

UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR

SEDE ACADÉMICA LA PAZ



ÁREA DE ECONOMÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN

**“GESTIÓN ESTRATÉGICA DE ENERGÍA – HIDROCARBUROS Y
ELECTRICIDAD”**

GESTIÓN 2013 - 2014

**“IMPACTO DE POLÍTICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ALUMBRADO
PÚBLICO EN EL GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE LA PAZ”**

POSTULANTE: ROBERTO MARCELO DE LA CRUZ BENITEZ.

LA PAZ – BOLIVIA

GESTIÓN – 2015

UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR

SEDE ACADÉMICA LA PAZ



ÁREA DE ECONOMÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN

**“GESTIÓN ESTRATÉGICA DE ENERGÍA – HIDROCARBUROS Y
ELECTRICIDAD”**

GESTIÓN 2013 - 2014

**IMPACTO DE POLÍTICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ALUMBRADO
PÚBLICO EN EL GOBIERNO AUTÓNOMO MUNICIPAL DE LA PAZ**

POSTULANTE: ROBERTO MARCELO DE LA CRUZ BENITEZ.

TUTORA: LIC. MARÍA DEL CARMEN CHOQUE.

LA PAZ – BOLIVIA

GESTIÓN – 2015

DEDICATORIA:

A mis padres Roberto De la Cruz V. y Celia Benítez V. quienes me apoyaron todo el tiempo.

A Maribel Limachi quien me apoyo y alentó para continuar, cuando parecía que me iba a rendir.

A mis docentes quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

AGRADECIMIENTO:

Mi gratitud, principalmente está dirigida a Dios Todopoderoso por haberme dado la existencia, fuerza y permitido llegar al final.

Del mismo modo agradecer sinceramente a mi asesora de Tesis, Lic. María del Carmen Choque, por su esfuerzo y dedicación; sus conocimientos, su manera de trabajar, su persistencia y paciencia han sido fundamentales para mi formación como investigador.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
1 GENERALIDADES	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.3.1 <i>Pregunta de investigación:</i>	3
1.3.2 <i>Identificación y formulación del problema</i>	3
1.4 PLANTEAMIENTO DE LOS OBJETIVOS	4
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	4
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
1.5 JUSTIFICACIÓN	4
1.5.1 <i>Justificación teórica</i>	5
1.5.2 <i>Justificación metodológica</i>	5
1.5.3 <i>Justificación social</i>	5
1.5.4 <i>Justificación técnica</i>	5
1.6 ALCANCES	5
1.6.1 <i>Alcance temático</i>	5
1.6.2 <i>Alcance temporal</i>	5
1.7 DEFINICIÓN DE LA HIPÓTESIS	5
2 MARCO NORMATIVO Y REGULATORIO	7
2.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO	7
2.2 LEY DE MUNICIPALIDADES	7
3 FUNDAMENTO TEÓRICO	9
3.1 DEFINICIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO	9
3.2 TIPOS DE LUMINARIAS	9
3.2.1 <i>LUMINARIAS CONVENCIONALES</i>	9
3.2.1.1 <i>Ventajas</i>	10
3.2.1.2 <i>Desventajas</i>	10
3.2.1.3 <i>Aplicaciones</i>	11

3.2.1.4	Mantenimiento.....	11
3.2.2	TECNOLOGÍA LED.....	12
3.2.2.1	Visión general	12
3.2.2.2	Ventajas y desventajas	13
3.2.2.3	Aplicaciones.....	14
3.3	EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	16
3.3.1	<i>Eficacia:</i>	16
3.3.2	<i>Eficiencia:</i>	17
3.3.3	<i>Índice de Eficiencia</i>	18
3.4	INICIATIVAS SOBRE ILUMINACIÓN EFICIENTE.....	19
4	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN.....	20
4.1	LÍNEA BASE O ESTADO DEL ARTE	20
4.1.1	<i>Características de las luminarias para Alumbrado Público existentes en el periodo 2012, 2013 y 2014.</i>	20
4.1.1.1	Alumbrado Público Estimado (Sin medición) - A.P. SIN MEDICIÓN.	20
4.1.1.2	Alumbrado Público con Medición. - A.P. CON MEDICIÓN	21
4.1.1.3	Semáforos - SEMAF-GAMLP.	21
4.1.1.4	Alumbrado Público Con Equipos DELAPAZ - A.P. DLP	22
4.1.1.5	Otros.....	23
4.1.2	<i>Proyecto de Alumbrado Público de la Av. Mariscal Santa Cruz</i>	24
4.2	ANÁLISIS DE IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA LED.....	26
4.2.1	<i>Índice de Eficiencia entre tecnología convencional y tecnología led.</i>	26
4.2.2	<i>Caso 1 – “Proyecto de Mejoramiento de Alumbrado Público Av. Mariscal Santa Cruz”.</i> 27	
4.2.2.1	Estudio fotométrico.	37
4.2.3	<i>Caso 2 – Reemplazo de tecnología convencional (luminarias 250W-SAP) por tecnología LED (151W), en la familia de alumbrado público teórico.</i>	48
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1	CONCLUSIONES	53
5.2	RECOMENDACIONES	58
6	BIBLIOGRAFÍA.	60
7	ANEXOS	I
7.1	ANEXO 01 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	I
7.1.1	<i>Luminaria Viaria Tecnología LED</i>	i

7.1.2	<i>Luminaria Viaria Tecnología lámpara de descarga</i>	<i>iii</i>
7.2	ANEXO 02 – NORMATIVA VIGENTE	VI
7.3	ANEXO 03 – PARÁMETROS TÉCNICOS “CATEGORIZACIÓN DE VÍA” EN ALUMBRADO PÚBLICO GAMLP	X
7.4	ANEXO 04 – INDICADORES PARA HALLAR EL ÍNDICE DE EFICIENCIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO.....	XI
7.5	ANEXO 05 – ESTUDIOS FOTOMÉTRICOS, 250W-SAP Y 151W-LED	XIII
7.5.1	<i>Estudio fotométrico luminaria 250 W-SAP (tecnología convencional)</i>	<i>xiii</i>
7.5.2	<i>Estudio fotométrico luminaria 151 W-LED (tecnología LED)</i>	<i>xviii</i>
7.6	ANEXO 06 – CATÁLOGO DE LUMINARIAS, SAP Y LED	XXIII
7.6.1	<i>Catálogo de luminaria 250 W-SAP (tecnología convencional)</i>	<i>xxiii</i>
7.6.2	<i>Catálogo de luminaria 151 W-LED (tecnología LED)</i>	<i>xxvi</i>
7.6.3	<i>Catálogo de luminaria 42 W-LED (tecnología LED)</i>	<i>xxx</i>
7.6.4	<i>Catálogo de luminaria decorativa 96 W-LED (tecnología LED)</i>	<i>xxxiii</i>
7.7	ANEXO 07 – FACTURAS GAMLP – IMPORTE ALUMBRADO PUBLICO – GESTIÓN 2014. xxxviii	
7.8	ANEXO 08 – INFORME TÉCNICO/ECONÓMICO (USO ACADÉMICO)	XLII

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	PAGINA
Ilustración 1 – Fuente: Wikipedia - LED (diodo emisor de Luz)	12
Ilustración 2 – Tabla de Equivalencia aproximada entre luminarias con tecnología Led y tecnología convencional. Fuente Digital: SolarUno – Alumbrado Público Led – Gestión 2014.....	13
Ilustración 3 – Comparación de horas de funcionamiento entre luminarias con tecnología Led y tecnología convencional. Fuente Digital: SolarUno – Alumbrado Público Led – Gestión 2014	13
Ilustración 4 – Facturación de A.P. del GAML P, enero 2014	22
Ilustración 5 – Cuadro resumen de la participación en Alumbrado Público – Fuente: Elaboración Propia, información proporcionada por GAML P correspondiente al mes de enero de 2014.....	23
Ilustración 6 – Área de intervención, Av. Mariscal Santa Cruz entre Calle Colombia y Calle Sagarnaga – Fuente Digital: Google Earth – Año 2014	24
Ilustración 7 – Luminarias de 250W-SAP en postes doble brazo de alumbrado público sobre la Av. Mariscal Santa Cruz – Fuente: Propia – Año 2013.....	25
Ilustración 8 – Plano de distribución de Luminarias con tecnología LED, sobre la el tramo de la Av. Mariscal Santa Cruz – Fuente: diseño eléctrico USE – Gestión 2014	43

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PAGINA
Tabla 1 – Cuadro Resumen del consumo de energía eléctrica antes de la intervención de la Av. Mariscal Santa Cruz – Fuente: Informe USE N° 100 – Año 2014.....	26
Tabla 2 – Cuadro evaluación eficacia luminosa – Fuente: elaboración Propia – Gestión 2014.....	27
Tabla 3 – Luminarias Instaladas para el alumbrado público de la Av. Mariscal Santa Cruz – Fuente: Propia – Gestión 2014.....	28
Tabla 4 –Cuadro Resumen del consumo de energía eléctrica por el diseño completo de alumbrado público de la Av. Mariscal Santa Cruz – Fuente: GAMLP.	29
Tabla 5 – Cuadro “desglose detallado de costos de materiales y equipos de alumbrado público” – Fuente: Base de datos presupuestario GAMLP – Gestión: 4º trimestre 2014.	29
Tabla 6 – Tabla comparativa de tecnología convencional y tecnología Led – Fuente: elaboración propia – Gestión 2014	30
Tabla 7 - Cuadro de comparación de potencia eléctrica entre luminarias de distinta tecnología – Fuente: elaboración propia – Gestión 2014.....	31
Tabla 8 – Cuadro de comparación de consumo de energía eléctrica anual – Fuente: elaboración propia – Gestión 2014	32
Tabla 9 – Cargo por Energía mensual aprobado extraído de las Facturas de AP, año 2014.....	33
Tabla 10 - Cuadro de comparación y representatividad monetaria por un consumo anual – Fuente: elaboración propia – Gestión 2014	34
Tabla 11 - Tabla comparativa de diseños: antes y después de la intervención – Fuente: elaboración propia – Gestión 2014.....	44
Tabla 12 - Cuadro de comparación de potencia instalada diseño – Fuente: elaboración propia – Gestión 2014	45

Tabla 13 - Cuadro de comparación de consumo de electricidad para una año – Fuente: elaboración propia – Gestión 2014	46
Tabla 14 - Reporte del tramo Av. Mariscal Santa Cruz, fuente USE, Año - 2014 ..	47
Tabla 15 – Universo de lámparas en la categoría de Alumbrado Público Teórico – Fuente: Factura GAMLP 01/2014	49
Tabla 16- Tabla comparativa de familias de luminarias 250W-SAP y 151W-LED – Fuente: elaboración propia – Gestión 2014	50
Tabla 17 – Diagramas de comparación, consumo de energía anual en caso de cambio a tecnología Led. Fuente: Facturas A.P. GAMLP 2014	51
Tabla 18 – Diagramas de comparación, ahorro monetario en caso de cambio a tecnología Led. Fuente: Facturas A.P. GAMLP 2014	52

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- AE** Autoridad de Fiscalización y control Social de Electricidad.
- CNDC** Comité Nacional de Despacho de Carga.
- DELAPAZ** Distribuidora de Electricidad La Paz S.A.
- GAML** Gobierno Autónomo Municipal de La Paz
- OMIP** Oficialía Mayor de Infraestructura Pública.
- USE** Unidad de Servicios Eléctricos.
- SIN** Sistema Interconectado Nacional.
- STI** Sistema Troncal de Interconexión.
- Distribuidor** Empresa eléctrica titular de una concesión de servicio público que ejerce la actividad de distribución.
- PNUMA** Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Balasto** Dispositivo necesario para el funcionamiento de las lámparas de descarga; también denominado reactancia
- Deslumbramiento** Luz emitida desde una luminaria de intensidad suficiente para limitar la agudeza de visión de un observador o incluso, en casos extremos, para causar una ceguera momentánea.
- Lámpara** Componente de la luminaria que produce la luz.
- Luminaria** Sistema completo de iluminación, compuesto de una o varias lámparas y un aparato sobre el que éstas se encuentran fijadas, protegidas y conectadas al circuito de alimentación.

UNIDADES DE MEDIDA

kV Nivel de tensión, equivalente a mil Voltios.

kW Potencia Activa, equivalente a mil Watts o Vatios.

MW Potencia Activa, equivalente a un millón de Vatios.

kWh Energía equivalente a mil Vatios – hora.

MWh Energía equivalente a mil KWh.

°C Temperatura en grados centígrados.

Lm Flujo luminoso, cantidad de luz emitida por una fuente de luz en cualquier dirección, por unidad de tiempo.

Intensidad luminosa, también conocido como candela, flujo

cd luminoso emitido dentro de un cono en una dirección determinada dividido por el ángulo sólido de dicho cono.

Luminancia o brillo fotométrico, dicho de una fuente de luz, la

cd/m² intensidad luminosa por superficie aparente de dicha fuente, expresado en candela(s) por metro cuadrado.

lx = lm/m² Luminosidad, brillo de un área de un objeto iluminado, expresado en luxos lumen/es por metro cuadrado

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

Desde que la sociedad ha comenzado a sentir las dificultades para proveerse de energía por efecto de sequías o de agotamiento de los recursos naturales, expresiones como **utilización eficiente** de la energía y **uso racional** de la energía, se escuchan y escriben a menudo.

La utilización eficiente implica que se usa la menor cantidad posible de energía para lograr el fin deseado, por ejemplo al calentar una cierta porción de agua, al enfriar alimentos en un refrigerador, al trasladar personas de un piso a otro mediante un ascensor o escalera mecánica o al iluminar un recinto acorde a los requerimientos visuales, etc.

Uno de los principales usos de la electricidad es el de la iluminación, de acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el 4%¹ del consumo de electricidad se destina a ese uso. Esta participación tan relevante explica el impacto que tuvieron los focos denominados ahorradores distribuidos a los hogares el año 2008 y 2011.

De acuerdo a información de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad, el consumo por alumbrado público representa aproximadamente el 5%² del consumo total de electricidad a nivel nacional. Por concepto este consumo

¹ Iniciativa PNUMA/GEF en.lighten & REGATTA en colaboración con OLADE, *“Informe sobre la transición a la iluminación eficiente en Latinoamérica y el Caribe”*, Santo Domingo, República Dominicana, 3 y 4 de agosto de 2011.

² Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad: *“Anuario Estadístico 2013”*, Grafico I-9, pg 27.

es fundamentalmente para iluminación. La tecnología para iluminación está teniendo importantes avances en cuanto a su desarrollo, por lo cual el cambio de una luminaria de alumbrado público convencional por una lámpara LED implica ahorros de hasta el 40%.

Pese a estos importantes ahorros el uso de esta tecnología por parte de los Gobiernos Autónomos Municipales no es generalizado, esto se debe fundamentalmente a que la inversión en esta tecnología es 4 veces mayor a la requerida en la tecnología convencional, pero también debido a la falta de conocimiento de las bondades que esta tecnología ofrece. En ese marco, la presente investigación busca brindar elementos técnicos que permitirán justificar el cambio de tecnología de la convencional a la tecnología LED, en base a los resultados obtenidos en un proyecto demostrativo a cargo del GAMLP.

1.2 ANTECEDENTES

El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz es el responsable de asegurar el alumbrado público en el Municipio de La Paz.

El número de luminarias a cargo del GAMLP, se encuentra alrededor de 43.000,00 puntos instalados³, los cuales en su gran mayoría se encuentra conectados directamente a la red de baja tensión de la empresa distribuidora de electricidad (DELAPAZ), ya sea puntualmente por equipo o por circuito, ya que tiene una gran repercusión económica el cambiar a un sistema propio e independiente de control y medición. En la actualidad todo diseño de alumbrado público sigue la política técnica y económica de elaboración, de contar con un sistema propio de alimentación, soporte (poste), control, etc.

El alumbrado público a cargo del GAMLP abarca los macro distritos de: Centro, Sur, Cotahuma, Mallasa, San Antonio, Periférica y Maximiliano Paredes.

³Capítulo 7, “Anexo 07 – Facturas GAMLP – Importe Alumbrado Público – Enero Gestión 2014”.

De acuerdo a la AE⁴, del 100% del consumo total de energía eléctrica de la empresa DELAPAZ, aproximadamente el 5% corresponde al alumbrado público y de este total al municipio de La Paz consume el 46% de energía eléctrica, el resto es consumido por El Alto, Viacha, Achacachi, Achocalla y Palca⁵.

La Unidad de Servicios Eléctricos (USE), es la unidad encargada de la Operación y Mantenimiento del alumbrado público, cuenta con un laboratorio de pruebas eléctricas y pruebas mecánicas; las pruebas fotométricas son realizadas en campo, siguiendo las normas nacionales y/o internacionales.

Una de las políticas del GAML P, es de elaborar diseños de alumbrado público siguiendo los lineamientos de eficiencia energética como ahorro de energía eléctrica; dentro de ellas está el proyecto piloto ejecutado de “Mejoramiento del Alumbrado Público de la Av. Mariscal Santa Cruz”, donde se implementaron luminaires de alumbrado público y decorativo con tecnología Led.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1 Pregunta de investigación:

¿Se podría alcanzar una reducción del consumo de electricidad y por lo tanto mayor eficiencia, en Alumbrado Público cambiando de la Tecnología Convencional a Tecnología LED en la Ciudad de La Paz?

1.3.2 Identificación y formulación del problema

Problema de investigación:

- La medición de los parámetros técnicos de eficiencia energética de la tecnología LED para la toma de decisiones a nivel municipal.

⁴ Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad: “*Anuario Estadístico 2013*”, pg 117-133.

⁵ “*Anexo al Informe AE DPT N° 886/2011, pg. 10. Aplicación: Consumidor con Contrato Especial - Alumbrado Público*”, Base de datos digitales pública AE.

- El impacto económico de la introducción de la tecnología LED en la ciudad de La Paz, para su aplicación por el GAMLP.

1.4 PLANTEAMIENTO DE LOS OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Demostrar que se logran mejores niveles de eficiencia en términos de consumo de electricidad y flujos luminoso de las lámparas para alumbrado público, entre la tecnología convencional y la tecnología LED, respecto a una población de luminarias que cuenta con un sistema de cuantificación de energía, pertenecientes al GAMLP en la ciudad de La Paz.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar un análisis técnico de la tecnología LED respecto a las tecnologías convencionales.
- Realizar un análisis comparativo económico de la tecnología LED respecto a las tecnologías convencionales.

1.5 JUSTIFICACIÓN

- Cuantificar el ahorro en el consumo de Energía Eléctrica de la tecnología LED respecto a las tecnologías convencionales en periodo de tiempo.
- Los usuarios en la ciudad de La Paz contarían con un mejor servicio de Alumbrado Público a través de la tecnología LED, buscando resultados como:
 - Zonas seguras
 - Intervenciones de mantenimiento preventivo.
 - Acortar tiempos en la detección e intervención de luminarias para mantenimiento correctivo.
 - Prospectos para la implementación de Tele-gestión.

1.5.1 Justificación teórica

La reducción del consumo de energía eléctrica en alumbrado público en horas pico en el Municipio de La Paz.

1.5.2 Justificación metodológica

Basado en recopilación de datos de un proyecto piloto ejecutado con tecnología LED y contrastando con la información técnico/económica del GAMLP, DELAPAZ y AE.

1.5.3 Justificación social

Permitirá tener zonas seguras, mayor confort visual y cultura de eficiencia con el consumo de energía eléctrica.

1.5.4 Justificación técnica

Permitirá mayor ingreso de tecnología led en alumbrado público con mayores prestaciones como equipo de menor consumo de energía eléctrica y mayor tiempo de vida.

1.6 ALCANCES

1.6.1 Alcance temático

Los temas abordados estarán en relación al rubro eléctrico como: Distribución, alumbrado público en el GAMLP y cambio de tecnología.

1.6.2 Alcance temporal

El alcance es actual con perspectivas de corto y mediano plazo, para la implementación de tecnología LED en alumbrado público como alternativa para bajar el consumo de energía eléctrica como gasto por servicio básico.

1.7 DEFINICIÓN DE LA HIPÓTESIS

ES POSIBLE ALCANZAR UN MEJOR ÍNDICE DE EFICIENCIA EN ALUMBRADO PÚBLICO CON LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA LED RESPECTO A LA

TECNOLOGÍA CONVENCIONAL EN UN SECTOR CUANTIFICABLE DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA CIUDAD DE LA PAZ.

2 MARCO NORMATIVO Y REGULATORIO

El sector del alumbrado público en Bolivia está respaldado por un marco legal, comenzando por:

2.1 Constitución Política del Estado

En el Capítulo Octavo de Distribución de Competencias Artículo 302, parágrafo I “Son competencias exclusivas de los gobiernos municipales autónomos, en su jurisdicción: numeral 30) Servicio de alumbrado público de su jurisdicción”.

2.2 Ley de Municipalidades

Que mediante la Ley de Municipalidades N° 2028 de 28 de octubre de 1999, en su artículo 5 parágrafo II, numeral 2), señala que el Gobierno Municipal, como autoridad representativa de la voluntad ciudadana al servicio de la población, tiene entre sus fines crear condiciones para asegurar el bienestar social y material de los habitantes del Municipio, mediante el establecimiento, autorización, regulación y cuando corresponda, la administración y ejecución directa de obras, servicios públicos y explotaciones municipales.

También el artículo 8, parágrafo II, numeral 4) de la citada Ley de Municipalidades N° 2028, establece que entre las competencias del Gobierno Municipal, para el cumplimiento de sus fines en materia de infraestructura, esta normar, regular, controlar y fiscalizar la prestación de servicios públicos y explotaciones económicas o de recursos otorgados al sector privado en el área de su jurisdicción, en el marco de sus competencias y de acuerdo con normas nacionales.

Y el artículo 8, parágrafo V, numeral 4) de la citada Ley de Municipalidades N° 2028, establece que entre las competencias del Gobierno Municipal, para el cumplimiento

de sus fines en materia de servicios, esta controlar y administrar, cuando corresponda, la prestación del servicio de alumbrado público.

En este marco, el GAMLP tiene la responsabilidad del alumbrado público en el municipio de La Paz.

3 FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1 DEFINICIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO.

El alumbrado público es el servicio público consistente en la iluminación de las vías públicas, parques, plazas y otros espacios de libre circulación que normalmente se encuentra a cargo del municipio.

Por lo general el alumbrado público en las ciudades o centros urbanos es un servicio municipal que se encarga de su instalación, aunque en carreteras o infraestructura vial importante corresponde al gobierno central o regional su implementación.

El Alumbrado Público está compuesta esencialmente por un poste como soporte y una luminaria la cual tiene como variante el tipo de lámpara y equipo eléctrico para su funcionamiento, todo este conjunto instalado en un conjunto denominado circuitos o individualmente, por lo usual en predios municipales.

