	0,01	0,25	2	
CPL8 - CPL10	24,4		0,165	0,95	0,174	3	0,458	4,238	Nº 10	7,31E-03	0,25	0,03	0,28	1	
CPL10-L10	1	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,313	Nº 12	1,16E-02	0,28	0,01	0,29	2	
CPL10-L11	8,7	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,580	Nº 12	1,16E-02	0,29	0,01	0,30	2	
CPL10-CPL13	45,4		0,099	0,95	0,104	3	0,275	4,731	Nº 10	7,31E-03	0,30	0,03	0,33	1	
CP13-L12	15,5	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,816	Nº 12	1,16E-02	0,33	0,02	0,35	2	
CP13-L13	1	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,313	Nº 12	1,16E-02	0,35	0,01	0,36	2	
CP13-L14	16,4	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,848	Nº 12	1,16E-02	0,36	0,02	0,38	2	

Tabla E.4 Regulación del circuito 2 de la Zona 1 y Zona 2 del tablero del edificio de Administración I.

CIRCUITO 2 - ZONA 1 Y ZONA 2														
TRAMO	DISTANCIA (m)		CARGA [KW]	F.P	S [KVA]	FASES	CTE [A]	KVA-M	CONDUCTOR		REGULACION			F.C.
	HORIZONTAL	VERTICAL							CALIBRE	CONSTANTE	RED	PARCIAL	TOTAL	
TGBT1-C	40	2	1,031	0,95	1,085	3	2,862	45,581	N° 10	7,31E-03	0,00	0,33	0,33	1
C- C15	12,2	8	1,031	0,95	1,085	3	2,862	13,240	N° 10	7,31E-03	0,33	0,10	0,43	1
C15- L15	4,9	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,448	N°12	1,16E-02	0,43	0,01	0,44	2
C15-L16	5	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,452	N°12	1,16E-02	0,44	0,01	0,45	2
C15- L17	13,1	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,733	N°12	1,16E-02	0,45	0,02	0,47	2
C15-L18	24,5	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	1,129	N°12	1,16E-02	0,47	0,03	0,49	2
C23-L22	16	8	0,066	0,95	0,069	2	0,317	1,667	N°12	1,16E-02	0,49	0,04	0,53	2
C23-L24	7,9	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,552	N°12	1,16E-02	0,53	0,01	0,54	2
C15-C23	12,5	8	0,899	0,95	0,946	3	2,495	11,829	N° 10	7,31E-03	0,54	0,09	0,63	1
C23-CP26	28,7	8	0,099	0,95	0,104	3	0,275	2,991	N° 10	7,31E-03	0,63	0,02	0,65	1
CP26-L26	1	8	0,066	0,95	0,069	2	0,317	0,625	N°12	1,16E-02	0,65	0,01	0,67	2
CP26-L40	19,5	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,955	N°12	1,16E-02	0,67	0,02	0,69	2
C23-C35	6,5	8	0,701	0,95	0,738	3	1,946	4,796	N° 10	7,31E-03	0,69	0,04	0,72	1
C35-L35	2	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,347	N°12	1,16E-02	0,72	0,01	0,73	2
C35-C36	11,3	8	0,668	0,95	0,703	3	1,854	7,946	N° 10	7,31E-03	0,73	0,06	0,79	1
C36-L36	2	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,347	N°12	1,16E-02	0,79	0,01	0,80	2
C36-C39	14,1	8	0,635	0,95	0,668	3	1,763	9,425	N° 10	7,31E-03	0,80	0,07	0,87	1
C39-CP44	22,1	8	0,099	0,95	0,104	3	0,275	2,303	N° 10	7,31E-03	0,87	0,02	0,88	1
C39-L39	5,5	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,469	N°12	1,16E-02	0,88	0,01	0,90	2
CP44-L44	8,4	8	0,066	0,95	0,069	2	0,317	1,139	N°12	1,16E-02	0,90	0,03	0,92	2
CP44-L45	16,2	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,841	N°12	4,70E-03	0,92	0,01	0,93	2
C39-L38	4,5	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,434	N°12	4,70E-03	0,93	0,00	0,93	2
C39-L37	17,5	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,886	N°12	1,16E-02	0,93	0,02	0,95	2
C39-L46	8,5	8	0,101	0,95	0,106	2	0,486	1,754	N°12	1,16E-02	0,95	0,04	0,99	2
C39-C52	53,4	8	0,336	0,95	0,354	3	0,933	18,887	N° 10	7,31E-03	0,99	0,14	1,13	1
C52-L52	8,3	8	0,068	0,95	0,072	2	0,327	1,167	N°12	1,16E-02	1,13	0,03	1,16	2
C52-CP53	20	8	0,134	0,95	0,141	3	0,372	2,821	N° 10	7,31E-03	1,16	0,02	1,18	1
CP53-L53	2	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,347	N°12	1,16E-02	1,18	0,01	1,19	2
CP53-L49	9	8	0,068	0,95	0,072	2	0,327	1,217	N°12	1,16E-02	1,19	0,03	1,22	2
CP53-L50	19,2	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,945	N°12	1,16E-02	1,22	0,02	1,24	2
C52-C55	19,4	8	0,134	0,95	0,141	3	0,372	2,736	N° 10	7,31E-03	1,24	0,02	1,26	1
C55-L55	1	8	0,068	0,95	0,072	2	0,327	0,644	N°12	1,16E-02	1,26	0,01	1,27	2
C55-L56	31	8	0,066	0,95	0,069	2	0,317	2,709	N°12	1,16E-02	1,27	0,06	1,34	2

Tabla E.5 Regulación del circuito 3 de la Zona 1 y Zona 2 del Tablero del edificio de Administración I.

CIRCUITO 3 - ZONA 1 Y ZONA 2														
TRAMO	DISTANCIA (m)		CARGA [KW]	F.P	S [KVA]	FASES	CTE [A]	KVA-M	CONDUCTOR		REGULACION			F.C.
	HORIZONTAL	VERTICAL							CALIBRE	CONSTANTE	RED	PARCIAL	TOTAL	
TGBT1-C	40	2	0,868	0,95	0,914	3	2,409	38,375	N° 10	7,31E-03	0,00	0,28	0,28	1
C-CP19	58,4	1	0,868	0,95	0,914	3	2,409	54,273	N° 10	7,31E-03	0,28	0,40	0,68	1
CP19-L19	3,9	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,413	N°12	1,16E-02	0,68	0,01	0,69	2
CP19-L20	11,2	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,667	N°12	1,16E-02	0,69	0,02	0,70	2
CP19-L21	20	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,973	N°12	1,16E-02	0,70	0,02	0,72	2
CP19-CP27	12	8	0,769	0,95	0,809	3	2,135	9,714	N° 10	7,31E-03	0,72	0,07	0,80	1
CP27-L27	3	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,382	N°12	1,16E-02	0,80	0,01	0,80	2
CP27-CP30	30	8	0,371	0,95	0,391	3	1,030	11,716	N° 10	7,31E-03	0,80	0,09	0,89	1
CP30-L29	7,2	8	0,035	0,95	0,037	2	0,168	0,560	N°12	1,16E-02	0,89	0,01	0,90	2
CP30-L30	6,4	8	0,068	0,95	0,072	2	0,327	1,031	N°12	1,16E-02	0,90	0,02	0,93	2
CP30-L31	20	8	0,068	0,95	0,072	2	0,327	2,004	N°12	1,16E-02	0,93	0,05	0,97	2
CP30-CP33	45	8	0,2	0,95	0,211	3	0,555	9,474	N° 10	7,31E-03	0,97	0,07	1,04	1
CP33-L32	12,5	8	0,068	0,95	0,072	2	0,327	1,467	N°12	1,16E-02	1,04	0,03	1,08	2
CP33-L33	1	8	0,066	0,95	0,069	2	0,317	0,625	N°12	1,16E-02	1,08	0,01	1,09	2
CP33-L34	13,7	8	0,066	0,95	0,069	2	0,317	1,508	N°12	1,16E-02	1,09	0,03	1,13	2
CP27-CP41	19	8	0,365	0,95	0,384	3	1,013	7,300	N° 10	7,31E-03	1,13	0,05	1,18	1
CP41-L41	2	8	0,068	0,95	0,072	2	0,327	0,716	N°12	1,16E-02	1,18	0,02	1,20	2
CP41-CP43	16,5	8	0,132	0,95	0,139	3	0,366	2,293	N° 10	7,31E-03	1,20	0,02	1,21	1
CP43-L43	1	8	0,066	0,95	0,069	2	0,317	0,625	N°12	1,16E-02	1,21	0,01	1,23	2
CP43-L48	24	8	0,066	0,95	0,069	2	0,317	2,223	N°12	1,16E-02	1,23	0,05	1,28	2
CP41-CP42	19	8	0,165	0,95	0,174	3	0,458	3,300	N° 10	7,31E-03	1,28	0,02	1,30	1
CP42-L42	11,2	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,667	N°12	1,16E-02	1,30	0,02	1,32	2
CP42-L47	14,1	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,768	N°12	1,16E-02	1,32	0,02	1,34	2
CP42-CP54	41	8	0,099	0,95	0,104	3	0,275	4,273	N° 10	7,31E-03	1,34	0,03	1,37	1
CP54-L54	1	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,313	N°12	1,16E-02	1,37	0,01	1,37	2
CP54-L51	12,3	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,705	N°12	1,16E-02	1,37	0,02	1,39	2
CP54-L57	13	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,729	N°12	1,16E-02	1,39	0,02	1,41	2

Tabla E.6 Regulación del circuito 1 de la Zona 3 del Tablero del edificio Camilo Torres.

TRAMO	DISTANCIA (m)		CARGA [KW]	F.P	S [KVA]	FASES	CTE [A]	KVA-M	CONDUCTOR		REGULACION			F.C.
	HORIZONTAL	VERTICAL							CALIBRE	CONSTANTE	RED	PARCIAL	TOTAL	
TGBT2-CP69	70	2	1,109	0,95	1,167	3	3,078	84,051	N° 10	7,31E-03	0,00	0,61	0,61	1
CP69-L69	2	8	0,068	0,95	0,072	2	0,327	0,716	N°12	1,16E-02	0,61	0,02	0,63	2
CP69-L70	9,8	8	0,068	0,95	0,072	2	0,327	1,274	N°12	1,16E-02	0,63	0,03	0,66	2
CP69-CP73	32		0,202	0,95	0,213	3	0,561	6,804	N° 10	7,31E-03	0,66	0,05	0,71	1
CP73-L73	3	8	0,101	0,95	0,106	2	0,486	1,169	N°12	1,16E-02	0,71	0,03	0,74	2
CP73-L72	9,2	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,597	N°12	1,16E-02	0,74	0,01	0,75	2
CP73-L71	16	8	0,068	0,95	0,072	2	0,327	1,718	N°12	1,16E-02	0,75	0,04	0,79	2
CP69-CP66	10,5		0,736	0,95	0,775	3	2,043	8,135	N° 10	7,31E-03	0,79	0,06	0,85	1
CP66-L66	3,7	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,406	N°12	1,16E-02	0,85	0,01	0,86	2
CP66-CP68	12,1		0,239	0,95	0,252	3	0,663	3,044	N° 10	7,31E-03	0,86	0,02	0,88	1
CP68-L68	10,2	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,632	N°12	1,16E-02	0,88	0,01	0,90	2
CP68-L67	6,7	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,511	N°12	1,16E-02	0,90	0,01	0,91	2
CP68-CP61	10		0,206	0,95	0,217	3	0,572	2,168	N° 10	7,31E-03	0,91	0,02	0,92	1
CP61-L69	9,5	8	0,138	0,95	0,145	2	0,663	2,542	N°12	1,16E-02	0,92	0,06	0,98	2
CP61-L61	2,7	8	0,068	0,95	0,072	2	0,327	0,766	N°12	1,16E-02	0,98	0,02	1,00	2
CP66-CP64	15,3		0,231	0,95	0,243	3	0,641	3,720	N° 10	7,31E-03	1,00	0,03	1,03	1
CP64-L64	5,2	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,459	N°12	1,16E-02	1,03	0,01	1,04	2
CP64-L65	5,4	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,465	N°12	1,16E-02	1,04	0,01	1,05	2
CP64-CP62	9,1		0,165	0,95	0,174	3	0,458	1,581	N° 10	7,31E-03	1,05	0,01	1,06	1
CP62-L62	2,3	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,358	N°12	1,16E-02	1,06	0,01	1,07	2
CP62-L63	3,8	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,410	N°12	1,16E-02	1,07	0,01	1,08	2
CP62-CP75	21,4		0,099	0,95	0,104	3	0,275	2,230	N° 10	7,31E-03	1,08	0,02	1,09	1
CP75-L75	4,4	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,431	N°12	1,16E-02	1,09	0,01	1,10	2
CP75-L78	12	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,695	N°12	1,16E-02	1,10	0,02	1,12	2
CP66-CP58	24,2		0,235	0,95	0,247	3	0,652	5,986	N° 10	7,31E-03	1,12	0,04	1,16	1
CP58-L58	6,6	8	0,068	0,95	0,072	2	0,327	1,045	N°12	1,16E-02	1,16	0,02	1,19	2
CP58-L60	8,3	8	0,099	0,95	0,104	2	0,476	1,699	N°12	1,16E-02	1,19	0,04	1,23	2
CP58-CP80	45		0,134	0,95	0,141	3	0,372	6,347	N° 10	7,31E-03	1,23	0,05	1,27	1
CP80-L100	18,6	8	0,068	0,95	0,072	2	0,327	1,904	N°12	1,16E-02	1,27	0,04	1,32	2
CP80-L101	1,8	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	0,340	N°12	1,16E-02	1,32	0,01	1,33	2
CP80-L102	21,5	8	0,033	0,95	0,035	2	0,159	1,025	N°12	1,16E-02	1,33	0,02	1,35	2