3.2 TIPOS DE LUMINARIAS

3.2.1 LUMINARIAS CONVENCIONALES

El alumbrado público en el municipio de La Paz está conformado por una variedad de luminarias entre las que podemos mencionar las más representativas, de acuerdo al detalle de facturación 2014 del GAML⁶:

1. *Luminarias con lámparas de Vapor de Mercurio en las potencias de 125W, 175W, 250W y 400W. Siendo esta familia la primera en ingresar al municipio de La Paz, pero con el pasar del tiempo fue siendo desplazada por otras tecnologías.*

⁶ Capítulo 7, Anexo 07 – “Facturas GAML⁶ – Importe Alumbrado Público – Enero – Gestión 2014”.

2. Luminarias y Proyectoros con lámparas de Halogenuro Metálico en las potencias de 70W, 150W, 250W, 400W, 500W, 1000W, 1500W y 2000W. Esta familia tiene aplicaciones más decorativas como viales, por el color de “luz día”⁷ que emite cuando está en funcionamiento.
3. Luminarias con lámparas de Vapor de Sodio (alta presión) en las potencias de 70W, 100W, 150W, 250W y 400W. La tecnología para este tipo de lámpara fue la más desarrollada por los fabricantes en las últimas 2 décadas, con aplicación general en iluminación vial, la cual denominaremos al conjunto como “luminaria convencional”, el cual será el caso de estudio.

3.2.1.1 Ventajas

- Las luminarias, presentan en el bloque óptico, una resistencia mecánica, para evitar la fractura o rotura en caso de algún impacto por objeto externo o explosión de la misma lámpara.
- Baja percepción del ojo humano en la caída del flujo luminoso a causa de la caída de tensión⁸ o variaciones en la red de alimentación eléctrica.
- Según los últimos diseños de luminarias, permite realizar el cambio de lámpara con facilidad en el lugar de operación.
- La calidad del sellado es sumamente importante para evitar que entren insectos y suciedad, lo que afectaría al rendimiento óptico y a los costos de mantenimiento.

3.2.1.2 Desventajas

Se mencionan las siguientes:

⁷ “luz día”, es la luz blanca fría, para resaltar colores, volúmenes, figuras, etc. destinadas a parques, plazas, fachadas, etc. Está en un rango de Color de Temperatura de los 4000 a 6000 °K, este margen varía según el fabricante de la lámpara. Fuente Digital, Wikipedia, “Temperatura de Color”, año 2014.

⁸ Termino Eléctrico, que hace referencia a la caída de Voltaje (V) para el funcionamiento de un equipo o conjunto eléctrico.

- Las pérdidas en consumo de potencia por el conjunto de la luminaria, o sea a la potencia de la lámpara se suman las realizadas por el equipo eléctrico (balasto, condensador, ignitor y dependiendo del diseño por la implementación del foto-control)⁹.
- Las luminarias que no tienen buen diseño respecto a la posición de la lámpara y el reflector podría causar la contaminación lumínica y la misma llegaría a cansar la vista del conductor y derivar en accidentes de distintas magnitudes.
- La mala disposición (inter-distancia) entre luminarias también causa cansancio visual para el conductor.
- El reencendido de la lámpara tiene una demora de 3 a 5 minutos, lo cual causaría accidentes y puntos de inseguridad peatonal nocturna.
- Las lámparas de descarga alcanzan temperaturas elevadas, que en caso de contacto directo con el ser humano causarían quemaduras de 2º grado.

3.2.1.3 Aplicaciones

Principalmente está destinada a la Iluminación Vial, pero en ocasiones especiales dependiendo del proyectista y el presupuesto podría utilizarse para iluminar: campos abiertos, playones, parqueos, plazas, canchas, senderos, etc.

Cabe mencionar que parte de la iluminación vial ilumina el sector peatonal, o sea las aceras o lugares de instalación del alumbrado público.

3.2.1.4 Mantenimiento

Es necesario un mantenimiento de todas las instalaciones de alumbrado para que éstas alcancen un rendimiento máximo. La suciedad en el bloque óptico, en un

⁹ *Equipo Eléctrico de una Luminaria Convencional: Balasto, responsable de suministrar energía eléctrica a la lámpara, Ignitor, o también llamado arrancador encargada de excitar con una descarga eléctrica al gas de la lámpara; condensador, que filtra el voltaje de ingreso al circuito de la luminaria y dependiendo del diseño el Foto-control, que permite prender y apagar a la luminaria de forma independiente a las otras, en horario diurno o nocturno.*

panel o en los reflectores disminuye el flujo luminoso de la luminaria. Además se debe tener en cuenta que las lámparas fallan a unos intervalos razonablemente predecibles, hecho que permite planificar la sustitución de todas las lámparas a intervalos programados antes de que fallen en lugar de sustituirlas puntualmente una vez se produce el fallo.

El costo total de una instalación de alumbrado público típica durante un periodo de 10 años supone un 80% de mantenimiento y suministro eléctrico y sólo un 20% de costos de inversión. Por consiguiente, resulta de suma importancia cuidar el diseño y la selección de tipos de lámpara y de luminarias de la instalación¹⁰.

3.2.2 TECNOLOGÍA LED

3.2.2.1 *Visión general*

Los ledes se usan como indicadores en muchos dispositivos y en iluminación. Los primeros ledes emitían luz roja de baja intensidad, pero los dispositivos actuales emiten luz de alto brillo en el espectro infrarrojo, visible y ultravioleta.

Debido a su capacidad de operación a altas frecuencias, son también útiles en tecnologías avanzadas de comunicación y control.



Ilustración 1 – Fuente: Wikipedia - LED (diodo emisor de Luz)

¹⁰ Datos proporcionados por técnicos de USE-GAMLP, por la experiencia de trabajo en campo.

3.2.2.2 Ventajas y desventajas

3.2.2.2.1 Ventajas

Los ledes presentan muchas ventajas sobre las fuentes de luz incandescente y fluorescente, tales como:

- El bajo consumo de potencia.

Potencia LED	Altura de la luminaria	Potencia conv.
30 vatios	4,5 metros	60-70 vatios
60 vatios	De 6 a 8 metros	150 vatios
120 vatios	De 8 a 10 metros	250 vatios
180 vatios	De 10 a 12 metros	400 vatios
240 vatios	De 12 a 15 metros	500 vatios

Ilustración 2 – Tabla de Equivalencia aproximada entre luminarias con tecnología Led y tecnología convencional. Fuente Digital: SolarUno – Alumbrado Público Led – Gestión 2014

- Un mayor tiempo de vida, horas de funcionamiento, respecto a otras tecnologías de lámparas, como: lámparas de descarga, vapor de mercurio, fluorescente, incandescente, etc.



Ilustración 3 – Comparación de horas de funcionamiento entre luminarias con tecnología Led y tecnología convencional. Fuente Digital: SolarUno – Alumbrado Público Led – Gestión 2014

- Tamaño reducido.

- Resistencia a las vibraciones.
- Reducida emisión de calor.
- No contienen mercurio (el cual al exponerse en el medio ambiente es altamente nocivo), en comparación con la tecnología fluorescente.
- No crean campos magnéticos altos como la tecnología de inducción magnética, con los cuales se crea mayor radiación residual hacia el ser humano.
- No les afecta el encendido intermitente (es decir pueden funcionar como luces estroboscópicas) y esto no reduce su vida promedio.
- Son especiales para sistemas anti-explosión ya que cuentan con un material resistente, y en la mayoría de los colores (a excepción de los ledes azules), cuentan con un alto nivel de fiabilidad y duración.
- Los ledes tienen la ventaja de poseer un tiempo de encendido muy corto (menor de 1 milisegundo) en comparación con las luminarias de alta potencia como lo son las luminarias de vapor de sodio, aditivos metálicos, halogenuro o halogenadas y demás sistemas con tecnología incandescente.

3.2.2.2.2 Desventajas

Los ledes con la potencia suficiente para la iluminación de interiores son relativamente caros y requieren una corriente eléctrica más precisa, por su sistema electrónico, para funcionar con voltaje alterno y requieren de disipadores de calor cada vez más eficientes en comparación con las bombillas fluorescentes de potencia equiparable.

3.2.2.3 Aplicaciones

Los ledes en la actualidad se pueden acondicionar o incorporarse en un porcentaje mayor al 90 % a todas las tecnologías de iluminación actuales, casas, oficinas, industrias, edificios, restaurantes, arenas, teatros, plazas comerciales, gasolineras, calles y avenidas, estadios (en algunos casos por las dimensiones del estadio no es posible porque quedarían espacios oscuros), conciertos, discotecas, casinos, hoteles, carreteras, luces de tráfico o de semáforos, señalizaciones viales,

universidades, colegios, escuelas, estacionamientos, aeropuertos, sistemas híbridos, celulares, pantallas de casa o domésticas, monitores, cámaras de vigilancia, supermercados, en transportes (bicicletas, motocicletas, automóviles, camiones tráiler, etc.), en linternas de mano, para crear pantallas electrónicas de led (tanto informativas como publicitarias) y para cuestiones arquitectónicas especiales o de arte culturales. Todas estas aplicaciones se dan gracias a su diseño compacto.

El uso de ledes en el ámbito de la iluminación (incluyendo la señalización de tráfico) es moderado y es previsible que se incremente en el futuro, ya que sus prestaciones son superiores a las de la lámpara de descarga y la lámpara fluorescente, desde diversos puntos de vista. Asimismo, con ledes se pueden producir luces de diferentes colores con un rendimiento luminoso elevado, a diferencia de muchas de las lámparas utilizadas hasta ahora que tienen filtros para lograr un efecto similar (lo que supone una reducción de su eficiencia energética).

Las temperaturas de color más destacadas que encontramos en los LED son:

- **Blanco frío:** es un tono de luz fuerte que tiende ha azulado. Aporta una luz parecida a la de los fluorescentes.
- **Blanco cálido:** el tono de luz tiende hacia amarillo como los halógenos.
- **Blanco neutro o natural:** aporta una luz totalmente blanca, como la luz de día.

Cabe destacar también que diversas pruebas realizadas por importantes empresas y organismos han concluido, entre ellas The Climate Group y Philips¹¹, que el ahorro energético varía entre el 70 y el 85 % respecto a la iluminación tradicional que se utiliza hasta ahora. Todo ello pone de manifiesto las numerosas ventajas que los ledes ofrecen en relación al alumbrado público.

¹¹ Publicación digital, www.planetaazul.com.mx, “Iluminación LED podría ahorrar 85% de Energía”, EE.UU. 22 de junio 2012.

3.3 EFICIENCIA ENERGÉTICA

La **eficiencia energética** es una práctica que tiene como objeto reducir el consumo de energía. Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden reducir el consumo energético para disminuir costos y promover sostenibilidad económica, política y ambiental. Los usuarios industriales y comerciales pueden desear aumentar eficacia y maximizar así su beneficio. El consumo de la energía está directamente relacionado con la situación económica y los ciclos económicos, por lo que es necesaria una aproximación global que permita el diseño de políticas de eficiencia energética. A partir de 2008 la ralentización¹² del crecimiento económico significó una reducción del consumo a nivel global que tuvo su efecto sobre la emisión de gases de efecto invernadero (GEI)¹³. Entre las preocupaciones actuales está el ahorro de energía y el efecto medioambiental de la generación de energía eléctrica, buscando la generación a partir de energías renovables y una mayor eficiencia en la producción y el consumo, que también se denomina **ahorro de energía**.

3.3.1 Eficacia:

Capacidad para alcanzar los objetivos sin analizar los recursos empleados.

En términos generales, se habla de **eficacia** una vez que se han alcanzado los objetivos propuestos¹⁴. Como un ejemplo muy ilustrativo podríamos decir que equivale a ganar un partido de fútbol independientemente de si el juego es aburrido

¹² Es la acción que permite lograr que algo se vuelva más lento o se desarrolle con menor rapidez. Esto quiere decir que la ralentización consiste en reducir la velocidad o en dotar de lentitud a un cierto procedimiento.

¹³ Fundación Repsol, “Eficiencia energética e intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero en España y la UE-15. Resumen Ejecutivo”, año 2013.

¹⁴ Emilio Pablo Díez de Castro, Julio García del Junco, Francisca Martín Jimenez y Rafael Perriñez Cristobal, “Administración y Dirección”, McGraw-Hill Interamericana, Año 2001, Pág. 5.

o emocionante para el espectador, porque lo importante es hacer lo necesario para lograr el triunfo.

3.3.2 Eficiencia:

Hace referencia a la mejor utilización de los recursos disponibles.

El concepto de Eficiencia para un sistema puede ser definido como la relación entre la energía que éste entrega como resultado de su funcionamiento dividida por la energía de entrada al sistema, siendo las pérdidas en el proceso la diferencia entre ambas; en la medida que se reduzcan estas pérdidas la Eficiencia del sistema mejorará:



$$Eficiencia = \frac{Salida}{Entrada} \times 100 \%$$

La dificultad para aplicar esta sencilla relación es que ella asume que tanto la Entrada como la Salida estén en las mismas unidades, lo que normalmente no ocurre:

- Una plancha eléctrica puede tener una Entrada de 1,00_kW-Hora pero su Salida es un calentamiento de su base en una cierta cantidad de grados Celsius

- Un automóvil consume energía en forma de litros de combustible y su resultado es el poder recorrer una cierta distancia en kilómetros

3.3.3 Índice de Eficiencia

Consiste en reconocer la unidad propia del resultado (Salida) o función para la cual fue hecho el sistema o aparato, para la plancha sería en *kW-Hora sobre grado Celsius* y para el automóvil sería en *Litros sobre Kilómetro* o como se acostumbra en otros países, *Kilómetros sobre Litro*.

Para el caso de un sistema de alumbrado público, al ser su función de proveer la iluminación que los usuarios necesitan cuando la iluminación natural desaparece, el **Índice de Eficiencia** estaría dado entre la **potencia eléctrica instalada** en el sistema y la **potencia lumínica suministrada** por él.

Habitualmente se mide la **potencia eléctrica** en **watts (W)**, representando la cantidad de energía eléctrica suministrada o disponible por cada segundo transcurrido. La **potencia lumínica** se mide en **lúmenes (lm)** e indica la cantidad de energía lumínica producida por cada segundo.

Hecho estos alcances podemos entrar a analizar cómo se va configurando el Índice de Eficiencia de un sistema de Alumbrado Público. Lo primero es señalar que el comportamiento final dependerá del comportamiento de los diversos elementos y componentes que lo constituyen y por ende, es de importancia que identifiquemos a cada uno de ellos. Lo segundo es identificar el Índice de Eficiencia de las tecnologías en comparación para establecer los grados de mejoramiento posibles.

$$\text{Índice de Eficiencia} = \text{Eficacia Lumianosa} \quad \equiv 01$$

$$\text{Eficacia Lumianosa} = \frac{\text{flujo luminoso de la lámpara}}{\text{potencia de la luminaria}} \quad \equiv 02$$

$$\text{Eficacia Lumianosa} = \frac{\text{lumen (lm)}}{\text{watts (W)}} \quad \equiv 03$$

$$\frac{\text{lumen (lm)}}{\text{watts (W)}} = m^2 \times \frac{\text{lux}}{W} \quad \equiv 04$$

Estos valores son diferentes de acuerdo a la tecnología de luminarias, lámparas, equipo eléctrico, etc. Las mismas que son tema de investigación y desarrollo en el rubro de alumbrado público a nivel mundial.

3.4 Iniciativas sobre Iluminación Eficiente.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, con el financiamiento de Fondo Global para el Medio Ambiente (GEF), en el marco de la iniciativa en.lighten, está implementando proyectos para la transición hacia la Iluminación Eficiente. En.lighten busca acelerar la transformación de los mercados hacia el uso sostenible de tecnología de iluminación y sirve como un paraguas para el apoyo de iniciativas a nivel nacional. Actualmente más de 55 países se han adscrito a esta iniciativa ya sea con proyectos demostrativos o piloto o como socios.

La iniciativa en.lighten tiene como socios a organizaciones no gubernamentales, empresas fabricantes de lámparas LED, tales como Philips Lighting BV, Osram AG y el Centro de Testeo de productos de iluminación de China, la compañía AMBILAMP.

En el marco de esta iniciativa los países están diseñando estrategias sobre iluminación eficiente, bajo una metodología propuesta por el PNUMA¹⁵.

¹⁵ PNUMA, “*Instrumental para la Transición Global a la Iluminación Eficiente*”, Año 2012.

4 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

4.1 LÍNEA BASE O ESTADO DEL ARTE

La línea base que se utiliza parte de datos que permiten el análisis y soporte de la hipótesis, son:

- La facturación del Alumbrado Público de las gestiones 2012, 2013 y 2014.
- Proyecto de Alumbrado Público de la Av. Mariscal Santa Cruz, tramo Calle Loayza (o Calle Colombia) y Calle Sagarnaga.

Por lo que se hará un desglose de estos datos e interpretación.

4.1.1 Características de las luminarias para Alumbrado Público existentes en el periodo 2012, 2013 y 2014.

Cabe señalar que no todas las luminarias cuentan con registradores o lecturadores de consumo de energía, por lo cual es importante describir el proceso de facturación utilizado por la distribuidora que atiende a éste municipio. Una vez determinado el consumo de energía mensual, DELAPAZ aplica los cargos tarifarios aprobados por el ente regulador, vale decir la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad.

De acuerdo a registros del GAMLP, las variables utilizadas para la facturación del consumo de energía eléctrica se describen a continuación:

4.1.1.1 Alumbrado Público Estimado (Sin medición) - **A.P. SIN MEDICIÓN.**

Es el alumbrado público teórico, son luminarias, ya sean circuitos o luminarias individuales conectadas directamente a la Red de Baja Tensión de la empresa distribuidora de electricidad, las mismas no constan de un equipo de medición y en el mejor de los casos cuenta con un tablero de comando y protección.

Prácticamente cuantifica: la potencia de la luminaria, lámpara y la cantidad, para calcular la energía eléctrica consumida por el alumbrado público.

Esta familia es muy antigua y compone aproximadamente el 89% (*ver Ilustración 5*) del alumbrado público en la ciudad de La Paz.

4.1.1.2 Alumbrado Público con Medición. - **A.P. CON MEDICIÓN**

Son luminarias pertenecientes a un circuito de alumbrado público, con tablero de control y protección junto a un punto de medición (medidor), que facilita la cuantificación de consumo de energía eléctrica de la empresa distribuidora.

Este tipo de circuitos se comenzaron a implementar de acuerdo a recomendaciones técnicas hace unos 5 años, para una mayor presión de la cuantificación del consumo de energía eléctrica, un mejor cuidado de la red alumbrado público y de las redes de baja tensión de la empresa distribuidora. También regida con la implementación de la normativa de alumbrado público (NB 1412001-1, NB 1412001-2 y NB 1412001-3) y categorización de vía para asegurar una calidad de flujo luminoso (iluminancia (lux) y uniformidad (%)).

En el mejor de los casos representa el 9% (*ver Ilustración 5*) del consumo del alumbrado público y con tendencia a incrementar con el pasar del tiempo afectando casi proporcionalmente a la familia de alumbrado público teórico.

4.1.1.3 Semáforos - **SEMAF-GAML P.**

Son equipos de señalización para el control de tráfico vehicular, los mismos están compuesto con lámparas incandescentes o lámparas de tecnología Led; las mismas se encuentran conectadas directamente a la red de baja tensión con un tablero de control y mando o en el mejor de los casos con un medidor, tablero de control y mando independiente.

Su representación en la familia del alumbrado público alcanza casi el 2% (*ver Ilustración 5*).

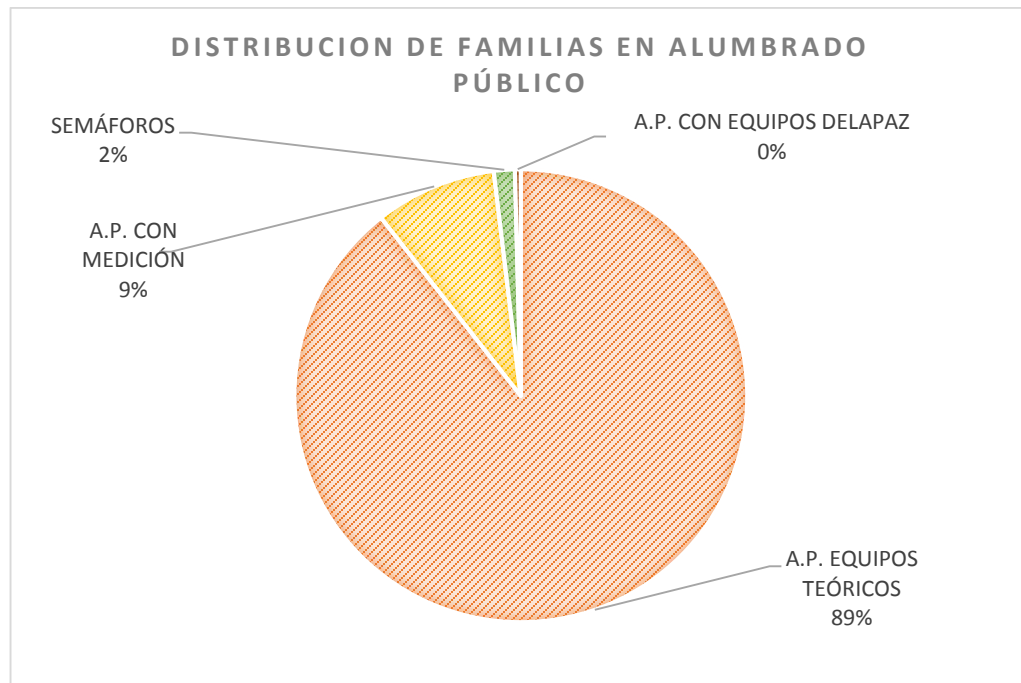


Ilustración 5 – Cuadro resumen de la participación en Alumbrado Público – Fuente: Elaboración Propia, información proporcionada por GAMLPA correspondiente al mes de enero de 2014

El respaldo de la ilustración 4 se encuentra en el anexo 6.7

4.1.1.5 Otros.

Existen variantes en la facturación, pero los mismos están descritos mes a mes en la factura, como:

- Los días del mes, de acuerdo a cada mes y una gestión compuesta por doce meses.
- Las horas de funcionamiento, por lo que se cuantifica en un tiempo de funcionamiento estándar de:
 - Once (11) horas de octubre a marzo, seis meses continuos para el alumbrado público teórico.
 - Trece (13) horas abril a septiembre, seis meses continuos para el alumbrado público teórico.

Siendo de 4.000,00 a 4.380,00 horas de funcionamiento en un año.

- Y veinticuatro (24) horas para el caso de los semáforos, por lo usual oscila entre 8500 a 8650 horas de funcionamiento en un año
- El cargo por energía (Bs./kWh), aprobada por la AE y actualizada mensualmente en base a un factor de indexación, el mismo permite la cobranza por igual a los equipos de alumbrado público del GAMLP como de DELAPAZ. Del mismo modo permite calcular el importe monetario por el consumo de energía eléctrica mensual.

4.1.2 Proyecto de Alumbrado Público de la Av. Mariscal Santa Cruz

En la Av. Mariscal Santa Cruz, entre la Calle Sagarnaga a la Calle Colombia se contaba con una cantidad de 71 luminarias de 250W de vapor de sodio alta presión con lámparas con un flujo luminoso aproximado de 33.000,00 lumens, una inter-distancia aproximada de 30 a 45 metros en postes de doble brazo 9 metros y algunas adosadas en fachadas; la suma representaba una potencia instalada de alrededor de 19,88 kW.