Anexo F. ANALISIS IRRADIANCIA

Anexo G. CANTIDADES DE OBRA

Tabla G.1 Propuesta de iluminación con LED.

CANTIDADES DE OBRA				
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITARIO
1	Herramienta Menor	un	10,00	\$ 5.500,00
2	accesorios de identificacion y coneccionado	un	428	\$ 49.500,00
3	Arena lavada	m3	7,20	\$ 36.500,00
4	base en concreto para poste 3000 psi	m3	7,10	\$ 270.000,00
5	Bornera portafusible	un	2,00	\$ 15.370,00
6	Cable en Cu No 10F AWG THHN.	ml	2.352,000	\$ 1.680,00
7	Cable en Cu No 12 AWG THHN.	ml	4.500,000	\$ 1.162,00
8	Cable en Cu No 12T AWG THHN.	ml	784,00	\$ 1.162,00
9	caja de concreto prefabricada 0.3x0.3x0.40m	un	22,000	\$ 24.500,00
10	Cemento gris	blto	4,000	\$ 24.500,00
11	Contactora LC1D09 telemecanic	un	2,00	\$ 132.300,00
12	Cortadora de disco + operador	hra	137,500	\$ 13.920,00
13	Ducto conduit PVC Tp. De 1"	ml	664,00	\$ 1.600,00
14	Ducto conduit PVC Tp. De 3/4"	ml	932,00	\$ 1.600,00
15	empalme en derivacion en gel	un	260,00	\$ 19.800,00
16	fusible	un	2,00	\$ 232,00
17	Gavinete metalico de 30*30*10	un	2,000	\$ 105.000,00
18	Ladrillo tolete	un	720,00	\$ 660,00
19	luminaria ACROLED 35W 1MVL-AP Dimerizable	un	19,000	\$ 509.124,00
20	luminaria VEGALED 35W 1MVL-AP Dimerizable	un	81,000	\$ 631.620,00
21	Marco metalico para tapa en concreto	un	4,00	\$ 185.000,00
22	Martillo neumatico + operador	hra	165,000	\$ 69.600,00
23	Oncreto 3000psi	m3	17,530	\$ 270.000,00
24	Pavimento asfaltico MDC2	m3	30,25	\$ 273.760,00
25	pegante para tubo PVC	un	200,00	\$ 25.600,00
26	pintura acrilica tipo exterior	gl	7,10	\$ 50.000,00
27	poste metalico galvanizado en caliente calibre 3mm	un	71,000	\$ 738.730,00
28	Riel omega	un	2,00	\$ 4.200,00
29	Timer programable 220 V TAPD - 22	un	2,00	\$ 214.200,00
30	Triturado	m3	2,00	\$ 49.010,00

Tabla G.2 Propuesta de iluminación con LED y generación fotovoltaica

CANTIDADES DE OBRA				
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITARIO
1	Herramienta Menor	un	10,00	\$ 5.500,00
2	accesorios de identificacion y coneccionado	un	428	\$ 49.500,00
3	Arena lavada	m3	7,20	\$ 36.500,00
4	base en concreto para poste 3000 psi	m3	7,10	\$ 270.000,00
5	Bateria OPzS 24 V 1410 Ah	un	10,000	\$ 12.100.000,00
6	Bornera portafusible	un	2,00	\$ 15.370,00
7	Cable en Cu No 10F AWG THHN.	ml	2.352,000	\$ 1.680,00
8	Cable en Cu No 12 AWG THHN.	ml	4.500,000	\$ 1.162,00
9	Cable en Cu No 12T AWG THHN.	ml	784,00	\$ 1.162,00
10	caja de concreto prefabricada 0.3x0.3x0.40m	un	22,000	\$ 24.500,00
11	Cemento gris	blto	4,000	\$ 24.500,00
12	Contactora LC1D09 telemeccanica	un	2,00	\$ 132.300,00
13	Cortadora de disco + operador	hra	137,500	\$ 13.920,00
14	Ducto conduit PVC Tp. De 1"	ml	664,00	\$ 1.600,00
15	Ducto conduit PVC Tp. De 3/4"	ml	932,00	\$ 1.600,00
16	empalme en derivacion en gel	un	260,00	\$ 19.800,00
17	fusible	un	2,00	\$ 232,00
18	Gabinete metalico de 30*30*10	un	2,000	\$ 105.000,00
19	inversor solar onda senoidal pura 48 V 220 Vac 5000 W	un	1,000	\$ 8.100.000,00
20	Ladrillo tolete	un	720,00	\$ 660,00
21	luminaria ACROLED 35W 1MVL-AP Dimerizable	un	19,000	\$ 509.124,00
22	luminaria VEGALED 35W 1MVL-AP Dimerizable	un	81,000	\$ 631.620,00
23	Marco metalico para tapa en concreto	un	4,00	\$ 185.000,00
24	Martillo neumatico + operador	hra	165,000	\$ 69.600,00
25	Concreto 3000psi	m3	17,530	\$ 270.000,00
26	panel solar STP2505-20/wd	un	54,000	\$ 1.218.000,00
27	Pavimento asfaltico MDC2	m3	30,25	\$ 273.760,00
28	pegante para tubo PVC	un	200,00	\$ 25.600,00
29	pintura acrilica tipo exterior	gl	7,10	\$ 50.000,00
30	anillado en caliente calibre 3mm de 8m x 4" terminado en	un	71,000	\$ 738.730,00
31	regulador carga solar ref SPS 48D300	un	1,000	\$ 23.000.000,00
32	Riel omega	un	2,00	\$ 4.200,00
33	soporte y anclaje galvanizado para 2 panel solar	un	27,00	\$ 180.000,00
34	soporte y anclaje para bateria	un	5,00	\$ 80.000,00
35	soporte y anclaje para inversor onda senoidal pura	un	1,00	\$ 40.000,00
36	soporte y anclaje para regulador carga solar	un	1,00	\$ 40.000,00
37	Timer programable 220 V TAPD - 22	un	2,00	\$ 214.200,00
38	Triturado	m3	2,00	\$ 49.010,00