Ilustración 6 – Área de intervención, Av. Mariscal Santa Cruz entre Calle Colombia y Calle Sagarnaga – Fuente Digital: Google Earth¹⁶ – Año 2014

¹⁶ Información Digital On-line, “Software Google Earth”, Año 2014.



Ilustración 7 – Luminarias de 250W-SAP en postes doble brazo de alumbrado público sobre la Av. Mariscal Santa Cruz – Fuente: Propia – Año 2013

Durante la gestión 2014, el GAMLP determino realizar trabajos para el mejoramiento del servicio de Alumbrado Público de la Av. Mariscal Santa Cruz, siendo los mismos asignados a la Unidad de Servicios Eléctricos bajo el nombre de “Proyecto de Mejoramiento de Alumbrado Público Av. Mariscal Santa Cruz”.

A partir del 02 de mayo del 2014, en base al diseño final del proyecto de mejoramiento de alumbrado público con tecnología LED en la Av. Mariscal Santa Cruz se procedió con el trazado y replanteo en el terreno, especificando la ubicación detallada de las cámaras de derivación, el tablero de medición y control general, luminarias peatonales, luminarias viales y luminarias decorativas, puntos de alimentación y acometida.

El proyecto comprende el reemplazo de las 71 luminarias mencionadas anteriormente, las cuales tenían las siguientes características:

CALCULO REFERENCIAL DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA- EXPRESADO EN BOLIVIANOS - AV. MARISCAL SANTA CRUZ							
<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>POTENCIA INSTALADA (kW)</i>	<i>HORAS DE FUNCIONAMIENTO (Hrs.)</i>	<i>CONSUMO DE ENERGÍA MENSUAL (kW/h)</i>	<i>CATEGORÍA TARIFARIA (Bs.)</i>	<i>IMPORTE MENSUAL (Bs.)</i>	<i>CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL (kW/h)</i>	<i>IMPORTE ANUAL (Bs.)</i>
LUMINARIA VAPOR DE SODIO 250W	19.88	13	7.753	0,7	5.427,10	93.036	65.125,20

Tabla 1 – Cuadro Resumen del consumo de energía eléctrica antes de la intervención de la Av. Mariscal Santa Cruz – Fuente: Informe USE N° 100¹⁷ – Año 2014.

4.2 ANÁLISIS DE IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA LED

Se analizan dos casos:

- El primer caso con el análisis de impacto del “Proyecto de Mejoramiento de Alumbrado Público Av. Mariscal Santa Cruz”:
 - Potencia de instalación de diseño antes de la intervención y después de la intervención.
 - Energía eléctrica consumida del diseño antes de la intervención y después de la intervención.
 - Tiempo de recuperación por el cambio de tecnología convencional a tecnología led.
- El segundo caso, respecto a la repercusión en el consumo de energía eléctrica en la categoría de alumbrado público teórico, en la familia de luminarias de 250W-SAP, reemplazando las mismas por tecnología led.

4.2.1 Índice de Eficiencia entre tecnología convencional y tecnología led.

El índice de eficiencia como anteriormente se mencionó, permite comparar para el caso de alumbrado público vial, el equipo que ilumina mejor con menos potencia y menor consumo de energía eléctrica.

¹⁷ Capítulo 7, Anexo 8 “Informe Técnico/Económico – Uso Académico”, Año 2014.

Por lo tanto según los parámetros y especificaciones técnicas solicitadas a nivel GAML P, se puede realizar esta comparación, que a continuación se describe:

	250W-SAP	151W-LED
FLUJO LUMINOSO DE LA LÁMPARA (lm)	33.000,00	18.200,00
POTENCIA DE LA LUMINARIA (W)	250,00	151,00
MAS PERIDAS OTROS (W)	15%	-----
POTENCIA DE LUMINARIA REAL (W)	287,50	151,00
EFICACIA LUMINOSA (lm/W)	114,78	120,53

Tabla 2 – Cuadro evaluación eficacia luminosa¹⁸ – Fuente: elaboración Propia – Gestión 2014

Siendo demostrable que las luminarias con tecnología Led, 151W en este caso, bajo las mismas condiciones de trabajo de una luminaria convencional, 250W-SAP, resulta en:

- Un incremento de 5,01% de la eficacia luminosa con la tecnología led respecto a la tecnología convencional, utilizando una potencia muy por debajo de las potencias actuales instaladas con las luminarias de 250W-SAP.

4.2.2 Caso 1 – “Proyecto de Mejoramiento de Alumbrado Público Av. Mariscal Santa Cruz”.

Después de la intervención realizada, se describen las siguientes características técnicas:

- *Tipo de instalación eléctrica:* Subterráneo
- *Circuito de Alumbrado:* Con Control/Protección y Medición de consumo de energía eléctrica
- *Disposición:* Bilateral Pareada que permite alcanzar niveles de iluminación adecuados a una vía M1¹⁹.

¹⁸ Capítulo 7, Anexo 01 “Especificaciones técnicas” y datos datos técnicos proporcionados por la Unidad de Servicios Eléctricos, desglosados más adelante, Año 2014.

¹⁹ Capítulo 7, Anexo 03 “Parámetros Técnicos “Categorización De Vía” En Alumbrado Público GAML P”, iluminancia media de 30 a 50 lux y uniformidad mínima de 40%, Año 2014.

- Alturas de montaje:
 - 82 luminarias viarias de 151 W a 11 metros. (12,30 kW).
 - 36 luminarias peatonales de 42 W a 7 metros. (1,50 kW).
 - 26 luminarias ornamentales de 96 W a una altura de 4 metros. (2,49 kW).

Los equipos implementados para el alumbrado público son los siguientes:

POTENCIA	IMAGEN	DETALLE
Luminaria 151W		LUMINARIA LED AKILA – FAMILIA SCHREDER.
Luminaria 42W		LUMINARIA LED BRIKA – FAMILIA SCHREDER
Luminaria 96W		LUMINARIA ORNAMENTAL LED HAPILED – FAMILIA SCHREDER

Tabla 3 – Luminarias Instaladas para el alumbrado público de la Av. Mariscal Santa Cruz – Fuente: Propia – Gestión 2014

El diseño contempla iluminación vial y peatonal, siendo este último como iluminación de respaldo para la seguridad peatonal.

CALCULO REFERENCIAL DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA – Av. MARISCAL SANTA CRUZ							
DESCRIPCIÓN	POTENCIA INSTALADA (kW)	HORAS DE FUNCIONAMIENTO (Hrs.)	CONSUMO DE ENERGÍA MENSUAL (kW/h)	CATEGORÍA TARIFARIA (Bs.)	IMPORTE MENSUAL (Bs.)	CONSUMO DE ENERGÍA ANUAL (kW/h)	IMPORTE ANUAL (Bs.)
LUMINARIAS CON TECNOLOGÍA LED DE 150W, 96W y 42W.	16.29 Kw	13	6.353 Kw/h	0,7	4.447,17	76.236 Kw/h	53.366,04

Tabla 4 – Cuadro Resumen del consumo de energía eléctrica por el diseño completo de alumbrado público de la Av. Mariscal Santa Cruz – Fuente: GAMLP.

Bajo las siguientes condiciones de estudio, se detalla los componentes eléctricos y costos necesarios para una luminaria convencional de 250W-SAP, en lo que respecta para su reposición y mantenimiento:

MATERIAL	UNIDAD	COSTO UNITARIO (Bs.)
LAMPARA 250W VNA	Pza	158,00
BALASTO 250W SAP	Pza	210,00
IGNITOR 100-400	Pza	65,00
FOTOCONTROL 1000W	Pza	75,00
CONDENSADOR 33uF	Pza	39,00
CARRO GRÚA	Hrs	571,91
ELECTRICISTA	Hrs	19,34
SUBTOTAL (Bs.)		1.138,25

LUMINARIA VIARIA	P/U TOTAL (Bs)
LUMINARIA LED 151W	7.800,00
LUM. CONV. 250W VNA	2.500,00

POTENCIA (W)	250
PERDIDA	15%

Tabla 5 – Cuadro “desglose detallado de costos de materiales y equipos de alumbrado público” – Fuente: Base de datos presupuestario GAMLP – Gestión: 4º trimestre 2014.

Cabe recordar que solo se analizará el alumbrado público de la calzada, a nivel individual, o sea una luminaria:

LUMINARIA A.P.	POT. REAL LUMINARIA (W)	CANTIDAD	POT. REQ. POR LUMINARIA (kW)	FUNCIONAMIENTO DURANTE UN AÑO (h)	ENERGÍA CONSUMIDA DURANTE UN AÑO (kWh)	TARIFA DE ENERGÍA PROMEDIO 2014 (Bs/(kw-h))	COSTO DE LA ENERGÍA EN UN AÑO (Bs.)	AHORRO DE DINERO EN UN AÑO (Bs.)	O. & M.	TIEMPO (UN AÑO)	CAPITAL INVERTIDO (Bs.)	TIEMPO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)
LUMINARIA LED 151W	151,00	1,00	0,15	4.380,00	661,38	0,7726	510,98	461,91	0,00	0,00	4.901,61	10,612
LUMINARIA 250W SAP	287,50	1,00	0,29	4.380,00	1.259,25	0,7726	972,90	0,00	1.138,25	0,35	-398,39	0,000

Tabla 6 – Tabla comparativa de tecnología convencional y tecnología Led – Fuente: elaboración propia – Gestión 2014

En el cuadro se aprecia:

- La comparación por luminaria, con tecnología convencional y tecnología led.
- La potencia consumida por luminaria.
- Las horas de trabajo que son iguales para ambas tecnologías, en consumo anual de energía eléctrica.
- El costo de energía anual por tecnología.
- El ahorro monetario por tecnología y el tiempo de recuperación de la inversión.

La potencia prácticamente se reduce en un **47,48%** trabajando en el mismo lapso de tiempo de trabajo.

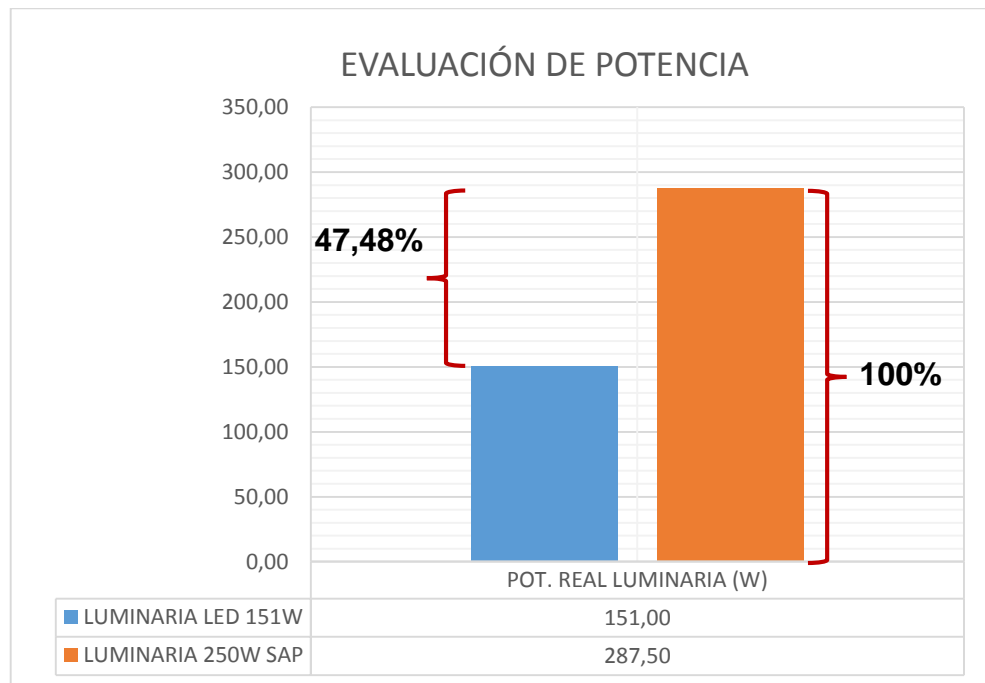


Tabla 7 - Cuadro de comparación de potencia eléctrica entre luminarias de distinta tecnología – Fuente: elaboración propia – Gestión 2014

$$Potencia no consumida (\%) = \frac{P_{LUMINARIA LED} \times 100 \%}{P_{LUMINARIA CONVENCIONAL}} \quad \equiv 05$$

$$Potencia no consumida (\%) = \frac{151 W \times 100 \%}{287,50 W} \quad \equiv 06$$

$$Potencia no consumida (\%) = \mathbf{47,48 \%} \quad \equiv 07$$

Del mismo modo la energía eléctrica consumida durante un año se reduce en un 47,48%, o sea, se deja de consumir 597,87_kWh en un año.

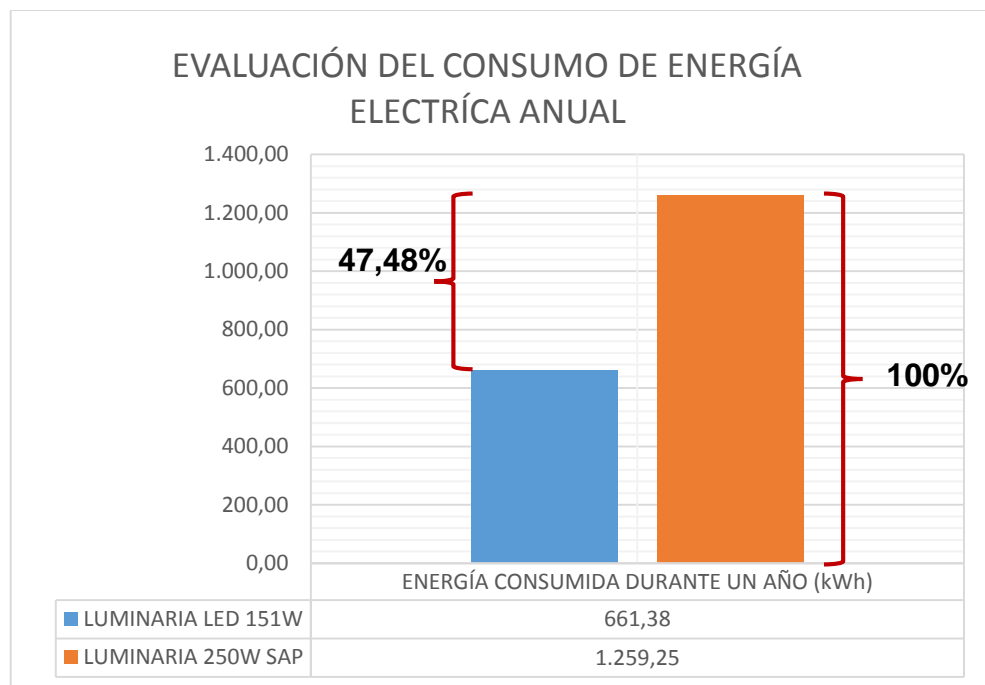


Tabla 8 – Cuadro de comparación de consumo de energía eléctrica anual – Fuente: elaboración propia – Gestión 2014

$$Energía consumida durante Un Año (kWh) = P_{LUM-LED} (kW) \times t(h) \quad \equiv 08$$

$$Energía consumida durante Un Año (kWh) = 0,15(kW) \times 4.380(h) \quad \equiv 09$$

$$Energía consumida durante Un Año (kWh) = \mathbf{661,38} (kWh) \quad \equiv 10$$

$$\text{Energía consumida durante Un Año (kWh)} = P_{LUM-CONV}(kW) \times t(h) \quad \equiv 11$$

$$\text{Energía consumida durante Un Año (kWh)} = 0,29(kW) \times 4.380(h) \quad \equiv 12$$

$$\text{Energía consumida durante Un Año (kWh)} = \mathbf{1.259,25 (kWh)} \quad \equiv 13$$

Donde:

$P_{LUM-LED}$ (kW): Potencia total luminaria con tecnología LED.

$P_{LUM-CONV}$ (kW): Potencia total luminaria con tecnología convencional.

t (h): Son las horas promedio de funcionamiento de una luminaria en Un año.

Luego se procederá al cálculo del importe monetario, donde se toma en cuenta la tarifa de energía promedio hace referencia a la gestión 2014:

MES	CARGO POR ENERGÍA Bs./kWh
ENERO	0,767
FEBRERO	0,768
MARZO	0,769
ABRIL	0,771
MAYO	0,775
JUNIO	0,775
JULIO	0,776
AGOSTO	0,780
PROMEDIO	0,7762

Tabla 9 – Cargo por Energía mensual aprobado extraído de las Facturas de AP, año 2014

Para proceder en el cálculo del importe monetario:

$$\text{Costo}_{\text{ENERG AÑO-LED}}(\text{Bs}) = \text{Energia}_{\text{ANUAL}}(\text{kWh}) \times \text{Tarifa}_{\text{PRO}}(\text{Bs/kWh}) \quad \equiv 14$$

$$\text{Costo}_{\text{ENERG AÑO-LED}}(\text{Bs}) = 661,38 (\text{kWh}) \times 0,7726 (\text{Bs/kWh}) \quad \equiv 15$$

$$\text{Costo}_{\text{ENERG AÑO-LED}}(\text{Bs}) = \mathbf{510,98 (\text{Bs})} \quad \equiv 16$$

$$\text{Costo}_{\text{ENERG AÑO-CONV}}(\text{Bs}) = \text{Energia}_{\text{ANUAL}}(\text{kWh}) \times \text{Tarifa}_{\text{PRO}}(\text{Bs/kWh}) \quad \equiv 17$$

$$\text{Costo}_{\text{ENERG AÑO-CONV}}(\text{Bs}) = 1.259,25 (\text{kWh}) \times 0,7726 (\text{Bs/kWh}) \quad \equiv 18$$

$$\text{Costo}_{\text{ENERG AÑO-CONV}}(\text{Bs}) = \mathbf{972,90 (\text{Bs})} \quad \equiv 19$$

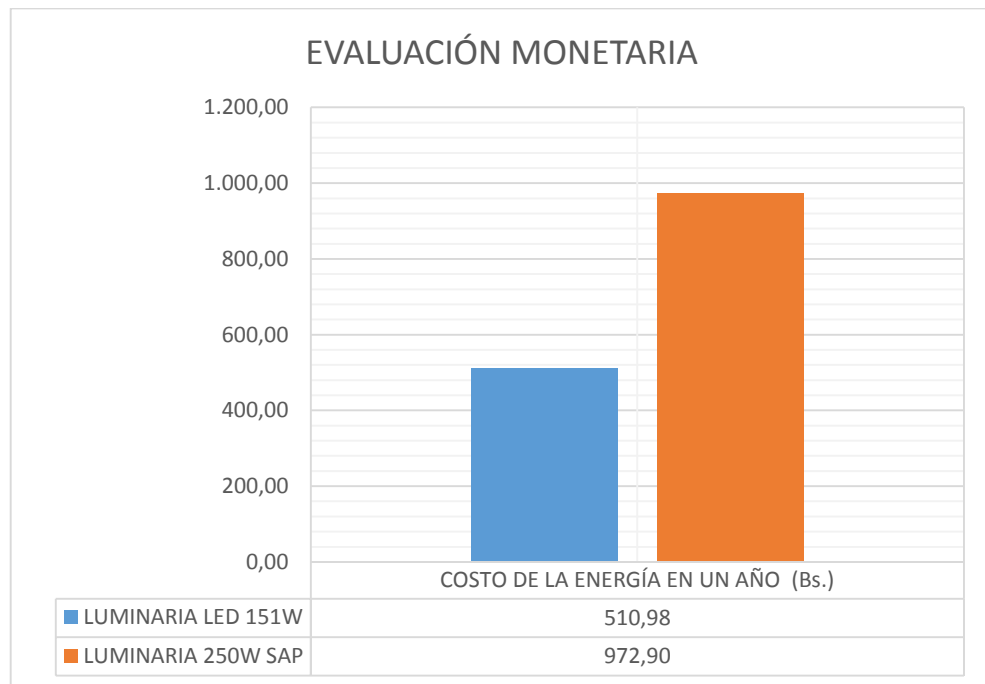


Tabla 10 - Cuadro de comparación y representatividad monetaria por un consumo anual – Fuente: elaboración propia – Gestión 2014

$$AHORRO_{CAMBIO\ TEC}(Bs) = COSTO_{ENERG\ AÑO-CONV}(Bs) - COSTO_{ENERG\ AÑO-LED}(Bs) \quad \equiv 20$$

$$AHORRO_{CAMBIO\ TEC}(Bs) = 972,90 (Bs) \times 510,98 (Bs) \quad \equiv 21$$

$$AHORRO_{CAMBIO\ TEC}(Bs) = \mathbf{461,91 (Bs)} \quad \equiv 22$$

Permitiendo un ahorro monetario aproximado de Bs. 461,91 (Cuatrocientos Sesenta y Un 91/100 Bolivianos), si se utilizase una luminaria de tecnología LED en una gestión.

Las luminarias convencionales, según la potencia en este caso 250W-SAP, presentan pérdidas del orden del 15%²⁰ y no así las luminarias con tecnología led, debido a contar estas últimas; con un equipo electrónico incorporado siendo auto regulable para su funcionamiento, o sea por tener incorporado diodos rectificadores que trabajan como filtros de voltaje.

También debe tomarse en cuenta que para la operación y mantenimiento (O.&M.) de las luminarias convencionales se la realiza aproximadamente cada 2,50 a 3,50 años, debido a que el tiempo de vida del equipo eléctrico es variable, siendo el más sensible la lámpara de descarga seguido del balasto de choque, por la variación de tensión en la alimentación de los circuitos, que acorta el tiempo de vida de los mismos, para ello se tomó en cuenta un aporte económico de 33,33% anual, pero ejecutable al cabo de tres (3) años. Cabeceando

²⁰ Según especificaciones técnicas para luminaria de 250W (capítulo 7 ANEXO 1.2 Luminaria Viaria Tecnología lámpara de descarga) las pérdidas del Balasto de Choque (30 W, aproximadamente equivale al 12%) más las pérdidas por los otros elementos eléctricos (ignitor, condensador, lámpara y foto control) como el propio conductor de alimentación eléctrica, equivalen el 3%, siendo un total de 15% en pérdidas de la luminaria.

Según catálogo, la luminaria de tecnología led presenta una garantía de funcionamiento de diez (10) a trece (13), incluso a veinte (20) años sin mantenimiento y existe una proporcionalidad de depreciación del flujo luminoso de la luminaria LED²¹.