Tabla G.3 propuesta de iluminación con LED y generación fotovoltaica con respaldo de la red

CANTIDADES DE OBRA				
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITARIO
1	Herramienta Menor	un	10	5 500
2	accesorios de identificacion y coneccionado	un	428	49 500
3	Arena lavada	m3	7	36 500
4	base en concreto para poste 3000 psi	m3	7	270 000
5	Bateria OPzS 24 V 1410 Ah	un	2	12 100 000
6	Bornera portafusible	un	2	15 370
7	Cable en Cu No 10F AWG THHN.	ml	2 352	1 680
8	Cable en Cu No 12 AWG THHN.	ml	4 500	1 162
9	Cable en Cu No 12T AWG THHN.	ml	784	1 162
10	caja de concreto prefabricada 0.3x0.3x0.40m	un	22	24 500
11	Cemento gris	blto	4	24 500
12	Contactora LC1D09 telemecanic	un	2	132 300
13	Cortadora de disco + operador	hra	138	13 920
14	Ducto conduit PVC Tp. De 1"	ml	664	1 600
15	Ducto conduit PVC Tp. De 3/4"	ml	932	1 600
16	empalme en derivacion en gel	un	260	19 800
17	fusible	un	2	232
18	Gabinete metalico de 30*30*10	un	2	105 000
19	inversor solar onda senoidal pura 48 V 220 Vac 5000 W	un	1	8 100 000
20	Ladrillo tolete	un	720	660
21	luminaria ACROLED 35W 1MVL-AP Dimerizable	un	19	509 124
22	luminaria VEGALED 35W 1MVL-AP Dimerizable	un	81	631 620
23	Marco metalico para tapa en concreto	un	4	185 000
24	Martillo neumatico + operador	hra	165	69 600
25	Ooncreto 3000psi	m3	18	270 000
26	panel solar STP2505-20/w d	un	54	1 218 000
27	Pavimento asfaltico MDC2	m3	30	273 760
28	pegante para tubo PVC	un	200	25 600
29	pintura acrilica tipo exterior	gl	7	50 000
30	poste metalico galvanizado en caliente calibre 3mm de 8m x 4" terminado en pintura electrostatica	un	71	738 730
31	regulador carga solar ref SPS 48D300	un	1	23 000 000
32	Riel omega	un	2	4 200
33	soporte y anclaje galvanizado para 2 panel solar	un	27	180 000
34	soporte y anclaje para bateria	un	5	80 000
35	soporte y anclaje para inversor onda senoidal pura	un	1	40 000
36	soporte y anclaje para regulador carga solar	un	1	40 000
37	Timer programable 220 V TAPD - 22	un	2	214 200
38	Triturado	m3	2	49 010
39	Kit para transferencia con interruptor XT incluye enclavamiento y bloque de contactos	un	1	5 692 352
40	tablero para transferencia automatica incluye y barraje	un	1	1 200 000

Tabla G.4 Propuesta de iluminación con LED y kit fotovoltaico independiente

CANTIDADES DE OBRA				
CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITARIO
1	accesorios de identificación y conecionado	un	70.53	\$ 1 485.00
2	Arena lavada	M3	127.8	\$ 65 700.00
3	base en concreto para poste 3000 psi	m3	7.10	\$ 27 000.00
4	Cemento gris	blto	71	\$ 24 500.00
5	empalme en derivacion en gel	un	300	\$ 59 400.00
6	Herramienta Menor	Día	42.70	\$ 234 850.00
7	inversor solar onda senoidal pura 12V 220 Vac	un	71	\$ 350 000.00
8	Kitfotovoltaico de 100 W	un	68	\$ 3 318 300.00
9	Kitfotovoltaico de 200 W	un	3	\$ 3 963 000.00
10	Ladrillo tolete	Und	8520	\$ 79 200.00
11	luminaria ACROLED 35W 1MVL-AP Dimerizable	un	19	\$ 462 840.00
12	luminaria VEGALED 33W 1MVL-AP Dimerizable	un	81	\$ 574 200.00
13	Marco metalico para tapa en concreto	Und	71	\$ 185 000.00
14	pintura acrilica tipo exterior	gl	7.10	\$ 5 000.00
15	poste metalico galvanizado en caliente calibre 3mm de 8m x 4" terminado en pintura electrostatica	un	71.000	\$ 738 730.00
16	Triturado	M3	35.5	\$ 24 505.00

Anexo H. PRESUPUESTOS**Anexo I. ANALISIS DE COSTOS****Anexo J. PLANOS****Anexo K. ESPECIFICACIONES TECNICAS PARTICULARES**

K.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS DISEÑO ILUMINACION LED

1.01. Automatismo UN=un

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de la salida del control automatizado del alumbrado público que se instalará sobre el tablero de distribución correspondiente la instalación la define el RETIE, si es un caso especial el interventor definirá dicha altura.