Por ejemplo:

$$\text{Horas de funcionamiento (hrs)} = 100.000,00 \text{ (hrs)}$$

$$\text{Funcionamiento (Años)} = 100.000 \text{ (hrs)} \times \frac{1 \text{ dia de trab}}{12 \text{ (hrs) noche prom}} \times \frac{1 \text{ año}}{365 \text{ dias de trab}} \quad \equiv 23$$

$$\text{Funcionamiento (Años)} \cong \mathbf{22,83} \text{ (Años)} \quad \equiv 24$$

Según el análisis es auto pagable:

$$\text{Capital Inver}_{TEC-LED} \text{ (Bs)} = \text{Costo}_{LED} \text{ (Bs.)} - \text{Costo}_{CONV} \text{ (Bs.)} - \frac{1}{3} \text{ O. \& M. (Bs)}^{22} \quad \equiv 25$$

$$\text{Capital Inver}_{TEC-LED} \text{ (Bs)} = 7.800,00 \text{ (Bs.)} - 2.500,00 \text{ (Bs.)} - \frac{1}{3} 1.138,25 \text{ (Bs)} \quad \equiv 26$$

$$\text{Capital Inver}_{TEC-LED} \text{ (Bs)} = \mathbf{4.901,61} \text{ (Bs.)} \quad \equiv 27$$

Inversión que no se amortigua en el cambio a luminarias con tecnología LED, si no con el ahorro de la energía eléctrica no consumida en un periodo de tiempo:

$$\text{Tiempo recup}_{TEC-LED} \text{ (Años)} = \frac{\text{Capital Inver}_{TEC-LED} \text{ (Bs)}}{\text{Ahorro dinero anual (Bs/Año)}} \quad \equiv 28$$

²¹ Capítulo 7, Anexo 6, Catálogo de luminarias SAP y LED.

²² O. & M., Operación y Mantenimiento, son todos los costos de los elementos necesarios para el funcionamiento de una luminaria, todos los repuestos y equipos para su operación; la intervención será 1/3 del presupuesto asignado para el reemplazo y/o mantenimiento de una luminaria, fuente Base de Datos y precios del GAMLP – año 2014.

$$Tiempo\ recup_{TEC-LED} (Años) = \frac{4.901,61 (Bs)}{461,91 (Bs/Año)} \quad \equiv 29$$

$$Tiempo\ recup_{TEC-LED} (Años) = \mathbf{10,61} (Años)^{23} \quad \equiv 30$$

$$Tiempo\ recup_{TEC-LED} (Meses) = 10,61 (Años) \times 12 Meses \quad \equiv 31$$

$$Tiempo\ recup_{TEC-LED} (Meses) = \mathbf{128} Meses \quad \equiv 32$$

Al cabo de los 10,61 años o su equivalente a 128 meses cumplidos de funcionamiento sin mantenimiento, también cabe mencionarse que los precios y costos de las luminarias de alumbrado público con tecnología led reducen en función de la cantidad adquirida.

Haciendo un análisis con el parámetro que inicialmente se menciona, el mejoramiento de iluminación de la Av. Mariscal Santa Cruz, debía ser previsto con luminarias con lámparas convencionales, o sea lámparas de descarga de sodio alta presión y con las mismas alcanzar la categoría de vía M1, ya que antes de la intervención no contaba con categoría alguna esta Avenida principal.

Se realiza una disgregación del sistema y solo se analizara el alumbrado público Vial (de la calzada).

4.2.2.1 Estudio fotométrico.

Para el mismo se realiza con un software de simulación fotométrica, los cuales son respaldados con información digital de las luminarias, en este caso de la línea Schreder, los cuales son instaladas en el municipio de La Paz y cumplen con las

²³ Tabla 4 – Tabla comparativa de tecnología convencional y tecnología Led – Fuente: elaboración propia – Gestión 2014

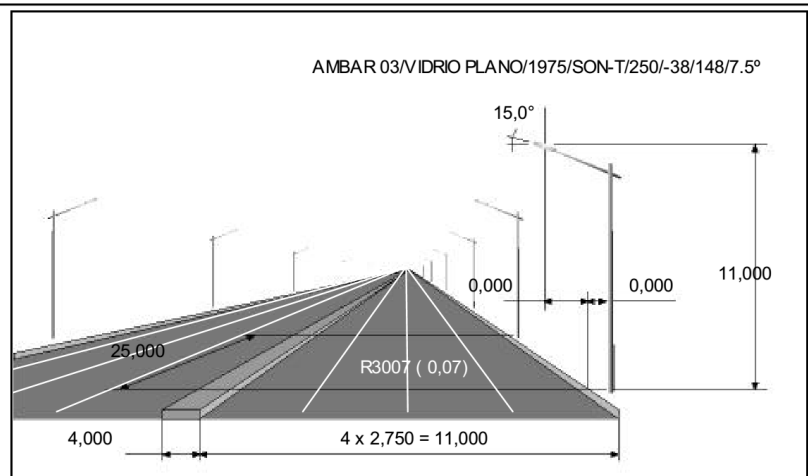
especificaciones técnicas como pruebas de laboratorio y en campo, exigidas por el GAMLP.

CATEGORÍA DE VÍA:	UBICACIÓN	ILUMINANCIA MEDIA (LUX):	UNIFORMIDAD DE LA ILUMINANCIA
M1	AV. MARISCAL SANTA CRUZ, TRAMO C. LOAYZA Y C. SAGARNAGA	$30 > E_m \geq 50$	$\geq 40\%$

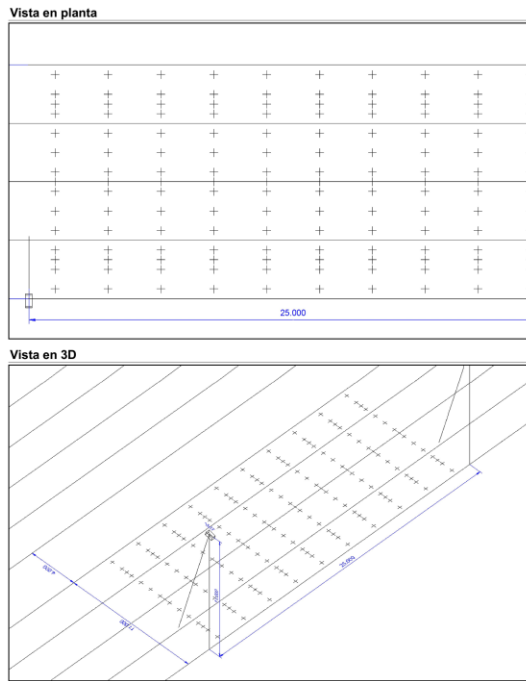
4.2.2.1.1 Luminarias de 250W-SAP (Lámparas de descarga).

Diseño de alumbrado público con luminarias con lámparas de 250W-SAP, o sea tecnología convencional, para cumplir la Categorización de Vía M1.

Esquema



Simulación de condiciones para el montaje de la luminaria de 250W-SAP, con una altura de montaje de 11 metros, inclinación de brazo de 15°, ancho de calzada a iluminar de 11 metros y una jardinera central, con una inter-distancia de 25 metros entre poste y poste.

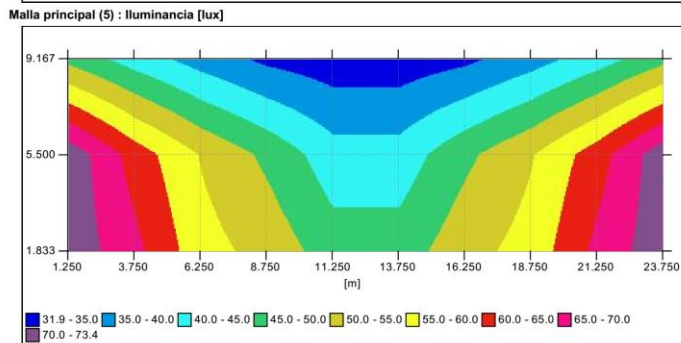
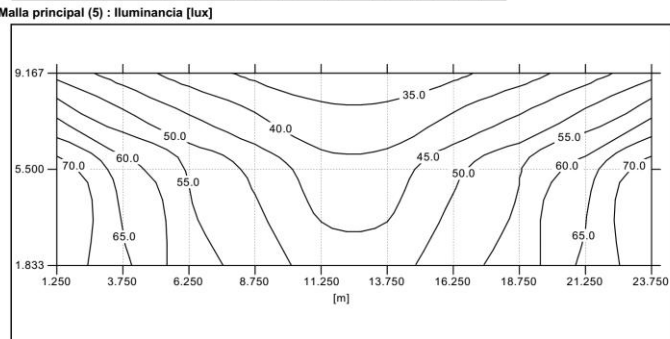


Disposición de las luminarias en vista de planta y vista de perspectiva.

Malla principal (5) : Iluminancia [lux]

Min : 31,9 lux Med : 51,5 lux Máx : 73,4 lux Uo : 62,0 % Ug : 43,5 %

9,167	48,2	42,4	37,6	33,7	31,9	31,9	33,7	37,6	42,4	48,2
5,500	73,3	62,7	54,6	48,8	42,1	42,1	48,8	54,6	62,7	73,3
1,833	73,3	66,3	56,9	53,3	47,4	47,4	53,3	56,9	66,4	73,4
Y/X	1,250	3,750	6,250	8,750	11,250	13,750	16,250	18,750	21,250	23,750



Resultado obtenido por el estudio fotométrico, expresando la iluminancia media (**Med [lux]: 51,5**) y uniformidad resultado de la inter-distancia de las luminarias (**Uo [%]: 62,0**)

Resumen

• Luminancia

	1	2	3	4	
Obs Y	1,375	4,125	6,875	9,625	m
Lmed :	3,05	3,22	3,37	3,50	cd/m ²
Uo :	50,7	46,5	44,0	43,0	%
U1 :	86,0	78,1	76,9	76,7	%
TI :	8,9				%
Posición del					-26,125; 2,750; 1,500 m

• Iluminancia

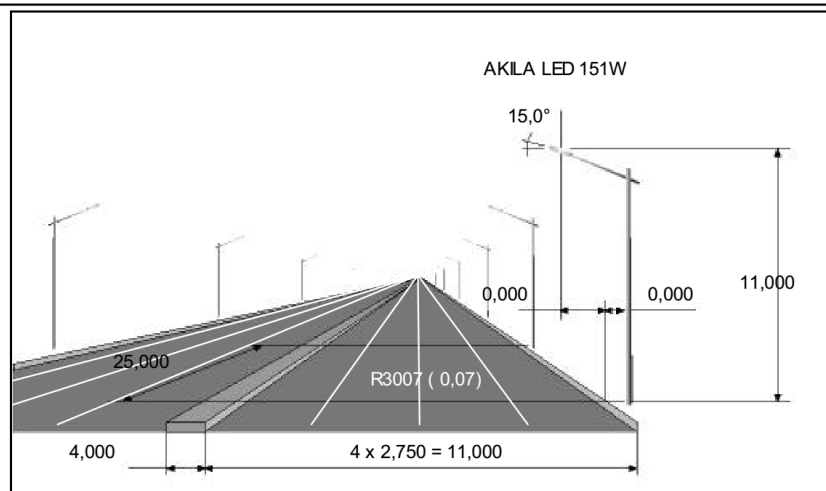
Emed :	51,5	lux
--------	------	-----

Los valores alcanzados, según el estudio fotométrico, alcanzan y superan los exigidos para la categoría de Vía M1.

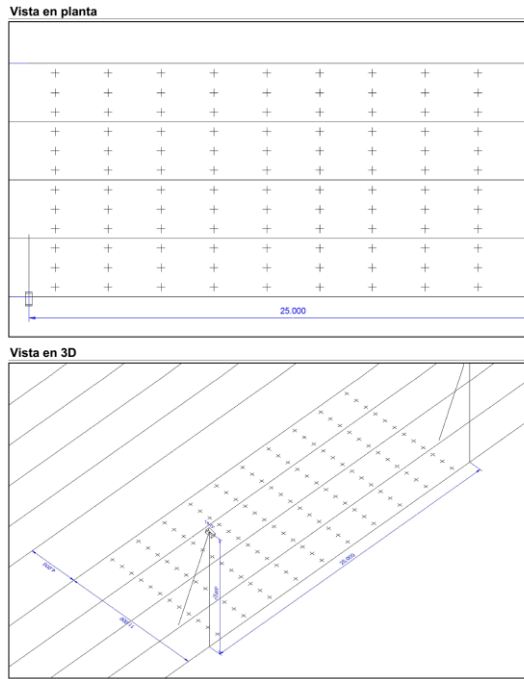
4.2.2.1.2 Luminarias con tecnología Led

Diseño de alumbrado público con luminarias de 151W tecnología Led, para cumplir la Categorización de Vía M1.

Esquema



Las condiciones para la simulación deben ser idénticas para la tecnología LED, el montaje de la luminaria de 151W-LED, con una altura de montaje de 11 metros, inclinación de brazo de 15°, ancho de calzada a iluminar de 11 metros y una jardinera central, con una inter-distancia de 25 metros entre poste y poste.

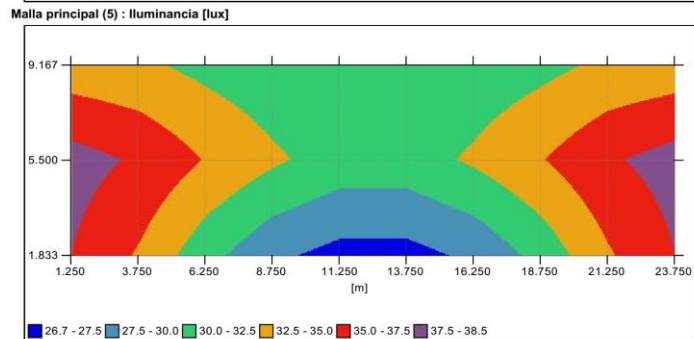
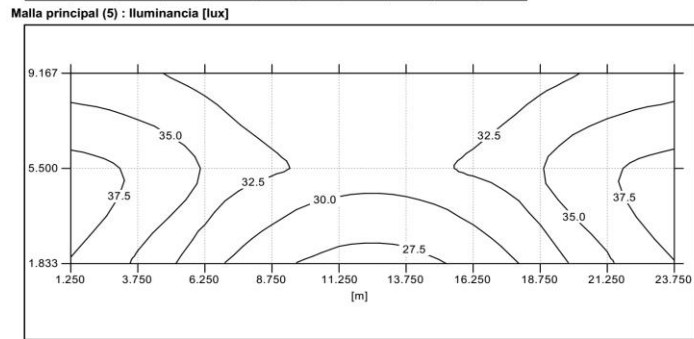


Disposición de las luminarias en vista de planta y vista de perspectiva.

Malla principal (5) : Iluminancia [lux]

Min: 26,7 lux Med: 32,8 lux Máx: 38,5 lux Uo: 81,4 % Ug: 69,3 %

9,167	33,5	32,9	31,8	30,8	30,1	30,1	30,9	31,8	32,9	33,5
5,500	38,5	37,2	34,9	32,9	31,4	31,4	32,9	34,9	37,2	38,5
1,833	37,4	34,7	30,9	28,0	26,7	26,7	28,0	30,9	34,7	37,5
Y/X	1,250	3,750	6,250	8,750	11,250	13,750	16,250	18,750	21,250	23,750



Resultado obtenido por el estudio fotométrico, expresando la iluminancia media (**Med [lux]: 32,8**) y uniformidad resultado de la inter-distancia de las luminarias (**Uo [%]: 81,4**)

Resumen

- Luminancia

	1	2	3	4	
Obs Y	1,375	4,125	6,875	9,625	m
Lmed :	1,90	1,99	2,08	2,17	cd/m ²
Uo :	81,0	75,8	72,0	67,6	%
UI :	92,9	94,2	94,4	91,8	%
TI :	6,8				%
				Posición del	-26,125; 2,750; 1,500 m

- Iluminancia

Emín : 26,7 lux

Emed : 32,8 lux

Replicando las condiciones de trabajo del estudio anterior, con las luminarias de tecnología Led se cumple el parámetro de iluminancia media (lux), pero se observa que tiene un mejor control del haz luminoso, más expandido, sin perder uniformidad (%) al iluminar la vía.

Los parámetros de diseño son planteados por USE de ambos casos.

	LUMINARIA A.P.	POT. REAL LUMINARIA (W)	CANTIDAD	POT. REQ. POR LUMINARIA (kW)	FUNCIONAMIENTO DURANTE UN AÑO (h)	ENERGÍA CONSUMIDA DURANTE UN AÑO (kWh)	TARIFA DE ENERGÍA PROMEDIO 2014 (Bs/(kw-h))	COSTO DE LA ENERGÍA EN UN AÑO (Bs.)	AHORRO DE DINERO EN UN AÑO (Bs.)	O. & M.	TIEMPO (UN AÑO)	CAPITAL INVERTIDO (Bs.)	TIEMPO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)
DISEÑO CON TECNOLOGÍA LED	LUMINARIA LED 151W (INSTALADO)	151,00	82,00	12,38	4.380,00	54.233,16	0,7726	41.900,54	37.876,98	0,00	0,00	401.932,23	10,612
DISEÑO CON TECNOLOGÍA CONVENCIONAL (SAP)	LUMINARIA 250W SAP (PROPUESTO)	287,50	82,00	23,58	4.380,00	103.258,50	0,7726	79.777,52	0,00	1.138,25	0,35	-32.667,78	0,000
DISEÑO ANTES DE LA INTERVENCIÓN	LUMINARIA 250W SAP (ANTIGUO)	287,50	71,00	20,41	4.380,00	89.406,75	0,7726	69.075,66	0,00	1.138,25	0,35	-28.285,51	0,000

Tabla 11 - Tabla comparativa de diseños: antes y después de la intervención – Fuente: elaboración propia – Gestión 2014

En la Tabla 9, se describe la comparación de tres diseños:

- Diseño antes de la intervención, la cual estaba instalada en la Av. Mariscal Santa Cruz antes del cambio de luminarias.
- El diseño con tecnología convencional (SAP), en el caso de que no se hubiese contado con lámparas de tecnología LED, lineamientos de diseño antiguos.
- El diseño con tecnología LED que se encuentra trabajando en la actualidad en la Av. Mariscal Santa Cruz.

Se aprecia que:

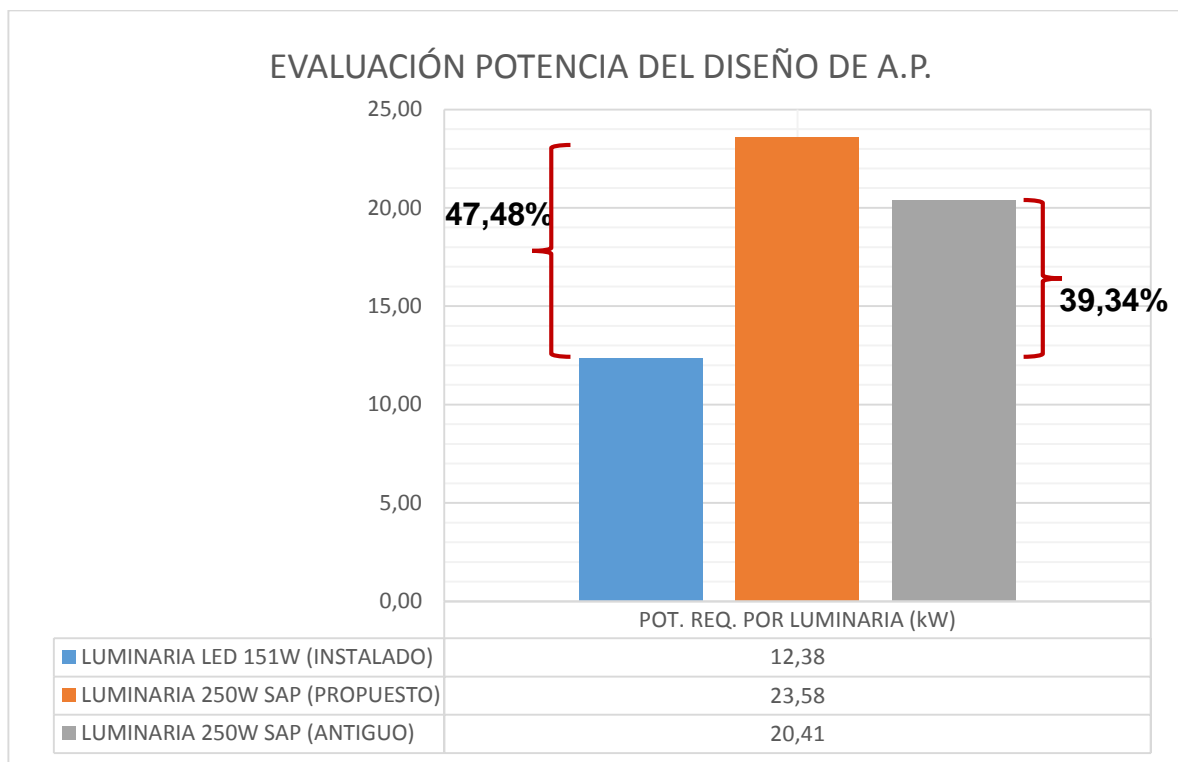


Tabla 12 - Cuadro de comparación de potencia instalada diseño – Fuente: elaboración propia – Gestión 2014

- Inicialmente se compara, la potencia necesaria para cubrir el alumbrado vial con tecnología LED (12,38_kW) respecto a la potencia con luminarias

convencionales del diseño antiguo (20,41_kW), se reduce en 39,34%, o sea 8,03_kW menos de instalación de la potencia total necesaria.

- Después se compara, la potencia necesaria para cubrir el alumbrado vial con tecnología LED (12,38_kW) respecto a la potencia con luminarias convencionales del diseño nuevo (23,58_kW), se reduce en 47,48%, o sea 11,19_kW menos de instalación de la potencia total necesaria.