Materiales y accesorios: gabinete metálico de 30x30x10, riel omega, contactor LC!D09 Telemecanic, bornera porta fusible, fusible, timer programable 220 V, TAPD 22, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

1.02. Demolición y construcción de pavimento asfaltico 10 cm UN=ml

Descripción y metodología: Esta especificación cubre los trabajos de demolición del pavimento asfaltico existente que se requieran demoler para realización de la acometida.

Materiales y accesorios: martillo neumático, y cortadora de disco más operador, pavimento asfaltico MDC2.

Medición y Pago: La unidad de medida será metro lineal (ml), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

1.03. Cajas de paso 0.3x0.3x0.4 mts UN=un

Descripción y metodología: Esta especificación cubre la instalación de caja de paso 0.3x0.3x0.4 metros.

Materiales y accesorios: caja de paso 0.3x0.3x0.4 prefabricada

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

1.04. Demolición y construcción de andén de 10 cm UN=ml

Descripción y metodología: Esta especificación cubre los trabajos de demolición de andén existente que se requieran demoler para realización de la acometida.

Materiales y accesorios: martillo neumático y operador, concreto 3000 psi.

Medición y Pago: La unidad de medida será metro lineal (ml), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

1.05. Suministro e instalación de posteria UN=un

Descripción y metodología: Esta especificación cubre los trabajos de suministro e instalación de poste metalico de 8 metros galvanizado en caliente.

Materiales y accesorios: Poste metalico galvanizado en caliente de 8 metros, base en concreto para poste 3000 psi, pintura acrílica tipo exterior, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

1.06. Caja de Inspeccion de baja tensión de 0.6x0.6X0.8 m. UN=un

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para la construcción de la caja de paso de baja tensión de acuerdo a la norma de ESSA S.A E.S.P.

Materiales y accesorios: Ladrillo tolete, arena lavada, triturado, marco metálico para tapa en concreto, cemento gris.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrada e instalada, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, transporte vertical y horizontal, excavaciones, retiros, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

2.01. Alimentador luminarias (3x#10F + 1#12T) AWG, THHN UN=ml.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación los requisitos para el suministro e instalación del circuito alimentador principal trifásico, este circuito alimentador se calculó con una proyección de 784 metros lineales desde el punto de amarre más cercano, si la distancia a ese punto es superior se deben recalcular los conductores correspondientes.

Materiales y accesorios: cable en Cu #10, cable en Cu #12, accesorios de identificación y conexonado.

Medición y Pago: La unidad de medida será metro líneal (ml), suministrado e instalado. El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales, mano de obra, transporte vertical y horizontal, accesorios, aplomada, excavación, relleno, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

2.02. Alimentador luminarias (2x#12F + 1#12T) AWG, THHN UN=ml.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación los requisitos para el suministro e instalación del circuito alimentador principal trifásico, este circuito alimentador se calculó con una proyección de no más de 30 metros lineales desde el punto de derivación más cercano, si la distancia a ese punto es superior se deben recalcular los conductores correspondientes.

Materiales y accesorios: cable en Cu #12, accesorios de identificación y conexonado.

Medición y Pago: La unidad de medida será metro líneal (ml), suministrado e instalado. El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales, mano de obra, transporte vertical y horizontal, accesorios, aplomada, excavación, relleno, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

2.03. Suministro e instalación de tubo pvc de 1", incluye excavación y compactacion UN=ml.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación del tubo pvc como lo indica el plano eléctrico, su profundidad de enterramiento debe ser

de mínimo 0.4 m sobre el nivel de piso terminado. Se incluye el valor de la excavación relleno, compactación y retiro.

Materiales y accesorios: Ducto conduit pvc tipo pesado de 1", pegante para tubo pvc, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será la metro lineal (ml), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

2.04. Suministro e instalación de tubo pvc de 3/4", incluye excavación y compactación UN=ml.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación del tubo pvc como lo indica el plano eléctrico, su profundidad de enterramiento debe ser de mínimo 0.4 m sobre el nivel de piso terminado. Se incluye el valor de la excavación relleno, compactación y retiro.

Materiales y accesorios: Ducto conduit pvc tipo pesado de 3/4", pegante para tubo pvc, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será la metro lineal (ml), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

2.05. Retiro, transporte a bodega de red subterránea en cualquier material configuración y calibre UN=ml.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el retiro, transporte a bodega de la red subterránea.

Materiales y accesorios: no incluye materiales

Medición y Pago: La unidad de medida será la metro lineal (ml), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

3.01. Suministro de instalación de luminarias VEGALED 33W 1MVL-AP Dimerizable UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de luminaria VEGALED 33W a una tensión de 220V, que se instalara en posta metálico de 8 metros.

Materiales y accesorios: luminaria VEGALED 33W o similar, accesorios de identificación y conexionado y empalme en derivación en gel.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

3.02. Suministro de instalación de luminarias ACROLED 35W 1MVL-AP Dimerizable UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de luminaria ACROLED 35W a una tensión de 220V, que se instalara en posta metálico de 8 metros.

Materiales y accesorios: luminaria ACROLED 35W o similar, accesorios de identificación y conexionado y empalme en derivación en gel.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

4.01. Certificación RETIE UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el proceso de certificación RETIE por parte de un ente autorizado para dicho proceso, se deberá certificar; redes Internas. El contratista deberá entregar copia de los dictámenes del Certificador RETIE al interventor.

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), certificado, legalizado y energizado, El pago se hará al precio consignado en el Formulario de la propuesta, valor que incluye: costos de los dictámenes de RETIE.

4.02. Certificación RETILAP UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el proceso de certificación RETILAP por parte de un ente autorizado para dicho proceso, se deberá certificar; niveles de iluminación. El contratista deberá entregar copia de los dictámenes del Certificador RETILAP al interventor.

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), certificado, legalizado y energizado, El pago se hará al precio consignado en el Formulario de la propuesta, valor que incluye: costos de los dictámenes de RETILAP.

K.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS DISEÑO ILUMINACION LED Y GENERACION FOTOVOLTAICA

1.01. Automatismo UN=un

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de la salida del control automatizado del alumbrado público que se instalará sobre el tablero de distribución correspondiente la instalación la define el RETIE, si es un caso especial el interventor definirá dicha altura.