Notándose con mayor realce en el consumo de energía en un año, en el orden de:

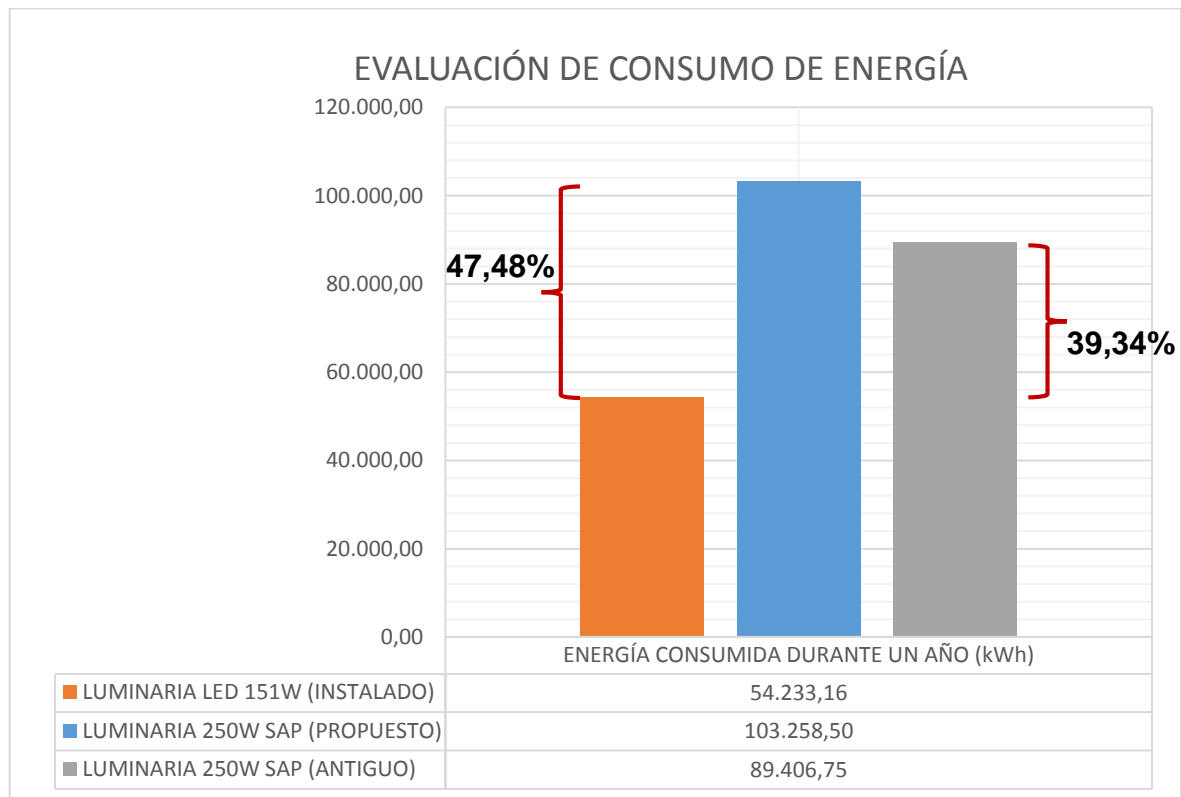


Tabla 13 - Cuadro de comparación de consumo de electricidad para una año – Fuente: elaboración propia – Gestión 2014

- 39,34% de energía eléctrica NO consumida respecto al diseño antiguo antes de la intervención, reflejándose económicamente en un aproximado de Bs. 35.173,59 (Treinta y Cinco Mil Ciento Setenta y Tres 59/100 Bolivianos).

- 47,48% de energía eléctrica NO consumida respecto al diseño nuevo antes de la intervención, reflejándose económicamente en un aproximado de Bs. 49.025,34 (Cuarenta y Nueve Mil Veinticinco 34/100 Bolivianos).

Por lo tanto se muestra la diferencia según los datos obtenidos de la Unidad de Servicios Eléctricos (USE), se tienen dos escenarios, antes de la intervención y después de la intervención, por el cambio de tecnología.

La misma representa una reducción de potencia instalada y consumo de energía eléctrica de la Av. Mariscal Santa Cruz, de 19,88_kW a 16,29_kW, o sea en un 18%, cabe notar que incluso el proyecto implementa la categorización de vía a M1 sumando alumbrado decorativo (peatonal).

CIRCUITO SIN MEDIDOR		CIRCUITO CON MEDIDOR		
PROMEDIO MAYO 2014 (KWH)	PROMEDIO ABRIL 2014 (KWH)	PROMEDIO JULIO 2014 (KWH)	PROMEDIO AGOSTO 2014 (KWH)	PROMEDIO SEPTIEMBRE 2014 (KWH)
5.366,00	5.192,50	2.957,00	4.931,00	5.083,00
3.756,20 BOB	3.634,75 BOB	2.069,90 BOB	3.451,70 BOB	3.558,10 BOB

Tabla 14 - Reporte del tramo Av. Mariscal Santa Cruz, fuente USE, Año - 2014

4.2.3 Caso 2 – Reemplazo de tecnología convencional (luminarias 250W-SAP) por tecnología LED (151W), en la familia de alumbrado público teórico.

Recordemos que la participación del alumbrado público teórico representa casi el 89%²⁴ del consumo de energía eléctrica consumida por el GAMLP y facturada por DELAPAZ.

Dentro esta categoría existen familias de luminarias y respectivamente diferentes tecnologías de lámparas, las cuales se consideraran con un universo, siendo las más representativas:

- Lámparas de vapor mercurio (HG), en 125W, 175W y 250W; representando una participación aproximada del 20%.
- Lámparas de vapor de sodio alta presión (SAP o VNA), en 70W, 150W y 250W; tenido una participación del 76% en el universo de alumbrado público del GAMLP.
- Otras que suman casi 4%, entre ellas las lámparas de Haluro Metálico (HM) y de Gas de Mercurio.

²⁴ Ilustración 5 – Cuadro resumen de la participación en Alumbrado Público

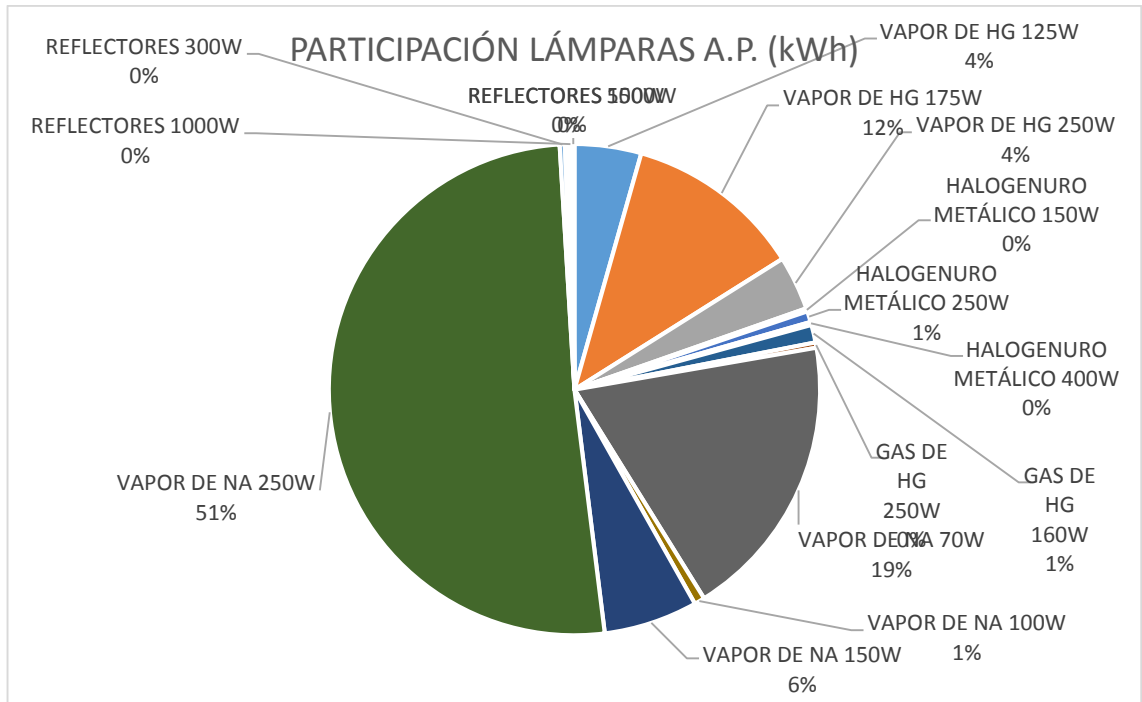


Tabla 15 – Universo de lámparas en la categoría de Alumbrado Público Teórico – Fuente: Factura GAML P 01/2014²⁵

Por lo tanto una hipótesis que se pondrá en curso y desarrollo es el remplazo de la familia de 250W-SAP, ya que tiene una participación del 51% en toda la categoría, por tecnología led en una potencia de 151W.

²⁵ Capítulo 7 ANEXOS, anexo 07 Facturas GAML P.

LUMINARIA A.P.	POT. REAL LUMINARIA (W)	CANTIDAD	POT. REQ. POR LUMINARIA (kW)	FUNCIONAMIENTO DURANTE UN AÑO (h)	ENERGÍA CONSUMIDA DURANTE UN AÑO (kWh)	TARIFA DE ENERGÍA PROMEDIO 2014 (Bs/(kw-h))	COSTO DE LA ENERGÍA EN UN AÑO (Bs.)	AHORRO DE DINERO EN UN AÑO (Bs.)	O. & M.	TIEMPO (UN AÑO)	CAPITAL INVERTIDO (Bs.)	TIEMPO DE RECUPERACIÓN (AÑOS)
LUMINARIA LED 151W (PROPUESTO)	151,00	13.232,00	1.998,03	4.380,00	8.751.380,16	0,7726	6.761.316,31	6.112.050,84	0,00	0,00	64.858.136,60	10,612
LUMINARIA 250W SAP (ACTUAL)	287,50	13.232,00	3.804,20	4.380,00	16.662.396,00	0,7726	12.873.367,15	0,00	1.138,25	0,35	-5.271.463,40	0,000

Tabla 16- Tabla comparativa de familias de luminarias 250W-SAP y 151W-LED – Fuente: elaboración propia – Gestión 2014

En la potencia instalada de la familia de 250W-SAP, se reconoce que con el cambio de tecnología a luminarias Led, reduce hasta un 47,48% de la potencia total instalada, así como el consumo de energía eléctrica para el periodo de un (1) año se evita el consumo de 7'911.015,84_kWh.

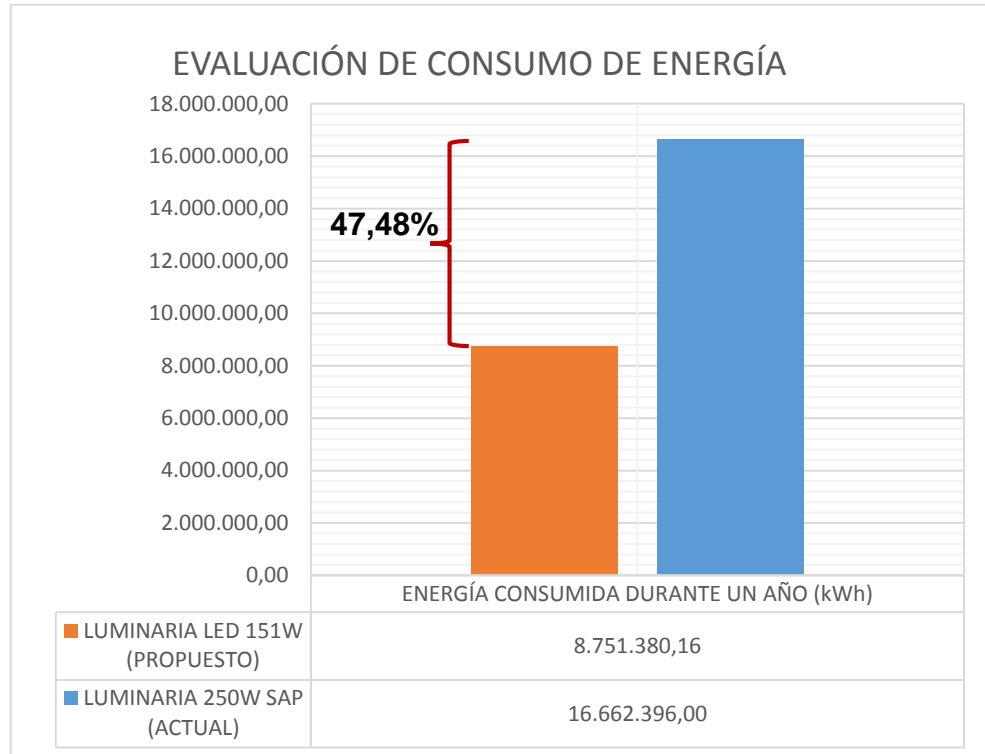


Tabla 17 – Diagramas de comparación, consumo de energía anual en caso de cambio a tecnología Led.
Fuente: Facturas A.P. GAMLP 2014

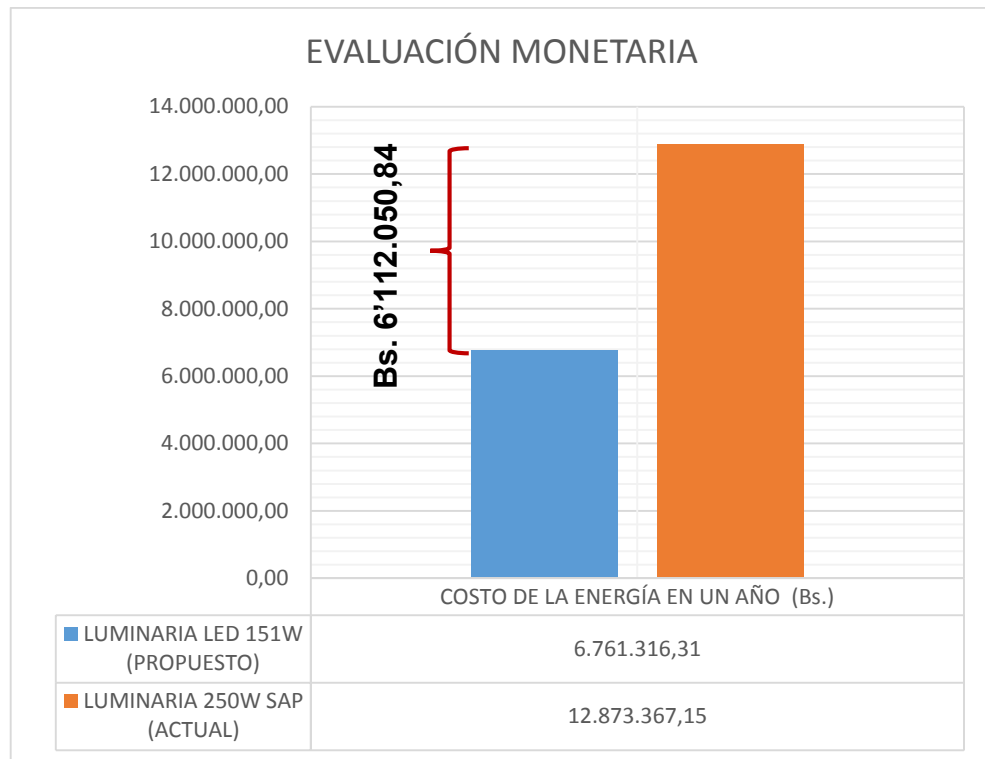


Tabla 18 – Diagramas de comparación, ahorro monetario en caso de cambio a tecnología Led. Fuente: Facturas A.P. GAMLPL 2014

Que representa Bs. 6'112.050,84 (Seis Millones Ciento Doce Mil Cincuenta 84/100 Bolivianos) anualmente.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El objetivo principal es demostrar que se puede alcanzar un mejor Índice de Eficiencia, en términos de: flujo luminoso, potencia instalada, consumo de energía eléctrica e impacto económico para las luminarias de alumbrado público, entre la tecnología convencional versus la tecnología LED, respecto a una población de luminarias que cuenta con un sistema de cuantificación de energía, pertenecientes al GAMLP en la ciudad de La Paz

El alcance del estudio abarca el rubro eléctrico como: Distribución en baja tensión, alumbrado público del GAMLP y cambio de tecnología; para un tiempo de corto y mediano plazo, como mejor alternativa para reducir el consumo de energía eléctrica y potencia instalada.

a) Inicialmente se identifica la diferencia en el “*índice de eficiencia* o también llamado *eficacia luminosa*”, factor que permite comparar el flujo luminoso que emite una lámpara (lm) sobre la potencia consumida por la luminaria (W), la misma que se realiza entre una luminaria de alumbrado público con tecnología LED y una luminaria de alumbrado público con tecnología convencional, por lo tanto:

- Se demuestra que la *eficacia luminosa* de la luminaria con tecnología LED (120,53 lm/W) sobrepasa en un **5,01%** a la *eficacia luminosa* de la luminaria con tecnología convencional (114,78 lm/W).

b) Para el Caso I, “Proyecto de Mejoramiento de Alumbrado Público Av. Mariscal Santa Cruz”.

- Cuando el análisis se realiza para la sustitución *de una* luminaria con tecnología convencional (250W-SAP, incluyendo perdidas) *por una* luminaria de tecnología LED (151W-LED), resulta:
 - Que se demuestra una **reducción** aproximada de un **47.48%** de la potencia instalada, o sea, de la diferencia de potencia de estas tecnologías se dejaría de instalar *136,50 W* por punto de alumbrado público sustituido.
 - También se concluye que la *energía eléctrica consumida durante un año* se reduce en un **47,48%**, o sea, se deja de consumir *597,87_kWh* en un año.
 - Como el análisis se realizó de forma individual por luminaria sustituida, la misma se expresa en un *ahorro monetario aproximado* de **Bs. 461,91** (Cuatrocientos Sesenta y Un 91/100 Bolivianos), si se utilizase una luminaria de tecnología LED en una gestión.
 - Estos equipos podrían *auto-pagarse* al cabo de los **10,61 años** o su equivalente a **128 meses** cumplidos de funcionamiento sin mantenimiento.
- Cuando el análisis se realiza por la sustitución de luminarias con tecnología convencional *por* luminarias con tecnología LED en la Av. Mariscal Santa Cruz, tramo Calle Colombia y Calle Sagarnaga, resulta:

- Realizando una comparación con el *diseño antiguo* de alumbrado público con tecnología convencional (*20,41_kW*) por el *diseño nuevo* de alumbrado público con tecnología LED (*12,38_kW*), se identifica a favor de la tecnología LED una diferencia de **8,03_kW** de la potencia total necesaria.
- También que una comparación con el *diseño nuevo* de alumbrado público con tecnología convencional (*23,58_kW*) por el *diseño nuevo* de alumbrado público con tecnología LED (*12,38_kW*), se identifica a favor de la tecnología LED una diferencia de **11,19_kW** de la potencia total necesaria.
- Por otro lado el **39,34%** de energía eléctrica *NO* consumida respecto al diseño antiguo antes de la intervención, se refleja económicamente en un aproximado de **Bs. 35.173,59** (Treinta y Cinco Mil Ciento Setenta y Tres 59/100 Bolivianos), anualmente.
- Y el **47,48%** de energía eléctrica *NO* consumida respecto al *diseño nuevo* antes de la intervención, se refleja económicamente en un aproximado de **Bs. 49.025,34** (Cuarenta y Nueve Mil Veinticinco 34/100 Bolivianos), de forma anual.
- Con el cambio de tecnología a luminarias LED, se percibe un **mejorado flujo luminoso (lux)** como **uniformidad (%)**, alcanzando la vía una iluminación **Categoría M1** (iluminancia media de 30 a 50 lux y uniformidad mínima de 40%), lo cual no se tenía antes de la intervención.

c) Para el Caso II, “Reemplazo de tecnología convencional (luminarias 250W-SAP) por tecnología LED (151W), en la familia de alumbrado público teórico”; haciendo una breve recapitulación, donde la participación del alumbrado público teórico representa casi el 89% del consumo de energía eléctrica consumida por el GAMLP y que de este universo la categoría de luminarias de 250W-SAP representa el 51% del total, por lo que si en un futuro cercano se decide cambiar a tecnología LED, se estima:

- Que se **evitará** el **consumo de energía eléctrica** en un aproximado de **7'911.015,84_kWh** y se tendría
- Un **ahorro aproximado** de **Bs. 6'112.050,84 (Seis Millones Ciento Doce Mil Cincuenta 84/100 Bolivianos)**.
- Y ambos apartados son evaluados en un periodo de tiempo anual, lo cual podría **replicarse** de **forma positiva** en las siguientes gestiones, tomando en cuenta el cambio en la población de luminarias para esta categoría.

d) Las ventajas que se identifican de forma global como resultado del estudio, son:

- Con el cambio a este tipo de tecnología (LED) se **prologarían considerablemente** los tiempos de programación de una intervención en mantenimiento de las luminarias de alumbrado público, evitando incurrir en gastos en periodos de tiempo cortos.
- Con la implementación de las luminarias con tecnología LED, se permitirá el diseño de Proyectos en Alumbrado Público más eficientes, apoyando

la premisa de consumir menos energía eléctrica, sin incumplir las exigencias de iluminación para las vías vehiculares.

- Con la apertura de este campo, se inducirá a una competencia del mercado Nacional para el posicionamiento de luminarias con tecnología LED, con mayores prestaciones técnicas como económicas, de nivel internacional.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los Gobiernos Autónomos Municipales al ser responsables del servicio público de alumbrado público deberían promover el desarrollo de una estrategia de iluminación eficiente en el marco de la iniciativa en.lighten con la finalidad de contar con:
 - Estándares mínimos de eficiencia energética, que garantizan la eficiencia y la calidad de los productos de iluminación de ahorro energético;
 - Mecanismos y políticas de apoyo que restringen la provisión de una iluminación ineficiente y promueven la demanda de productos de ahorro de energía;
 - Programas de control, verificación y fiscalización, que permiten disuadir la distribución de productos no conformes;
 - Acciones de sostenibilidad ambiental que incluyen el establecimiento de límites máximos de mercurio y la implementación de programas de recolección, reciclaje y disposición adecuada de residuos de lámparas usadas.

- Ya que se trabajó en base la Norma de IBNORCA para alumbrado público con tecnología de lámparas de descarga, se recomienda el trabajo conjunto, mediante un comité conformado por: los Gobiernos Autónomos Municipales, Empresas privadas del rubro de luminarias LED e

IBNORCA, para el desarrollo de la *Norma para Alumbrado Público con tecnología LED*

- Se sugiere realizar un estudio para el reemplazo de luminarias convencionales en sodio alta presión (potencia de 400W, 150W, 100W y 70W) por luminarias con tecnología LED, para las zonas que a criterio del municipio de La Paz sean más relevantes.
- Se sugiere la implementación de luminarias con tecnología LED, que puedan reducir el flujo luminoso (lux) en horarios de poco tráfico (mañana), sin perder la uniformidad (%).
- Se sugiere promover la Tele gestión (control y registro mediante ordenador personal), ya las luminarias con tecnología LED más avanzadas poseen elementos electrónicos con programación e interfaz para comunicación por cable o señal de micro ondas.

6 BIBLIOGRAFÍA.

- Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), *Normas Bolivianas de Alumbrado Público NB 1412001-1 – Definiciones*, Bolivia, año 2006.
- Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), *Normas Bolivianas de Alumbrado Público NB 1412001-2 – Reglas generales y especificaciones técnicas*, Bolivia, año 2006.
- Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), *Normas Bolivianas de Alumbrado Público NB 1412001-3 - Mantenimiento y depreciación de las instalaciones*, Bolivia, año 2006.
- Norma Técnica Colombiana (NTC-900), *Norma Técnica de Alumbrado - Especificaciones técnicas para alumbrado público*, Bogotá DC, editado 2011.
- Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), *Norma Boliviana NB 777 “Diseño y construcción para instalaciones eléctricas en baja tensión”*, Bolivia, año 2007.
- Varios autores, *“Guía de gestión energética en el alumbrado público”*, Madrid, 2006.
- Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad, *“Anuario Estadístico 2013”*.
- Iniciativa PNUMA/GEF en.lighten & REGATTA en colaboración con OLADE, *Informe sobre la transición a la iluminación eficiente en Latinoamérica y el Caribe*, Presentado en el Marco del IV Seminario Latinoamericano y del Caribe de Eficiencia Energética, Santo Domingo, República Dominicana, 3 y 4 de agosto de 2011.
- Fundación Repsol (2013) Eficiencia energética e intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero en España y la UE-15. Resumen Ejecutivo.
- Del libro: «Administración y Dirección», de Díez de Castro Emilio Pablo, García del Junco Julio, Martín Jimenez Francisca y Perriáñez Cristóbal Rafael, McGraw-Hill Interamericana, 2001, Pág. 5.

- Fundación Repsol, *Eficiencia energética e intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero en España y la UE-15. Resumen Ejecutivo*, Año 2013.
- Emilio Pablo Díez de Castro, Julio García del Junco, Francisca Martín Jimenez y Rafael Perriáñez Cristobal, *“Administración y Dirección”*, McGraw-Hill Interamericana, Año 2001, Pág. 5
- Publicación digital, www.planetaazul.com.mx, *“Iluminación LED podría ahorrar 85% de Energía”*, EE.UU. 22 de junio 2012.
- PNUMA, *“Instrumental para la Transición Global a la Iluminación Eficiente”*, Año 2012.
- GAML P - *“Nº 104/2014 – Informe Técnico Económico – Uso Académico”*, Año 2014
- Soporte de Información Digital On-line, *“Software Google Earth”*, para ubicación de lugares geográficos, año 2014.
- Información Digital USE, *“Plano de distribución de Luminarias con tecnología LED, sobre la el tramo de la Av. Mariscal Santa Cruz” – Plano de ubicación - Gestión 2014.*
- Base presupuestaria del GAML P para adquisición de material, año 2014
- Fuente digital (www.ae.gob.bo), AE, *“Datos e informes”*, año 2014.
- Fuente digital (www.solaruno.com), SOLARUNO, *“Alumbrado publico LED”*, año 2014.
- Fuente digital (http://es.wikipedia.org/wiki/Temperatura_de_color), WIKIPEDIA, *“Temperatura de color”*, año 2014.
- Fuente digital (<http://es.wikipedia.org/wiki/Led>), WIKIPEDIA, *“Led”*, año 2014.
- Fuente digital (<http://es.wikipedia.org/wiki/RGB>), WIKIPEDIA, *“RGB”*, año 2014.

7 ANEXOS

7.1 ANEXO 01 – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

7.1.1 Luminaria Viaria Tecnología LED

LUMINARIAS VIARIAS CON TECNOLOGÍA LED (DE 145 W a 160 W)	
DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO
Tipo de Luminaria:	Luminaria de alumbrado urbano, viaria con tecnología LED de alta eficiencia
Carcasa:	La base y capó será de aluminio inyectado a alta presión.
	Acabado Exterior: En pintura poli estérica aplicada electrostáticamente.
	Aislamiento Eléctrico: Clase-I
Bloque Óptico y Eléctrico:	Hermeticidad: \geq IP 66; acorde con la norma IEC-EN60598.
	Tipo de protector: Policarbonato resistente a los rayos UV y/o protector de vidrio templado, con resistencia térmica y mecánica.
	Potencia de la Fuente: de 145 W a 160 W.
	Índice de resistencia a impactos: \geq IK 08; acorde con la norma IEC-EN 62262 o EN 50102
	Tensión nominal de funcionamiento: 230 V +5% - 10% VAC; 50 Hz
Equipo Auxiliar (Driver):	Los auxiliares eléctricos y electrónicos deben encontrarse dentro de la luminaria.
	El equipo auxiliar electrónico deberá contar con una protección eléctrica contra circuito Abierto de los LED.
	El equipo auxiliar deberá garantizar \geq 50.000 horas de funcionamiento.
Vida promedio de la Luminaria (LEDS):	\geq 50.000 Horas
Sistema de Sujeción:	Compuesto por accesorios inoxidables que garanticen la firmeza en la sujeción para un poste de alumbrado

	con un diámetro exterior de 60 mm. (Abrazadera de acero y/o tornillería de acero inoxidable).
Factor de Potencia	≥ 0.9
Peso:	≤ 12 kg.
Temperatura de color:	≥ 4000 °K
Informe de pruebas y/o ensayos, realizadas a la Luminaria (original o fotocopias simples):	Por un laboratorio reconocido, que acredite el cumplimiento de las presentes especificaciones técnicas presentadas: a) Prueba de Hermeticidad IP, b) Prueba de resistencia a los impactos IK
Catalogo o folleto (original o fotocopias simples):	Que contenga tipo y modelo de la luminaria para verificar los parámetros de la carcasa, Tipo de Protector, Bloque Óptico y Eléctrico, aislación, potencia, etc.
Información del fabricante	Indicar: Pagina web y dirección de correo electrónico.

Muestras	El proponente deberá presentar tres muestras de la luminaria adjunto a su propuesta, mismas que serán custodiadas por la Unidad solicitante para la verificación de las especificaciones técnicas.
Documentos Fotométricos de las luminarias ofertadas	Los cuales deberán tener lo siguiente: Matriz de intensidades, Diagrama polar, Curvas de factor de Utilización, Diagramas Isolux, Diagrama ISO candela, que permitan evaluar el comportamiento fotométrico de la luminaria.
Presentación de software:	El proponente deberá presentar adjunto a su propuesta el Software en formato digital con el que realizaron la memoria de cálculo solicitado.
Memoria de cálculo	Que contengan las condiciones de instalación (altura de montaje, inter-distancia postal, etc.) y los resultados: uniformidad general, uniformidad longitudinal, incremento de umbral, Iluminancia y luminancia mínima, media y máxima, parámetros establecidos en el punto 1 de las CONDICIONES GENERALES DE EVALUACIÓN TÉCNICA DE LUMINARIAS.
Garantía del proveedor:	Se requiere como mínimo un periodo de garantía de 5 años para la luminaria (incluye driver, led) computable a partir de la puesta en funcionamiento de la luminaria y esta deberá ser presentada de forma escrita por el proponente, adjunto a la propuesta .

7.1.2 Luminaria Viaria Tecnología lámpara de descarga.

LUMINARIAS VIARIAS CON TECNOLOGÍA LÁMPARA DE DESCARGA (250 W - VNA)	
LUMINARIA VIARIA	PARÁMETRO
Carcaza	Semi-carcaza inferior: Aluminio Inyectado a alta presión.
	Semi-carcaza superior: Aluminio Inyectado a alta presión y/o embutido.
	Acabado Exterior: En pintura poliésterica aplicada electrostáticamente.
Bloque Óptico	Tipo de Reflector: Aluminio embutido abrillantado y anodinado que no sea parte del cuerpo de la luminaria
	Hermeticidad del Bloque \geq IP 65
	Tipo de Protector (Refractor o Difusor): Vidrio templado, resistente al impacto térmico y mecánico.
	Índice de resistencia a los Impactos: IK 08 SEGÚN LA NORMA EN 50102
Bloque Eléctrico	Tipo de Portalámparas: E-40 porcelana ,230 V con ruptura dieléctrica superior a 5 KV (contactos de aleación de bronce)
	Potencia y Tipo de Lámpara: Vapor sodio alta presión 250W
	Hermeticidad del bloque \geq IP 43
	Bandeja de accesorios: Placa Soporte de auxiliares eléctricos desmontable.
	Aislamiento Eléctrico: clase I
Sistema de fijación:	Compuesto por accesorios inoxidables que garanticen la firmeza en la sujeción para un poste de alumbrado con un diámetro exterior 60.3 mm. (Abrazadera de acero y/o tornillería de acero inoxidable).
Accesibilidad	La luminaria debe permitir mantenimiento fácil y sin dificultades tanto al bloque óptico como eléctrico ,inclusive en el sitio de instalación
LÁMPARA	
Tipo de Lámpara:	Sodio Alta Presión
Potencia de la Fuente:	250W
Flujo Luminoso nominal(Después de 100 horas):	\geq 33000 lm
Eficacia Luminosa nominal(Flujo Luminoso nominal/ potencia):	\geq 132 lm/W
Casquillo:	E-40

Vida Promedio de la Lámpara (Hasta 80% del Flujo Luminoso nominal)	≥ 32000 horas
Temperatura de Color	≥2000 °K
CONDENSADOR	
Capacidad Eléctrica uF	33 Microfaradios (o lo que solicita el balasto para corregir el factor de potencia a 0.9)
Tolerancia	±5%o ±10%
Frecuencia Hz.	50 Hz.
Temperatura Ambiente °C	-25 a 85°C
Tensión Nominal:	250 a 400 V
Tensión máxima admisible	10 % arriba de la tensión Nominal
Capacidad para corregir un factor de potencia:	≥0,90
BALASTO	
Tipo	Para incorporar Uso interior
Tipo de Arrollamiento	Alambre de cobre esmaltado
Tensión nominal V	230
Potencia nominal W	250 W
Pérdidas totales W	≤30 (El catalogo deberá contener este parámetro caso contrario se realizara la prueba de pérdidas al balasto para su cumplimiento)
Frecuencia Hz	50
Rigidez dieléctrica V	≥2000
Temperatura máxima del devanado Tw	≥130° C
Calentamiento de los devanados sobre la temperatura ambiente Δt	≤70 °C
Peso Kg.	≤ 4
IGNITOR	
Tipo de Ignitor:	Independiente o superposición de impulsos
Tensión de Arranque:	≤198 V
Tensión de Desconexión:	≥ 170V
Temperatura Máxima Envoltente:	≥85° C

Temperatura Mínima:	-30°C
Rango de Potencia para lámparas de sodio alta presión:	100 a 400 W.
Rango de Potencia para lámparas de Haluro Metálico:	35 a 400 W.
Pérdidas Propias:	≤ 2 W
FOTOCONTROL MAGNÉTICO O TÉRMICO - 1000W-1800VA	
Material	Polipropileno-UV-estabilizador, contra rayos ultravioleta.
Tipo	Magnético o Térmico
Tensión nominal de operación V	230v con una variación permisible del ±5%
Potencia de carga	≥1000w-1800VA
Frecuencia Hz	50
Nivel de Iluminación para conexión	≤10 lux
Nivel de Iluminación para desconexión	≤50 lux
Temperatura de Trabajo °C	≥ -5 a ≤ 50
Tiempo de retardo en accionamiento, Seg.	Térmico: ≤ 30 , ≥50
	Magnético: ≤ 3
Hermeticidad IP	≥ 54
Tiempo de Vida Útil	≥ 5000 operaciones
Rigidez dieléctrica V	≥5000
Consumo	<1 W

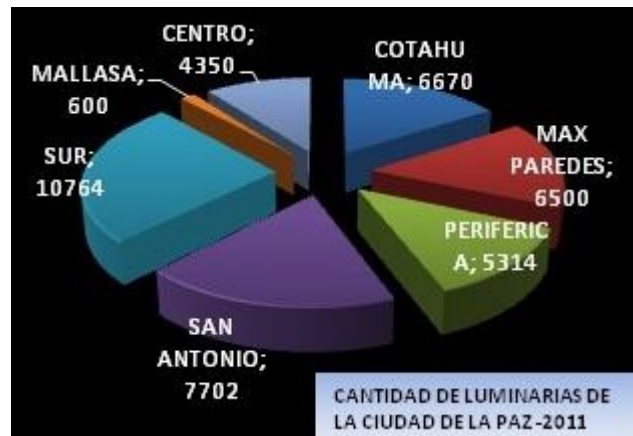
7.2 ANEXO 02 – NORMATIVA VIGENTE

El suministro de electricidad se realiza en el Marco de lo establecido en el Reglamento de Servicio Público de Suministro de Electricidad (RSPE), aprobado mediante Decreto Supremo N° 26302 de 1° de septiembre de 2001, y la Norma de Aplicación de Tarifas de Distribución (NATD) aprobada mediante Resolución de la Superintendencia de Electricidad SSDE n° XXX/2001 de 31 de Octubre de 2001.

La NATD estipula Claramente el alcance y las características del servicio de Alumbrado Público, y establece la celebración de contratos entre suministradores de electricidad y los organismos encargados del servicio, es decir, los municipios. Por otro lado, el GAMLP y de acuerdo a la ley recauda En contra y para la administración del servicio el GAMLP

En el caso de las luminarias sin medición de energía y en concordancia a lo establecido en la NATD, el cálculo de la energía suministrada para el funcionamiento de estas instalaciones se realiza en base a una estimación de consumo de cada luminaria, número de días y horas de funcionamiento mensual. En apego a la NATD y para la aplicación de la Tarifa de alumbrado también se considera a los semáforos parte del alumbrado Público (638 puntos de semaforización).

Es así que en términos generales se tiene una energía demandada mensual de 2.685.115 (Kw/h) y un importe en bolivianos de 1.909.116,80 Bs.- (fact. Octubre de 2011).



GRAFICA N° 1. Cantidad de luminarias de la ciudad de La Paz

FUENTE: Elaboración con base a estimación según crecimiento poblacional

Las instalaciones de alumbrado urbano se proyectan, ejecutan e inauguran en un periodo breve de tiempo. Sin embargo, el desarrollo de su funcionamiento se prolonga a una vida de servicio que dura muchos años (prestación de servicio de Mantenimiento). Durante dicho tiempo la instalación no puede desatenderse.

Requiere de ciertos cuidados para garantizar su funcionamiento correcto, reducir su depreciación y envejecimiento, adaptándose a la evolución de las condiciones de servicio, controlando la adecuación funcional en forma económica e incorporando cuando la situación indique la conveniencia, los avances tecnológicos. La atención, que debe considerarse ya en la fase de diseño, constituye el campo de lo que se denomina gestión y explotación del servicio.

Mientras se tienen Normas y procedimientos sobre el diseño de las instalaciones, en general orientados a la problemática del rendimiento visual y preferencias del usuario del espacio iluminado. La gestión y explotación cuenta con limitada información y documentación.

La gestión y explotación, cuando se realiza, se fundamenta principalmente en criterios empíricos y en costumbres adquiridas. En la práctica se observa un gran

porcentaje de instalaciones de alumbrado que presentan deficiencias de estado o de servicio atribuibles a una carencia de análisis sobre las prestaciones reales.

Algunas consecuencias de estas deficiencias son:

- Condiciones de servicio inferiores a las necesidades y exigencias de la funcionalidad de las vías, por lo tanto una problemática en la seguridad vial y ciudadana.
- Desaprovechamiento de los recursos invertidos al operar con menor eficiencia y menor durabilidad.
- Incremento del consumo energético lo que se traduce en mayores costos derivados, directos e indirectos sin contrapartida de servicio.

Si bien la desconcentración operativa ha demostrado ser beneficiosa para la atención del servicio en cuanto a la cantidad limitada de luminarias atendidas por la Sub-alcaldía, distancia menor del punto averiado al centro de operaciones y finalmente por la desburocratización de la atención del servicio a los usuarios de alumbrado; También se ha descuidado y desarticulado la Planificación Integral del servicio generando problemas, que a continuación se detallan:

- No existe Unicidad en las políticas de mantenimiento en toda la ciudad. (Criterios diferenciados que muestran desorganización en un mismo municipio).
- No existe un cronograma único para las adquisiciones y provisión de material para el mantenimiento del servicio, lo que se traduce en poca disponibilidad de material e insuficiente oportunidad.
- No se aplica un plan que permita el mantenimiento y control de los niveles de iluminación, máximo aprovechamiento y larga vida útil de los materiales de alumbrado, por tanto un escaso aprovechamiento de los recursos económicos y humanos.
- No se cuenta con datos históricos de frecuencia de fallas, tipos de fallas, ni tiempo promedio de la duración de fallas. (No existe control ni seguimiento

del comportamiento del sistema de alumbrado que permita adoptar decisiones técnicas y económicas favorables a la ciudad de la Paz).

En otras palabras la Planificación Integral del Servicio, tiene el propósito de articular de manera integral la Planificación Técnica y Económica en base a los recursos sectoriales de cada Sub-alcaldía y la Unidad de Servicios Eléctricos con el solo objetivo de Mejorar las condiciones actuales de las instalaciones.











En suma, la planeación, control, Supervisión y Operación están articuladas de manera coherente y programada en el presente estudio de “Planificación del Servicio de Alumbrado Público de la Ciudad de la Paz-2012.”

7.3 ANEXO 03 – PARÁMETROS TÉCNICOS “CATEGORIZACIÓN DE VÍA” EN ALUMBRADO PÚBLICO GAMLP

Los criterios para la categorización de vía fueron desarrollados en función de literatura de normas extranjeras, como la NTC-900 procedente de Colombia y otras, como también de la experiencia en la ciudad de La Paz, para tal sentido USE, categorizó las calles, avenidas, pasajes, etc. en el casco urbano, luego en el resto de los Macro distritos, haciendo evoluciones fotométricas, como las condiciones de ancho de vía y tráfico vehicular.

En la gestión 2013 el GAMLP mantuvo reuniones con el Comité de Alumbrado Público de IBNORCA, que a la fecha falta la aprobación del documento final; pero este tipo de categorización estaría siendo aceptada por el resto de los departamentos, con algunas adaptaciones.

DATOS REFERENCIALES

	CLASIFICACIÓN M1
	CLASIFICACIÓN M2
	CLASIFICACIÓN M3
	CLASIFICACIÓN M4
	CLASIFICACIÓN M5
	CLASIFICACIÓN P1
	CLASIFICACIÓN P2
	CLASIFICACIÓN P3
	CLASIFICACIÓN P4
	CLASIFICACIÓN P5

Clase de iluminacion	L_{prom}	Iluminancia media	U_o	T_i	UL	SR
	(Cd/m^2)	(lux)	Mínimo	Máximo Inicial	Mínimo	Mínimo
M1	2.0	30 - 50	0.4	10	0.5 a 0.7	0.5
M2	1.5	20 - 30	0.4	10	0.5 a 0.7	0.5
M3	1.0	10 - 20	0.4	10	0.5	0.5
M4	0.75	5 - 10	0.4	15	N.R.	N.R.
M5	0.5	2 - 6	0.4	15	N.R.	N.R.

Fuente: Norma Boliviana NB 1412001:2

Clase de iluminacion	Nivel medio iluminancia	Nivel mínimo iluminancia
	E_m (lux)	E_{min} (lux)
P1	25	10
P2	15	7.5
P3	10	5
P4	7.5	3
P5	5	2

7.4 ANEXO 04 – INDICADORES PARA HALLAR EL ÍNDICE DE EFICIENCIA PARA ALUMBRADO PÚBLICO.

VALORES DE PLACA Y/O CATALOGO

DETALLE	UNIDADES	VALOR
VOLTAJE DE LÍNEA	V	
CORRIENTE DE LÍNEA	A	
POTENCIA DE LÍNEA	W	
FRECUENCIA	Hz	
FACTOR DE POTENCIA	FP	
VOLTAJE DE SALIDA	V (DC)	
CORRIENTE DE SALIDA	A (DC)	
POTENCIA DE SALIDA	W	
FLUJO LUMINOSO	lm	
TEMPERATURA DE COLOR	K	
DIMENSIONES	mm	
PESO	kg	
TEMPERATURA DE TRABAJO	C	
HERMETICIDAD	IP	
RESISTENCIA MECÁNICA	IK	
VIDA PROMEDIO	HRS	

ÍNDICE DE EFICIENCIA

DETALLE	UNIDADES	VALOR
POTENCIA DE SALIDA	W	
FLUJO LUMINOSO	lm	
EFICACIA LUMINOSA	lm/W	

CONDICIONES DE ESTUDIO FOTOMÉTRICO (para verificar en campo)

DETALLE	UNIDADES	VALOR
<i>ALTURA DE MONTAJE:</i>	m	
<i>ANGULO DE BRAZO:</i>	°	
<i>FACTOR DE MANTENIMIENTO:</i>		
<i>RETRANQUEO:</i>	m	
<i>RETROCESO:</i>	m	
<i>ANCHO DE VÍA:</i>	m	
<i>INTERDISTANCIA (entre postes):</i>	m	
<i>DISPOSICIÓN: Unilateral, frontal, tres bolillo, central</i>		
<i>TIPO DE CALZADA: Asfalto, pavimento rígido, nuevo, gastado.</i>		
<i>CATEGORIZACIÓN DE VÍA A CUMPLIR:</i>		M1 – M5 P1 – P5
ILUMINANCIA PROMEDIO	lx	
UNIFORMIDAD	%	

7.5 ANEXO 05 – ESTUDIOS FOTOMÉTRICOS, 250W-SAP Y 151W-LED

7.5.1 Estudio fotométrico luminaria 250 W-SAP (tecnología convencional)

Proyecto: **Simulación Ambar 250W-SAP**

Archivo: ...SIMULACIONAMBAR 250W-SAP.lpr

Información general: **Norma C.I.E. 140**

Detalles de la carretera

Anisotropía estadística
 Anisotropía de la carretera

Número de carriles: 2,750 m
 Ancho de carril: 1,000 m
 Mediana: 4,000 m
 Senillado:

Tabla R: R3007
 Coeficiente de reflexión: 0,070
 Luminancia
 Iluminancia (Z Positivo)

Iluminancia (Z Positivo)

Detalles de las luminarias
 Interdistancia: 25,000 m
 Altura: 11,000 m
 Retrocambio: 0,000 m
 Retroceso: 0,000 m
 Inclinación: 15,0°

Tipo: AMBAR 03
 Reflector: 1975
 Protector: VIDRIO PLANO
 Configuración: -38/148/7,5°
 Fuente: SONAT
 Potencia: 250 W
 Flujo: 33,0 lumen
 F.M.: 0,83

Resumen
 • Luminancia

Obs	X	Y	Z	U ₀	U ₁	T ₁
1	1,375	4,125	8,625	3,05	86,0	8,3
2	3,875	3,375	9,625	46,5	78,8	8,3
3	6,375	2,625	10,625	44,0	78,9	8,3
4	8,875	1,875	11,625	43,0	78,7	8,3

Emisión: 31,8 lux
 Emisión: 51,5 lux
 Posición del: 28,125, 2,750, 1,500 m

Esquema

Proyecto: **Simulación Ambar 250W-SAP**

Archivo: ...SIMULACIONAMBAR 250W-SAP.lpr

Vista en planta

Vista en 3D

Usuario: ...

Página: 1 / 10

2011/2014 14:55

Usuario: ...