Materiales y accesorios: gabinete metálico de 30x30x10, riel omega, contactor LC!D09 Telemecanic, bornera porta fusible, fusible, timer programable 220 V, TAPD 22, accesorios de identificación y conexión.

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

1.02. Demolición y construcción de pavimento asfáltico 10 cm UN=ml

Descripción y metodología: Esta especificación cubre los trabajos de demolición del pavimento asfáltico existente que se requieran demoler para realización de la acometida.

Materiales y accesorios: martillo neumático, y cortadora de disco más operador, pavimento asfáltico MDC2.

Medición y Pago: La unidad de medida será metro lineal (ml), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

1.03. Cajas de paso 0.3x0.3x0.4 mts UN=un

Descripción y metodología: Esta especificación cubre la instalación de caja de paso 0.3x0.3x0.4 metros.

Materiales y accesorios: caja de paso 0.3x0.3x0.4 prefabricada

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

1.04. Demolición y construcción de andén de 10 cm UN=ml

Descripción y metodología: Esta especificación cubre los trabajos de demolición de andén existente que se requieran demoler para realización de la acometida.

Materiales y accesorios: martillo neumático y operador, concreto 3000 psi.

Medición y Pago: La unidad de medida será metro lineal (ml), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

1.05. Suministro e instalación de posteria UN=un

Descripción y metodología: Esta especificación cubre los trabajos de suministro e instalación de poste metálico de 8 metros galvanizado en caliente.

Materiales y accesorios: Poste metálico galvanizado en caliente de 8 metros, base en concreto para poste 3000 psi, pintura acrílica tipo exterior, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

1.06. Caja de Inspeccion de baja tensión de 0.6x0.6X0.8 m. UN=un

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para la construcción de la caja de paso de baja tensión de acuerdo a la norma de ESSA S.A E.S.P.

Materiales y accesorios: Ladrillo tolete, arena lavada, triturado, marco metálico para tapa en concreto, cemento gris.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrada e instalada, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, transporte vertical y horizontal, excavaciones, retiros, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

2.01. Alimentador luminarias (3x#10F + 1#12T) AWG, THHN UN=ml.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación los requisitos para el suministro e instalación del circuito alimentador principal trifásico, este circuito alimentador se calculó con una proyección de 784 metros lineales desde el punto de amarre más cercano, si la distancia a ese punto es superior se deben recalcular los conductores correspondientes.

Materiales y accesorios: cable en Cu #10, cable en Cu #12, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será metro líneal (ml), suministrado e instalado. El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales, mano de obra, transporte vertical y horizontal, accesorios, aplomada, excavación, relleno, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

2.02. Alimentador luminarias (2x#12F + 1#12T) AWG, THHN UN=ml.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación los requisitos para el suministro e instalación del circuito alimentador principal trifásico, este circuito alimentador se calculó con una proyección de no más de 30 metros metros lineales desde el punto de derivación más cercano, si la distancia a ese punto es superior se deben recalcular los conductores correspondientes.

Materiales y accesorios: cable en Cu #12, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será metro líneal (ml), suministrado e instalado. El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales, mano de

obra, transporte vertical y horizontal, accesorios, aplomada, excavación, relleno, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

2.03. Suministro e instalación de tubo pvc de 1", incluye excavación y compactacion UN=ml.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación del tubo pvc como lo indica el plano eléctrico, su profundidad de enterramiento debe ser de mínimo 0.4 m sobre el nivel de piso terminado. Se incluye el valor de la excavación relleno, compactación y retiro.

Materiales y accesorios: Ducto conduit pvc tipo pesado de 1", pegante para tubo pvc, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será la metro lineal (ml), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

2.04. Suministro e instalación de tubo pvc de 3/4", incluye excavación y compactación UN=ml.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación del tubo pvc como lo indica el plano eléctrico, su profundidad de enterramiento debe ser de mínimo 0.4 m sobre el nivel de piso terminado. Se incluye el valor de la excavación relleno, compactación y retiro.

Materiales y accesorios: Ducto conduit pvc tipo pesado de 3/4", pegante para tubo pvc, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será la metro lineal (ml), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

2.05. Retiro, transporte a bodega de red subterránea en cualquier material configuración y calibre UN=ml.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el retiro, transporte a bodega de la red subterránea.

Materiales y accesorios: no incluye materiales

Medición y Pago: La unidad de medida será la metro lineal (ml), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

3.01. Suministro de instalación de luminarias VEGALED 33W 1MVL-AP Dimerizable UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de luminaria VEGALED 33W a una tensión de 220V, que se instalara en posta metálico de 8 metros.

Materiales y accesorios: luminaria VEGALED 33W o similar, accesorios de identificación y conexionado y empalme en derivación en gel.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

3.02. Suministro de instalación de luminarias ACROLED 35W 1MVL-AP Dimerizable UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de luminaria ACROLED 35W a una tensión de 220V, que se instalara en posta metálico de 8 metros.

Materiales y accesorios: luminaria ACROLED 35W o similar, accesorios de identificación y conexionado y empalme en derivación en gel.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

4.01. Suministro de instalación de panel solar fotovoltaico 250 W UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de panel solar fotovoltaico de 250 W, que se instalara en las terrazas de los edificios correspondientes.

Materiales y accesorios: panel solar fotovoltaico 250 W, accesorios de identificación y conexionado, soporte y anclaje galvanizado para dos paneles solares.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

4.02. Suministro de instalación de batería OPzS 24 V 1410 Ah UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de batería 24V 1410 Ah que se instalara en la subestación correspondiente.

Materiales y accesorios: batería OPzS 24 V 1410 o similar, accesorios de identificación y conexionado, soporte y anclaje para batería.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

4.03. Suministro de instalación de regulador de carga solar UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de regulador de carga solar SPS48D300 que se instalara en la subestación correspondiente.

Materiales y accesorios: regulador de carga solar SPS48D300 o similar, accesorios de identificación y conexionado, soporte y anclaje para regulador.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría

4.04. Suministro de instalación de inversor onda senoidal pura UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de un inversor solar onda senoidal pura que se instalara en la subestación correspondiente.

Materiales y accesorios: inversor solar onda senoidal pura 48V 220Vac 5000W o similar, accesorios de identificación y conexionado, soporte y anclaje para inversor.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

5.01. Certificación RETIE UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el proceso de certificación RETIE por parte de un ente autorizado para dicho proceso, se deberá certificar; redes Internas. El contratista deberá entregar copia de los dictámenes del Certificador RETIE al interventor.

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), certificado, legalizado y energizado, El pago se hará al precio consignado en el Formulario de la propuesta, valor que incluye: costos de los dictámenes de RETIE.

5.02. Certificación RETILAP UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el proceso de certificación RETILAP por parte de un ente autorizado para dicho proceso, se deberá certificar; niveles de iluminación. El contratista deberá entregar copia de los dictámenes del Certificador RETILAP al interventor.

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), certificado, legalizado y energizado, El pago se hará al precio consignado en el Formulario de la propuesta, valor que incluye: costos de los dictámenes de RETILAP.

K.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS DISEÑO ILUMINACION LED Y GENERACION FOTOVOLTAICA CON RESPALDO DE LA RED

1.01. Automatismo UN=un

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de la salida del control automatizado del alumbrado público que se instalará sobre el tablero de distribución correspondiente la instalación la define el RETIE, si es un caso especial el interventor definirá dicha altura.

Materiales y accesorios: gabinete metálico de 30x30x10, riel omega, contactor LC!D09 Telemecanic, bornera porta fusible, fusible, timer programable 220 V, TAPD 22, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

1.02. Demolición y construcción de pavimento asfáltico 10 cm UN=ml

Descripción y metodología: Esta especificación cubre los trabajos de demolición del pavimento asfáltico existente que se requieran demoler para realización de la acometida.

Materiales y accesorios: martillo neumático, y cortadora de disco más operador, pavimento asfáltico MDC2.

Medición y Pago: La unidad de medida será metro lineal (ml), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

1.03. Cajas de paso 0.3x0.3x0.4 mts UN=un

Descripción y metodología: Esta especificación cubre la instalación de caja de paso 0.3x0.3x0.4 metros.

Materiales y accesorios: caja de paso 0.3x0.3x0.4 prefabricada

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

1.04. Demolición y construcción de andén de 10 cm UN=ml

Descripción y metodología: Esta especificación cubre los trabajos de demolición de andén existente que se requieran demoler para realización de la acometida.

Materiales y accesorios: martillo neumático y operador, concreto 3000 psi.

Medición y Pago: La unidad de medida será metro lineal (ml), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

1.05. Suministro e instalación de posteria UN=un

Descripción y metodología: Esta especificación cubre los trabajos de suministro e instalación de poste metalico de 8 metros galvanizado en caliente.

Materiales y accesorios: Poste metalico galvanizado en caliente de 8 metros, base en concreto para poste 3000 psi, pintura acrílica tipo exterior, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

1.06. Caja de Inspeccion de baja tensión de 0.6x0.6X0.8 m. UN=un

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para la construcción de la caja de paso de baja tensión de acuerdo a la norma de ESSA S.A E.S.P.

Materiales y accesorios: Ladrillo tolete, arena lavada, triturado, marco metálico para tapa en concreto, cemento gris.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrada e instalada, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, transporte vertical y horizontal, excavaciones, retiros, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

2.01. Alimentador luminarias (3x#10F + 1#12T) AWG, THHN UN=ml.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación los requisitos para el suministro e instalación del circuito alimentador principal trifásico, este circuito alimentador se calculó con una proyección de 784 metros lineales desde el punto de amarre más cercano, si la distancia a ese punto es superior se deben recalcular los conductores correspondientes.

Materiales y accesorios: cable en Cu #10, cable en Cu #12, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será metro líneal (ml), suministrado e instalado. El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales, mano de obra, transporte vertical y horizontal, accesorios, aplomada, excavación, relleno, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

2.02. Alimentador luminarias (2x#12F + 1#12T) AWG, THHN UN=ml.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación los requisitos para el suministro e instalación del circuito alimentador principal trifásico, este circuito alimentador se calculó con una proyección de no más de 30 metros lineales desde el punto de derivación más cercano, si la distancia a ese punto es superior se deben recalcular los conductores correspondientes.

Materiales y accesorios: cable en Cu #12, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será metro líneal (ml), suministrado e instalado. El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales, mano de obra, transporte vertical y horizontal, accesorios, aplomada, excavación, relleno, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

2.03. Suministro e instalación de tubo pvc de 1", incluye excavación y compactacion UN=ml.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación del tubo pvc como lo indica el plano eléctrico, su profundidad de enterramiento debe ser de mínimo 0.4 m sobre el nivel de piso terminado. Se incluye el valor de la excavación relleno, compactación y retiro.

Materiales y accesorios: Ducto conduit pvc tipo pesado de 1", pegante para tubo pvc, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será la metro lineal (ml), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

2.04. Suministro e instalación de tubo pvc de 3/4", incluye excavación y compactación UN=ml.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación del tubo pvc como lo indica el plano eléctrico, su profundidad de enterramiento debe ser de mínimo 0.4 m sobre el nivel de piso terminado. Se incluye el valor de la excavación relleno, compactación y retiro.

Materiales y accesorios: Ducto conduit pvc tipo pesado de 3/4", pegante para tubo pvc, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será la metro lineal (ml), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

2.05. Retiro, transporte a bodega de red subterránea en cualquier material configuración y calibre UN=ml.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el retiro, transporte a bodega de la red subterránea.

Materiales y accesorios: no incluye materiales

Medición y Pago: La unidad de medida será la metro lineal (ml), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

3.01. Suministro de instalación de luminarias VEGALED 33W 1MVL-AP Dimerizable UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de luminaria VEGALED 33W a una tensión de 220V, que se instalara en posta metálico de 8 metros.

Materiales y accesorios: luminaria VEGALED 33W o similar, accesorios de identificación y conexionado y empalme en derivación en gel.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

3.02. Suministro de instalación de luminarias ACROLED 35W 1MVL-AP Dimerizable UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de luminaria ACROLED 35W a una tensión de 220V, que se instalara en posta metálico de 8 metros.

Materiales y accesorios: luminaria ACROLED 35W o similar, accesorios de identificación y conexionado y empalme en derivación en gel.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

4.01. Suministro de instalación de panel solar fotovoltaico 250 W UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de panel solar fotovoltaico de 250 W, que se instalara en las terrazas de los edificios correspondientes.