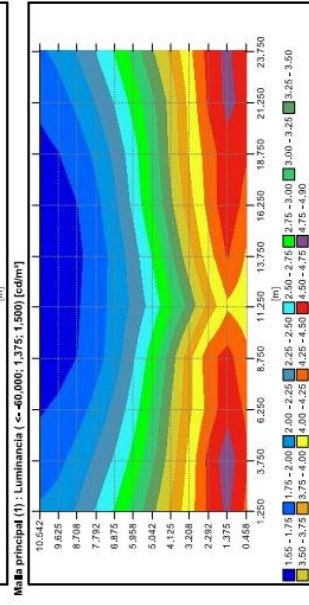
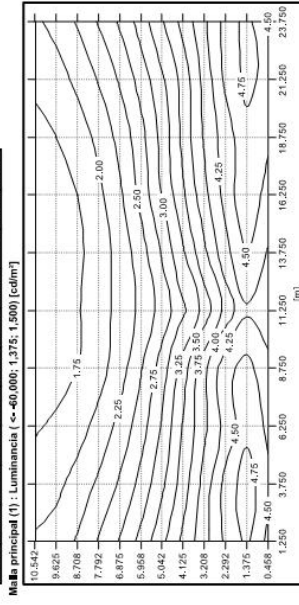
Página: 2 / 10

2011/2014 14:55

Resultados de las mallas

Malla principal (1): Luminancia (<-40,000; 1,375; 1,500) [cd/m²]

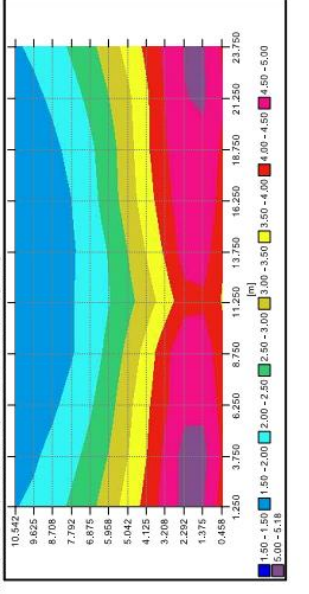
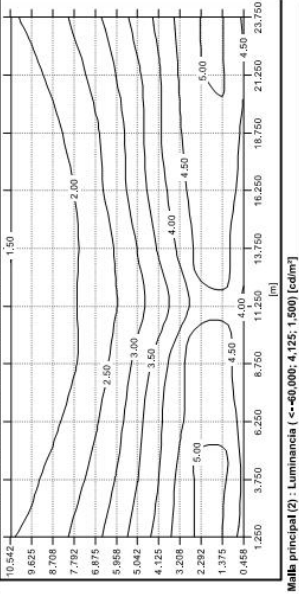
Min:	1.55	cd/m²	Med:	3.05	cd/m²	Máx:	4.90	cd/m²	Uo:	50.7	%
10.542	2.03	1.80	1.72	1.60	1.55	1.57	1.68	1.79	1.96		
9.625	2.10	1.94	1.79	1.65	1.62	1.60	1.63	1.75	1.90	2.08	
8.708	2.28	2.09	1.90	1.76	1.72	1.69	1.76	1.87	2.05	2.27	
7.792	2.51	2.29	2.07	1.90	1.88	1.87	1.93	2.06	2.26	2.51	
6.875	2.76	2.53	2.32	2.12	2.07	2.08	2.19	2.32	2.52	2.78	
5.958	3.07	2.83	2.63	2.47	2.30	2.36	2.57	2.65	2.85	3.11	
5.042	3.45	3.19	3.03	2.87	2.69	2.77	3.01	3.08	3.20	3.48	
4.125	3.80	3.62	3.52	3.36	3.26	3.21	3.46	3.57	3.60	3.83	
3.208	4.15	4.08	3.95	3.83	3.34	3.69	3.92	4.03	4.08	4.20	
2.292	4.51	4.58	4.33	4.41	3.84	4.16	4.34	4.37	4.55	4.59	
1.375	4.80	4.90	4.67	4.59	4.21	4.53	4.69	4.68	4.82	4.83	
0.458	4.45	4.55	4.46	4.32	4.11	4.23	4.41	4.54	4.67	4.50	
Y/X	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750	



Resultados de las mallas

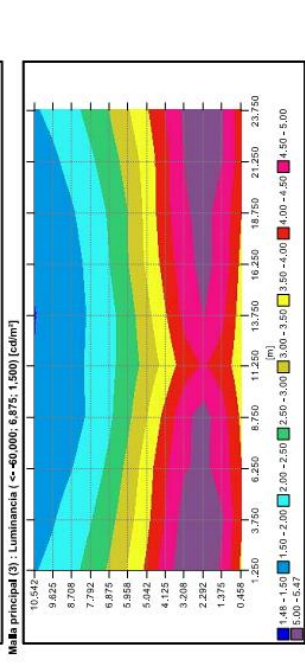
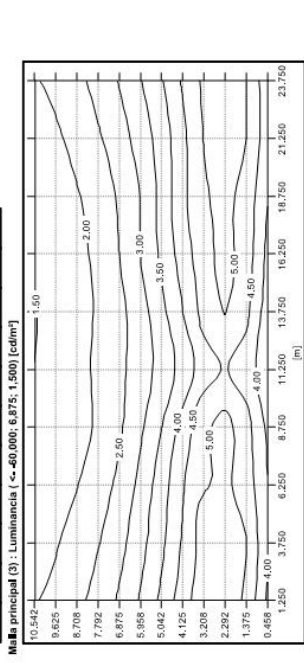
Malla principal (2): Luminancia (<-40,000; 4,125; 1,500) [cd/m²]

Min:	1.50	cd/m²	Med:	3.22	cd/m²	Máx:	5.18	cd/m²	Uo:	46.5	%
10.542	1.87	1.82	1.68	1.51	1.50	1.54	1.66	1.78	1.96		
9.625	2.09	1.93	1.79	1.64	1.61	1.59	1.63	1.76	1.90	2.08	
8.708	2.30	2.11	1.92	1.76	1.73	1.79	1.90	2.08	2.30		
7.792	2.57	2.36	2.13	1.95	1.97	1.96	2.00	2.12	2.33	2.57	
6.875	2.87	2.64	2.44	2.25	2.20	2.22	2.32	2.41	2.62	2.88	
5.958	3.26	3.02	2.82	2.64	2.54	2.75	2.86	3.00	3.26		
5.042	3.71	3.48	3.35	3.13	2.84	3.01	3.25	3.30	3.40	3.68	
4.125	4.17	4.00	3.91	3.70	3.25	3.55	3.79	3.93	3.93	4.13	
3.208	4.72	4.63	4.43	4.37	3.75	4.10	4.33	4.47	4.54	4.63	
2.292	5.13	5.18	4.85	4.92	4.32	4.74	4.88	4.85	4.99	5.02	
1.375	5.02	5.13	4.90	4.80	4.40	4.75	4.93	4.92	5.05	5.05	
0.458	4.30	4.43	4.33	4.18	3.96	4.07	4.27	4.41	4.56	4.43	
Y/X	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750	



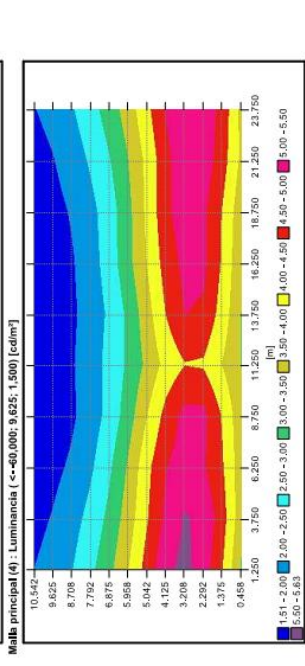
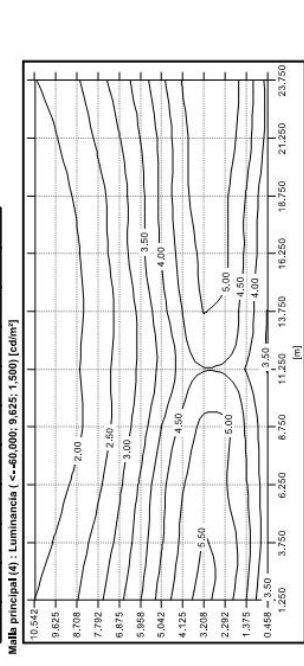
Malla principal (3) : Luminancia (<-40,000; 6,875; 1,500) [cd/m²]

Min	1.48	cd/m²	Med	3.37	cd/m²	Máx	5.47	cd/m²	Uo	44.0	%	Ug	27.1	%
10.542	1.96	1.81	1.88	1.55	1.50	1.48	1.34	1.67	1.78	1.98				
9.625	2.11	1.96	1.90	1.66	1.64	1.61	1.66	1.79	1.92	2.11				
8.708	2.36	2.18	1.98	1.81	1.63	1.79	1.84	1.96	2.13	2.35				
7.792	2.67	2.46	2.23	2.07	2.08	2.06	2.11	2.21	2.42	2.67				
6.875	3.06	2.83	2.61	2.41	2.38	2.35	2.49	2.56	2.77	3.02				
5.958	3.51	3.32	3.13	2.96	2.74	2.77	2.89	3.01	3.20	3.47				
5.042	4.10	3.88	3.77	3.48	3.17	3.36	3.60	3.65	3.71	3.96				
4.125	4.78	4.55	4.45	4.17	3.67	3.99	4.21	4.38	4.37	4.55				
3.208	5.34	5.24	4.96	4.89	4.26	4.67	4.84	4.95	5.02	5.10				
2.292	5.38	5.47	5.11	5.19	4.35	5.02	5.16	5.14	5.29	5.33				
1.375	4.91	5.03	4.79	4.68	4.24	4.63	4.62	4.83	5.00	5.02				
0.458	3.91	4.08	4.02	3.90	3.72	3.76	3.87	4.03	4.24	4.17				
Y/X	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750				



Malla principal (4) : Luminancia (<-40,000; 9,625; 1,500) [cd/m²]

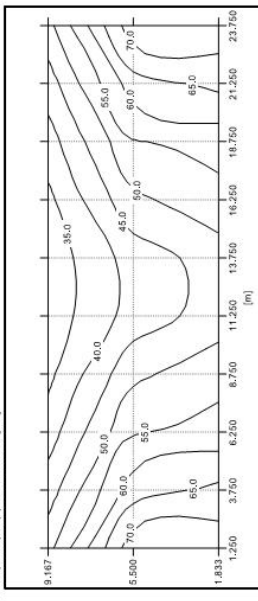
Min	1.51	cd/m²	Med	3.50	cd/m²	Máx	5.63	cd/m²	Uo	43.0	%	Ug	26.7	%
10.542	2.00	1.84	1.70	1.57	1.51	1.57	1.68	1.80	1.98					
9.625	2.18	2.03	1.86	1.71	1.67	1.72	1.83	1.97	2.16					
8.708	2.47	2.28	2.07	1.91	1.84	1.90	2.04	2.23	2.45					
7.792	2.88	2.65	2.41	2.23	2.26	2.21	2.27	2.36	2.46	2.81				
6.875	3.36	3.13	2.89	2.66	2.65	2.59	2.73	2.75	2.97	3.23				
5.958	3.97	3.74	3.56	3.25	3.08	3.11	3.35	3.38	3.49	3.74				
5.042	4.70	4.45	4.36	3.99	3.61	3.80	4.02	4.10	4.13	4.37				
4.125	5.39	5.12	4.97	4.66	4.16	4.51	4.71	4.87	4.85	5.03				
3.208	5.63	5.54	5.24	5.15	4.49	5.01	5.14	5.29	5.40	5.44				
2.292	5.26	5.37	5.05	5.13	4.44	4.93	5.11	5.11	5.30	5.36				
1.375	4.51	4.72	4.54	4.45	3.98	4.28	4.43	4.47	4.72	4.83				
0.458	3.46	3.66	3.70	3.63	3.49	3.50	3.56	3.66	3.88	3.86				
Y/X	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750				



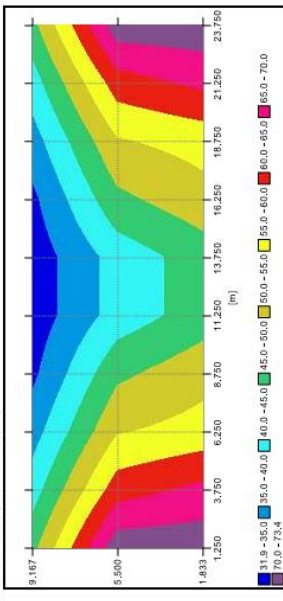
Malla principal (5): Luminancia [lux]

Min	31.9	lux	Med	51.5	lux	Máx	73.4	lux	Uo	62.0	%	Ug	43.5	%
9.167	48.2	42.4	37.6	33.7	31.9	31.9	33.7	37.6	42.4	48.2				
5.800	73.3	62.7	54.6	48.8	42.1	42.1	48.8	54.6	62.7	73.3				
1.833	73.3	66.3	56.9	53.3	47.4	47.4	53.3	56.9	66.3	73.4				
Y/X	1,250	3,750	6,250	8,750	11,250	13,750	16,250	18,750	21,250	23,750				

Malla principal (5): Luminancia [lux]



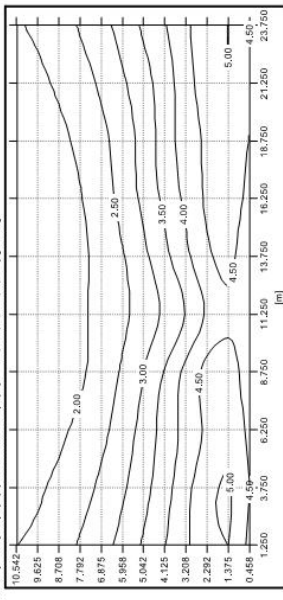
Malla principal (5): Luminancia [lux]



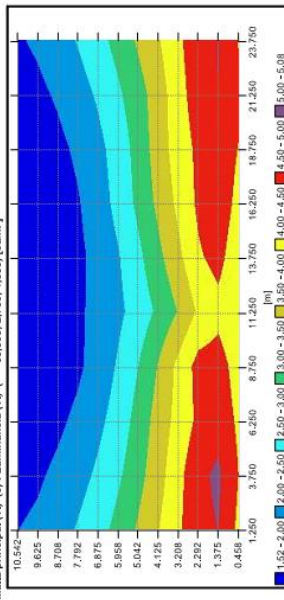
Malla principal (11): Luminancia (TI) (<-60,000; 2,750; 1,500) [cd/m²]

Min	1.32	cd/m²	Med	31.3	cd/m²	Máx	5.08	cd/m²	Uo	48.5	%	Ug	28.8	%
10.542	1.89	1.83	1.70	1.58	1.52	1.52	1.58	1.66	1.78	1.98				
9.625	2.09	1.93	1.79	1.64	1.61	1.59	1.62	1.75	1.90	2.08				
8.708	2.28	2.09	1.90	1.75	1.74	1.71	1.76	1.88	2.06	2.28				
7.792	2.54	2.32	2.10	1.92	1.90	1.89	1.95	2.09	2.29	2.54				
6.875	2.80	2.59	2.37	2.18	2.13	2.13	2.25	2.36	2.57	2.83				
5.958	3.15	2.91	2.71	2.55	2.59	2.45	2.65	2.72	2.92	3.17				
5.042	3.56	3.33	3.16	2.99	2.71	2.86	3.11	3.18	3.30	3.58				
4.125	3.97	3.80	3.70	3.52	3.09	3.37	3.61	3.74	3.75	3.95				
3.208	4.41	4.34	4.17	4.13	3.52	3.89	4.11	4.24	4.30	4.41				
2.292	4.88	4.90	4.60	4.67	4.07	4.43	4.59	4.60	4.77	4.82				
1.375	5.01	5.08	4.83	4.73	4.34	4.68	4.85	4.85	5.00	5.01				
0.458	4.40	4.51	4.41	4.27	4.04	4.16	4.34	4.48	4.63	4.47				
Y/X	1,250	3,750	6,250	8,750	11,250	13,750	16,250	18,750	21,250	23,750				

Malla principal (11): Luminancia (TI) (<-60,000; 2,750; 1,500) [cd/m²]



Malla principal (11): Luminancia (TI) (<-60,000; 2,750; 1,500) [cd/m²]



Centro del carril 1 (7) : Uniformidades longitudinales (<-40,000; 1,375; 1,500) [cd/m²]

Min:	4.21	cd/m²	Med:	4.67	cd/m²	Máx:	4.90	cd/m²	Ub:	90.1	%
Y/X:	1,375	4.80	4.00	4.67	4.58	4.21	4.58	4.69	4.88	4.82	4.83
	1,250	3,750	6,250	8,750	11,250	13,750	16,250	18,750	21,250	23,750	

Centro del carril 2 (8) : Uniformidades longitudinales (<-40,000; 4,125; 1,500) [cd/m²]

Min:	3.25	cd/m²	Med:	3.84	cd/m²	Máx:	4.17	cd/m²	Ub:	84.9	%
Y/X:	4,125	4.17	4.00	3.91	3.70	3.25	3.55	3.79	3.93	3.93	4.13
	1,250	3,750	6,250	8,750	11,250	13,750	16,250	18,750	21,250	23,750	

Centro del carril 3 (9) : Uniformidades longitudinales (<-40,000; 6,875; 1,500) [cd/m²]

Min:	2.35	cd/m²	Med:	2.65	cd/m²	Máx:	3.06	cd/m²	Ub:	88.9	%
Y/X:	6,875	3.05	2.83	2.61	2.41	2.38	2.35	2.48	2.56	2.77	3.02
	1,250	3,750	6,250	8,750	11,250	13,750	16,250	18,750	21,250	23,750	

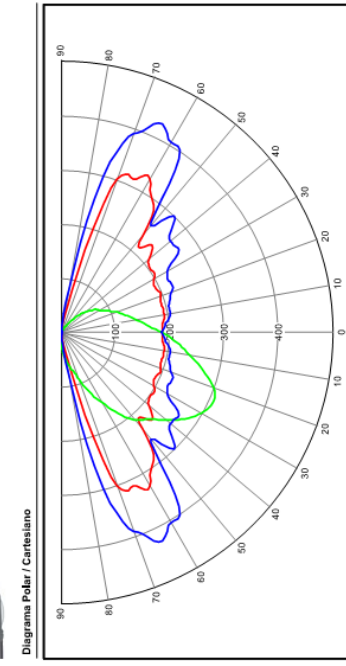
Centro del carril 4 (10) : Uniformidades longitudinales (<-40,000; 9,625; 1,500) [cd/m²]

Min:	1.67	cd/m²	Med:	1.88	cd/m²	Máx:	2.18	cd/m²	Ub:	88.7	%
Y/X:	9,625	2.18	2.03	1.86	1.71	1.71	1.67	1.72	1.83	1.97	2.16
	1,250	3,750	6,250	8,750	11,250	13,750	16,250	18,750	21,250	23,750	

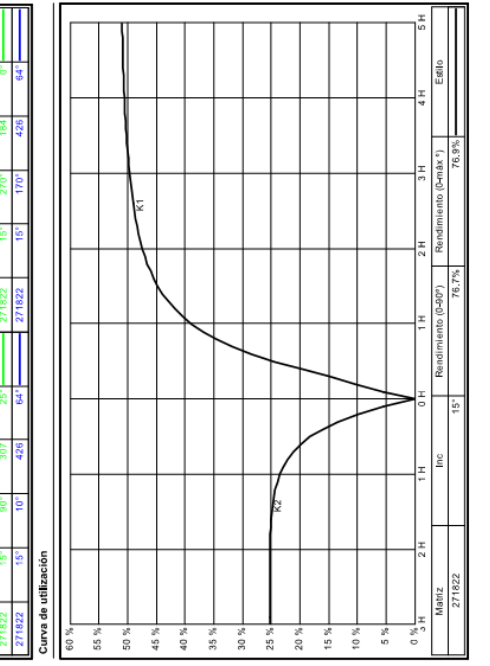
Documentos fotométricos

271822 AMBAR 03VIDRIO PLANO1975/SON=17260=38148/7.5°

Diagrama Polar / Cartesiano



Curva de utilización



7.5.2 Estudio fotométrico luminaria 151 W-LED (tecnología LED)

Proyecto

Vista en planta

Proyecto

Vista en 3D

Interpretación usuaria

Proyecto

Información general : Norma C.I.E. 140

Detalles de la carretera

Construcción: Seno: Ancho de carril: m Mediana: m

Tabla R: Cx: Iluminancia (Z Positivo) Ilum. Simétrica TI

Detalles de las luminarias

Interdistancia: m Altura: m Retranqueo: m Retroceso: m

Indicación: m Descripción: Flujo: lúmenes FM: 321851

Resumen

- Luminancia

Ota Y	1	2	3	4
Lmed	4.375	8.725	8.675	9.925
Uo	1.96	1.98	2.08	2.17
U1	81.0	75.8	72.0	67.6
TI	92.0	84.2	84.4	91.8

Posición del m

- Iluminancia

Emh	26.7
Emd	32.8

Unidad: lux

Esquema

Proyecto

Vista en planta

Resumen

- Luminancia

Ota Y	1	2	3	4
Lmed	4.375	8.725	8.675	9.925
Uo	1.96	1.98	2.08	2.17
U1	81.0	75.8	72.0	67.6
TI	92.0	84.2	84.4	91.8

Posición del m

- Iluminancia

Emh	26.7
Emd	32.8

Unidad: lux

Esquema

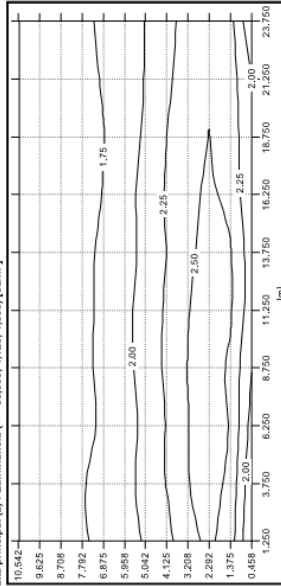
Proyecto

Resultados de las mallas

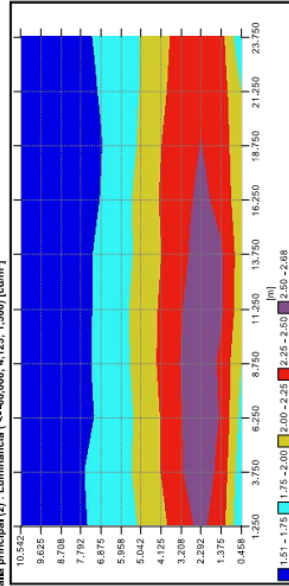
Malla principal (2) : Luminancia (<-40,000; 4,125; 1,500) [cd/m²]

	Min:	1.51	cd/m²	Med:	1.90	cd/m²	Máx:	2.68	cd/m²	Uo:	75.8	%
10.542	1.66	1.65	1.60	1.56	1.53	1.52	1.51	1.55	1.58	1.63		
9.625	1.67	1.65	1.61	1.60	1.56	1.53	1.53	1.55	1.59	1.64		
8.708	1.70	1.68	1.64	1.64	1.61	1.59	1.59	1.62	1.67			
7.792	1.73	1.74	1.70	1.69	1.66	1.64	1.64	1.66	1.68	1.71		
6.875	1.79	1.81	1.77	1.80	1.80	1.80	1.76	1.74	1.76	1.78		
5.958	1.88	1.92	1.89	1.92	1.93	1.92	1.90	1.87	1.87			
5.042	2.03	2.07	2.07	2.10	2.09	2.05	2.08	2.04	2.01	2.01		
4.125	2.18	2.26	2.26	2.30	2.28	2.25	2.27	2.25	2.20	2.16		
3.208	2.42	2.49	2.49	2.51	2.48	2.41	2.43	2.42	2.38	2.36		
2.292	2.55	2.63	2.63	2.66	2.66	2.64	2.65	2.60	2.47	2.46		
1.375	2.38	2.43	2.49	2.45	2.54	2.52	2.44	2.40	2.36	2.34		
0.458	1.76	1.83	1.92	2.01	2.10	2.12	2.06	2.03	2.00	1.79		
Y/X	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750		

Malla principal (2) : Luminancia (<-40,000; 4,125; 1,500) [cd/m²]



Malla principal (2) : Luminancia (<-40,000; 4,125; 1,500) [cd/m²]