Materiales y accesorios: panel solar fotovoltaico 250 W, accesorios de identificación y conexionado, soporte y anclaje galvanizado para dos paneles solares.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

4.02. Suministro de instalación de batería OPzS 24 V 1410 Ah UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de batería 24V 1410 Ah que se instalara en la subestación correspondiente.

Materiales y accesorios: batería OPzS 24 V 1410 o similar, accesorios de identificación y conexionado, soporte y anclaje para batería.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

4.03. Suministro de instalación de regulador de carga solar UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de regulador de carga solar SPS48D300 que se instalara en la subestación correspondiente.

Materiales y accesorios: regulador de carga solar SPS48D300 o similar, accesorios de identificación y conexionado, soporte y anclaje para regulador.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría

4.04. Suministro de instalación de inversor onda senoidal pura UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de un inversor solar onda senoidal pura que se instalara en la subestación correspondiente.

Materiales y accesorios: inversor solar onda senoidal pura 48V 220Vac 5000W o similar, accesorios de identificación y conexionado, soporte y anclaje para inversor.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

4.05. kit para transferencia con interruptor XT 100 A respaldo red UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de una transferencia que se instalara en la subestación correspondiente.

Materiales y accesorios: kit para transferencia con interruptor XT incluye enclavamiento y bloque de contactores, accesorios de identificación y conexionado y tablero para transferencia automática incluye barraje.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

5.01. Certificación RETIE UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el proceso de certificación RETIE por parte de un ente autorizado para dicho proceso, se deberá certificar; redes Internas. El contratista deberá entregar copia de los dictámenes del Certificador RETIE al interventor.

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), certificado, legalizado y energizado, El pago se hará al precio consignado en el Formulario de la propuesta, valor que incluye: costos de los dictámenes de RETIE.

5.02. Certificación RETILAP UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el proceso de certificación RETILAP por parte de un ente autorizado para dicho proceso, se deberá certificar; niveles de iluminación. El contratista deberá entregar copia de los dictámenes del Certificador RETILAP al interventor.

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), certificado, legalizado y energizado, El pago se hará al precio consignado en el Formulario de la propuesta, valor que incluye: costos de los dictámenes de RETILAP.

K.4 ESPECIFICACIONES TECNICAS DISEÑO ILUMINACION LED Y GENERACION FOTOVOLTAICA CON RESPALDO DE LA RED

1.01. Instalación de kit posteria UN=un

Descripción y metodología: Esta especificación cubre los trabajos de suministro e instalación de poste metálico de 8 metros galvanizado en caliente instalación del kit fotovoltaico de cualquier referencia.

Materiales y accesorios: Poste metálico galvanizado en caliente de 8 metros, base en concreto para poste 3000 psi, pintura acrílica tipo exterior, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

1.02. Retiro, transporte a bodega de red subterránea en cualquier material configuración y calibre UN=ml.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el retiro, transporte a bodega de la red subterránea.

Materiales y accesorios: no incluye materiales

Medición y Pago: La unidad de medida será la metro lineal (ml), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

1.03. Caja de para baterías 0.4x0.4x0.5 mts UN=un

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para la construcción de la caja para batería.

Materiales y accesorios: Ladrillo tolete, arena lavada, triturado, marco metálico para tapa en concreto, cemento gris.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrada e instalada, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, transporte vertical y horizontal, excavaciones, retiros, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

2.01. Suministro de instalación de luminarias VEGALED 33W 1MVL-AP Dimerizable UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de luminaria VEGALED 33W a una tensión de 220V, que se instalara en posta metálico de 8 metros.

Materiales y accesorios: luminaria VEGALED 33W o similar, accesorios de identificación y conexionado y empalme en derivación en gel.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

2.02. Suministro de instalación de luminarias ACROLED 35W 1MVL-AP Dimerizable UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de luminaria ACROLED 35W a una tensión de 220V, que se instalara en posta metálico de 8 metros.

Materiales y accesorios: luminaria ACROLED 35W o similar, accesorios de identificación y conexionado y empalme en derivación en gel.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

3.01. Suministro de kit fotovoltaico 100 W incluye alimentador UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de kit solar fotovoltaico de 100 W, que se instalara en los puntos de conexión ya establecidos en el diseño.

Materiales y accesorios: kit solar fotovoltaico 100 W, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

3.02. Suministro de kit fotovoltaico 200 W incluye alimentador UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de kit solar fotovoltaico de 200 W, que se instalara en los puntos de conexión ya establecidos en el diseño.

Materiales y accesorios: kit solar fotovoltaico 200 W, accesorios de identificación y conexionado.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

3.03. Suministro de instalación de inversor onda senoidal pura 12V 220V UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el suministro e instalación de un inversor solar onda senoidal pura que se instalara en los puntos de conexión ya establecidos en el diseño.

Materiales y accesorios: inversor solar onda senoidal pura 12V 220Vac o similar, accesorios de identificación y conexionado, soporte y anclaje para inversor.

Medición y Pago: La unidad de medida será la unidad (un), suministrado e instalado, El pago se hará al precio consignado en Formulario de la propuesta, valor que incluye: materiales y accesorios, mano de obra, anclajes, transporte vertical y horizontal, accesorios, herramientas y demás elementos y materiales que sean necesarios para su correcta instalación y aceptación por la interventoría.

4.01. Certificación RETIE UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el proceso de certificación RETIE por parte de un ente autorizado para dicho proceso, se deberá certificar; redes Internas. El contratista deberá entregar copia de los dictámenes del Certificador RETIE al interventor.

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), certificado, legalizado y energizado, El pago se hará al precio consignado en el Formulario de la propuesta, valor que incluye: costos de los dictámenes de RETIE.

4.02. Certificación RETILAP UN=un.

Descripción y metodología: Se refiere esta especificación a los requisitos para el proceso de certificación RETILAP por parte de un ente autorizado para dicho proceso, se deberá certificar; niveles de iluminación. El contratista deberá entregar copia de los dictámenes del Certificador RETILAP al interventor.

Medición y Pago: La unidad de medida será unidad (un), certificado, legalizado y energizado, El pago se hará al precio consignado en el Formulario de la propuesta, valor que incluye: costos de los dictámenes de RETILAP.