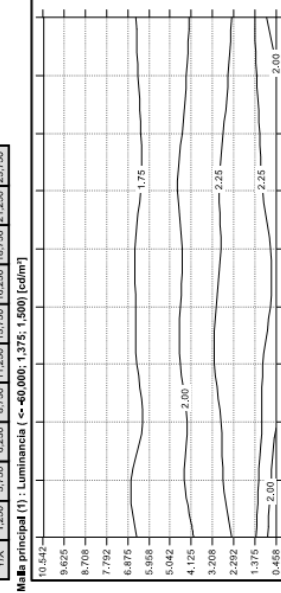
Proyecto

Resultados de las mallas

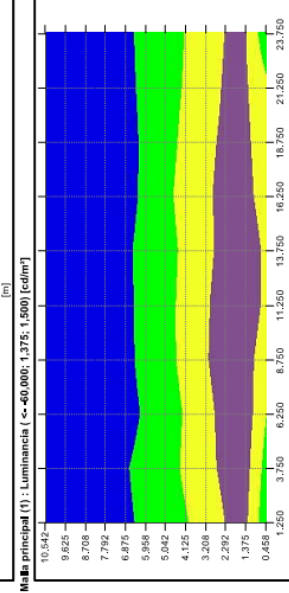
Malla principal (1) : Luminancia (<-40,000; 1,375; 1,500) [cd/m²]

	Min:	1.54	cd/m²	Med:	1.90	cd/m²	Máx:	2.42	cd/m²	Uo:	81.0	%
10.542	1.72	1.69	1.63	1.60	1.58	1.56	1.56	1.59	1.61	1.64		
9.625	1.69	1.67	1.62	1.61	1.57	1.55	1.54	1.55	1.60	1.64		
8.708	1.69	1.67	1.63	1.63	1.58	1.56	1.56	1.58	1.62	1.66		
7.792	1.70	1.69	1.66	1.65	1.63	1.63	1.60	1.62	1.65	1.68		
6.875	1.73	1.74	1.70	1.71	1.71	1.72	1.68	1.69	1.71	1.72		
5.958	1.78	1.80	1.77	1.80	1.81	1.82	1.79	1.79	1.79			
5.042	1.87	1.90	1.87	1.90	1.93	1.91	1.95	1.90	1.90			
4.125	1.98	2.05	2.03	2.08	2.08	2.06	2.09	2.06	2.03	2.01		
3.208	2.12	2.18	2.20	2.24	2.22	2.19	2.22	2.21	2.17	2.14		
2.292	2.26	2.31	2.32	2.36	2.36	2.34	2.31	2.29	2.28	2.26		
1.375	2.29	2.33	2.37	2.34	2.42	2.41	2.33	2.30	2.27	2.25		
0.458	1.83	1.91	2.01	2.10	2.19	2.20	2.12	2.08	2.05	1.82		
Y/X	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750		

Malla principal (1) : Luminancia (<-40,000; 1,375; 1,500) [cd/m²]



Malla principal (1) : Luminancia (<-40,000; 1,375; 1,500) [cd/m²]

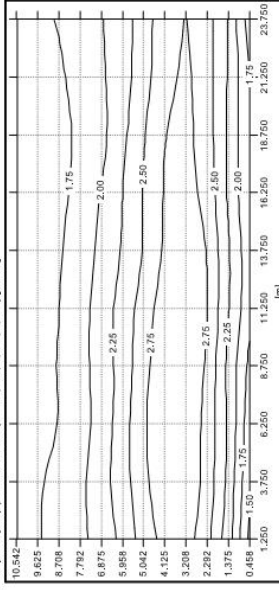


Proyecto:

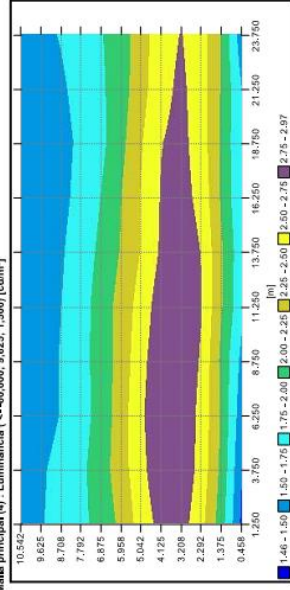
Malla principal (4) : Luminancia (<-40,000; 9,625; 1,500) [cd/m²]

Min	1.46	cd/m²	Med	3.17	cd/m²	Máx	2.87	cd/m²	Uo	67.6	%	Ug	43.3	%
10.542	1.67	1.66	1.61	1.57	1.55	1.52	1.53	1.55	1.60	1.64				
9.625	1.74	1.72	1.67	1.65	1.63	1.60	1.59	1.60	1.64	1.69				
8.708	1.81	1.81	1.76	1.76	1.74	1.72	1.68	1.68	1.72	1.76				
7.792	1.94	1.94	1.90	1.91	1.89	1.87	1.82	1.76	1.82	1.86				
6.875	2.09	2.14	2.10	2.11	2.11	2.05	2.00	1.93	1.96	1.98				
5.958	2.31	2.30	2.28	2.34	2.34	2.27	2.24	2.18	2.13	2.12				
5.042	2.61	2.68	2.71	2.67	2.60	2.51	2.48	2.41	2.39					
4.125	2.84	2.94	2.94	2.92	2.89	2.79	2.77	2.74	2.67	2.65				
3.208	2.80	2.95	2.95	2.97	2.97	2.94	2.82	2.80	2.76					
2.292	2.68	2.66	2.67	2.72	2.77	2.74	2.68	2.62	2.61	2.60				
1.375	2.12	2.10	2.22	2.20	2.27	2.28	2.22	2.22	2.23	2.24				
0.458	1.46	1.52	1.61	1.70	1.82	1.83	1.77	1.76	1.75	1.61				
UoX	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750				

Malla principal (4) : Luminancia (<-40,000; 9,625; 1,500) [cd/m²]



Malla principal (4) : Luminancia (<-40,000; 9,625; 1,500) [cd/m²]



Ulyase

Usuario:

Página 6 / 10

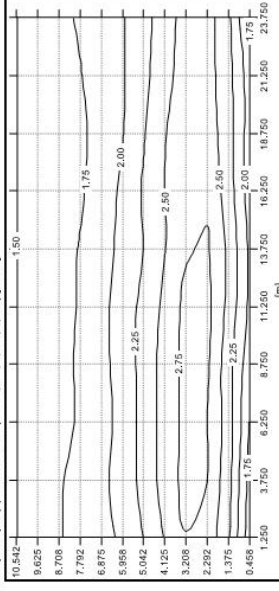
2011/02/14 14:51

Proyecto:

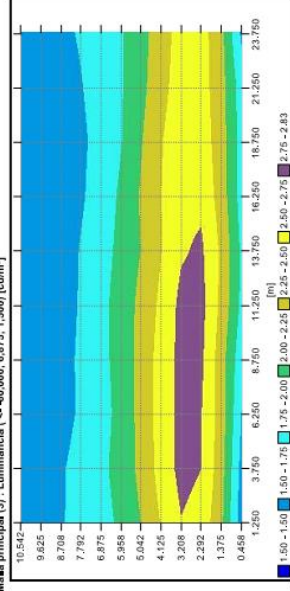
Malla principal (3) : Luminancia (<-40,000; 6,875; 1,500) [cd/m²]

Min	1.50	cd/m²	Med	2.08	cd/m²	Máx	2.83	cd/m²	Uo	72.0	%	Ug	52.9	%
10.542	1.65	1.63	1.59	1.56	1.53	1.50	1.51	1.55	1.58	1.63				
9.625	1.69	1.67	1.63	1.61	1.58	1.55	1.56	1.57	1.61	1.66				
8.708	1.74	1.73	1.69	1.68	1.66	1.64	1.62	1.62	1.65	1.70				
7.792	1.80	1.81	1.77	1.76	1.77	1.76	1.72	1.71	1.74	1.77				
6.875	1.91	1.93	1.89	1.92	1.92	1.90	1.86	1.82	1.85	1.86				
5.958	2.05	2.11	2.09	2.10	2.11	2.06	2.04	1.98	1.98	1.98				
5.042	2.25	2.31	2.32	2.33	2.31	2.25	2.28	2.23	2.18	2.16				
4.125	2.51	2.60	2.61	2.60	2.55	2.49	2.50	2.48	2.42	2.39				
3.208	2.74	2.83	2.82	2.82	2.82	2.72	2.69	2.66	2.62	2.60				
2.292	2.66	2.75	2.76	2.80	2.83	2.79	2.69	2.64	2.61	2.60				
1.375	2.31	2.35	2.38	2.36	2.44	2.45	2.39	2.37	2.34	2.32				
0.458	1.62	1.68	1.75	1.84	1.95	1.96	1.90	1.89	1.88	1.71				
UoX	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750				

Malla principal (3) : Luminancia (<-40,000; 6,875; 1,500) [cd/m²]



Malla principal (3) : Luminancia (<-40,000; 6,875; 1,500) [cd/m²]



Ulyase

Usuario:

Página 5 / 10

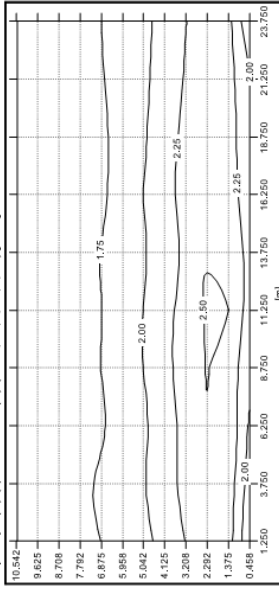
2011/02/14 14:51

Proyecto

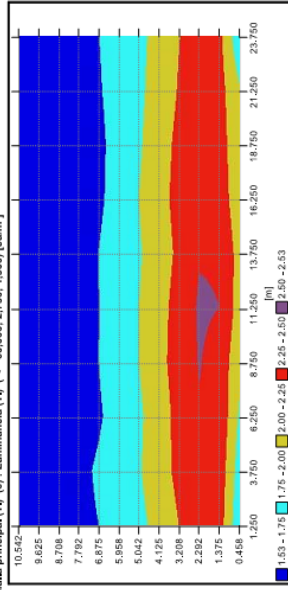
Malla principal (T1) (6) : Luminancia (T1) (<-40,000; 2,750; 1,500) [cd/m²]

Min	1.53	cd/m²	Med	1.94	cd/m²	Máx	2.53	cd/m²	Uo	78.6	%	Ug	80.4	%
10.542	1.68	1.66	1.61	1.58	1.55	1.54	1.53	1.55	1.60	1.63				
9.625	1.67	1.66	1.61	1.60	1.56	1.53	1.53	1.55	1.60	1.64				
8.708	1.69	1.67	1.64	1.63	1.59	1.57	1.57	1.58	1.62	1.66				
7.792	1.71	1.71	1.68	1.66	1.65	1.62	1.62	1.64	1.68	1.69				
6.875	1.75	1.77	1.73	1.73	1.75	1.75	1.71	1.71	1.74	1.75				
5.958	1.82	1.85	1.82	1.86	1.87	1.86	1.84	1.82	1.82	1.82				
5.042	1.94	1.98	1.96	2.00	2.00	1.97	2.00	1.97	1.95	1.95				
4.125	2.07	2.15	2.14	2.18	2.17	2.15	2.18	2.15	2.10	2.07				
3.208	2.25	2.32	2.33	2.35	2.34	2.29	2.32	2.31	2.27	2.24				
2.292	2.43	2.48	2.48	2.51	2.50	2.48	2.42	2.38	2.38	2.37				
1.375	2.38	2.42	2.46	2.42	2.50	2.48	2.40	2.37	2.35	2.33				
0.458	1.80	1.88	1.97	2.07	2.15	2.16	2.09	2.06	2.03	1.81				
Y/X	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750				

Malla principal (T1) (6) : Luminancia (T1) (<-40,000; 2,750; 1,500) [cd/m²]



Malla principal (T1) (6) : Luminancia (T1) (<-40,000; 2,750; 1,500) [cd/m²]

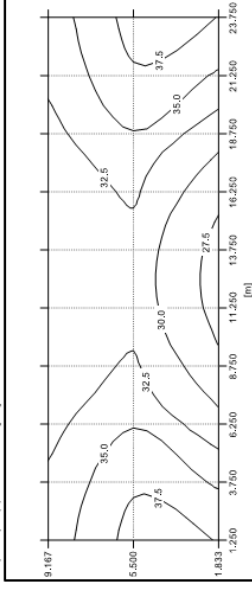


Proyecto

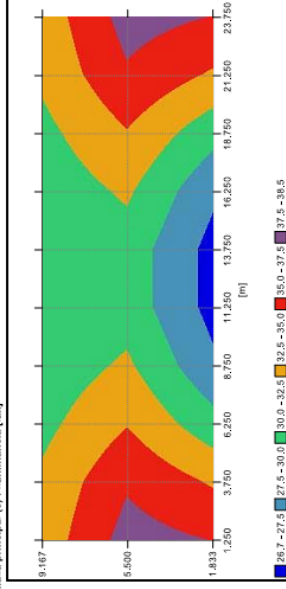
Malla principal (5) : Luminancia (lux)

Min	26.7	lux	Med	32.8	lux	Máx	38.5	lux	Uo	81.4	%	Ug	83.3	%
9.167	33.5	32.9	31.8	30.8	30.1	30.1	30.9	31.8	32.9	33.5				
5.900	38.5	37.2	34.9	32.6	31.4	31.4	32.9	34.9	37.2	38.5				
1.833	37.4	34.7	30.9	28.0	26.7	26.7	28.0	30.9	34.7	37.5				
Y/X	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750				

Malla principal (5) : Luminancia (lux)



Malla principal (5) : Luminancia (lux)



Ulyase

Usuario : ...

Página 8 / 10

2011/2014 - 14.51

Ulyase

Usuario : ...

Página 7 / 10

2011/2014 - 14.51

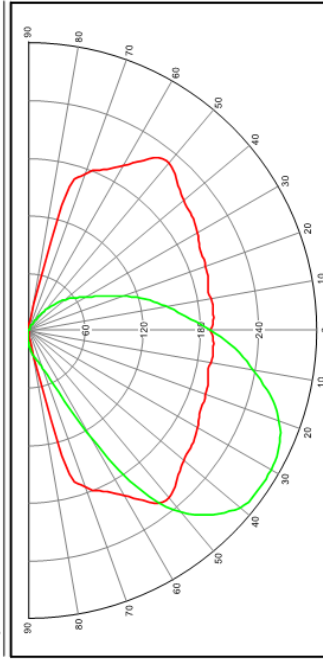
Proyecto

Documentos fotométricos

321951

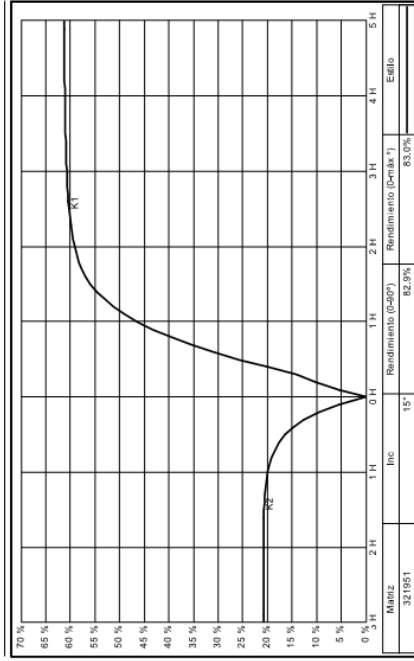
AKLALED 151W

Diagrama Polar / Cartesiano



Matriz	Inc	Plano	Imax	Plan	Esillo	Inc	Matriz	Inc	Plano	Imax	Plan	Esillo
321951	15°	0°	227	51°	321951	15°	180°	227	51°	51°	0°	321951
321951	15°	90°	231	37°	321951	15°	270°	231	37°	37°	90°	321951

Curva de utilización



Ulyase

Usuario :

Página 10 / 10

2011/2014 - 14.51

Proyecto

Centro del carril 1 (7) : Uniformidades longitudinales (<-40,000; 1,375; 1,500) [cd/m²]

Min: 2,25 cd/m² Med: 2,33 cd/m² Máx: 2,42 cd/m² Ug: 96,5 %

Y/X	1,250	3,750	6,250	8,750	11,250	13,750	16,250	18,750	21,250	23,750
Min	2,29	2,33	2,37	2,34	2,42	2,41	2,33	2,30	2,27	2,25
Med	2,33	2,37	2,34	2,42	2,41	2,33	2,30	2,27	2,25	2,25
Máx	2,42	2,41	2,33	2,30	2,27	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25
Ug	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5	96,5

Centro del carril 2 (8) : Uniformidades longitudinales (<-40,000; 4,125; 1,500) [cd/m²]

Min: 2,16 cd/m² Med: 2,24 cd/m² Máx: 2,30 cd/m² Ug: 94,2 %

Y/X	1,250	3,750	6,250	8,750	11,250	13,750	16,250	18,750	21,250	23,750
Min	2,16	2,26	2,28	2,30	2,28	2,25	2,27	2,25	2,20	2,16
Med	2,24	2,28	2,26	2,30	2,28	2,25	2,27	2,25	2,20	2,16
Máx	2,30	2,28	2,26	2,30	2,28	2,25	2,27	2,25	2,20	2,16
Ug	94,2	94,2	94,2	94,2	94,2	94,2	94,2	94,2	94,2	94,2

Centro del carril 3 (9) : Uniformidades longitudinales (<-40,000; 6,875; 1,500) [cd/m²]

Min: 1,82 cd/m² Med: 1,89 cd/m² Máx: 1,93 cd/m² Ug: 96,7 %

Y/X	1,250	3,750	6,250	8,750	11,250	13,750	16,250	18,750	21,250	23,750
Min	1,82	1,91	1,93	1,89	1,92	1,90	1,88	1,82	1,85	1,86
Med	1,89	1,91	1,93	1,89	1,92	1,90	1,88	1,82	1,85	1,86
Máx	1,93	1,91	1,93	1,89	1,92	1,90	1,88	1,82	1,85	1,86
Ug	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7

Centro del carril 4 (10) : Uniformidades longitudinales (<-40,000; 9,625; 1,500) [cd/m²]

Min: 1,59 cd/m² Med: 1,65 cd/m² Máx: 1,74 cd/m² Ug: 94,4 %

Y/X	1,250	3,750	6,250	8,750	11,250	13,750	16,250	18,750	21,250	23,750
Min	1,59	1,74	1,72	1,67	1,63	1,60	1,59	1,64	1,69	1,69
Med	1,65	1,74	1,72	1,67	1,63	1,60	1,59	1,64	1,69	1,69
Máx	1,74	1,72	1,67	1,63	1,60	1,59	1,64	1,69	1,69	1,69
Ug	94,4	94,4	94,4	94,4	94,4	94,4	94,4	94,4	94,4	94,4

Ulyase

Usuario :

Página 9 / 10

2011/2014 - 14.51

7.6 ANEXO 06 – CATÁLOGO DE LUMINARIAS, SAP Y LED

7.6.1 Catálogo de luminaria 250 W-SAP (tecnología convencional)



DESCRIPCIÓN

Luminaria de alumbrado público Sealsafe® para lámparas de hasta 550 W (Ambar 2) ó 400 W (Ambar 3). La gama de luminarias Ambar conjuga robustez y fotometría de alto rendimiento para cualquier aplicación de alumbrado público. La concepción de la luminaria se ha orientado hacia la miniaturización optimizando sus funcionalidades.

La luminaria completa presenta un grado de hermeticidad IP 66. El cuerpo y el capó son de aleación de aluminio de alta calidad inyectado y pintado. El bloque óptico se compone de un reflector de aluminio embuido, anodizado y abritillado y de un protector de vidrio policurvo (puede ser vidrio plano).

Los auxiliares eléctricos se fijan a una placa desmontable de acero galvanizado. Una pieza de fijación también de aluminio pintado prolonga estéticamente el diseño de la luminaria y permite una fijación vertical (opcional).

Pintura: polvo de poliéster
Color: gris RAL 7001.

OPCIONES

- Cálula fotoeléctrica
- Pieza para fijación vertical Ø60 mm
- Protector de vidrio plano
- Tornillo de seguridad para fijación antirrobo
- Cualquier otro color RAL o ANZO sobre pedido

DIMENSIONES – FIJACIONES

	Ambar 2	Ambar 3
L	603 mm	700 mm
H1	104 mm	230 mm
H2	288 mm	307 mm
W	280 mm	330 mm

Fijación lateral o vertical
o en ambas direcciones



Diseño: Alain Baré

CARACTERÍSTICAS – LUMINARIA

Hermeticidad bloque óptico: IP 66 Sealsafe™
Hermeticidad compartimento de auxiliares: IP 66
Resistencia a los impactos (vidrio): IK 08
Resistencia aerodinámica (C_xS): - Ambar 2: 0,048 m²
- Ambar 3: 0,055 m²
Clase eléctrica: 1^o
Peso (vacío): - Ambar 2: 5,3 kg
- Ambar 3: 6,2 kg

^{1o} según IEC – EN 60598
^{2o} según IEC – EN 62262

VENTAJAS

- Compacta
- Fotométrico de alto rendimiento
- IP 66 Sealsafe®
- Hermeticidad IP 66 en toda la luminaria
- Vidrio y aluminio de gran calidad
- Fijación lateral o vertical



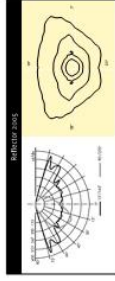
FOTOMETRÍA



ÁMBAR 2. LÁMPARAS – REFLECTORES

Reflector	Protector	Sodio alta presión				Halógenos metálicos con quemador rotatorio			
		70 W	100 W	150 W	200 W	70 W	100 W	150 W	200 W
		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

DISTRIBUCIONES FOTOMÉTRICAS



ÁMBAR 3. LÁMPARAS – REFLECTORES

Reflector	Protector	Sodio alta presión				Halógenos metálicos con quemador rotatorio			
		150 W	250 W	400 W	500 W	150 W	250 W	400 W	500 W
		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

DISTRIBUCIONES FOTOMÉTRICAS

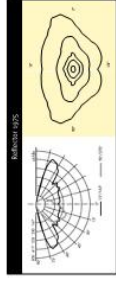


Fig. 04. AMBAR

7.6.2 Catálogo de luminaria 151 W-LED (tecnología LED)



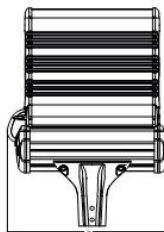
AKILA LED LIGHTING

MODULARIDAD EN TAMAÑO Y PRESTACIONES, DESDE CARRETERAS URBANAS HASTA AUTOPISTAS

La gama Akila es escalable en términos de flujo y tamaño (posos de 40 LED) gracias a su diseño plano. Con 48 LED, la luminaria Akila es ideal para iluminar calles urbanas y zonas peatonales.

Con 288 LED, es una justificada y beneficiosa alternativa LED a las lámparas de sodio de alta presión de 250W/600W de potencia para iluminar grandes carreteras, amplias avenidas y autopistas. La gama Akila ha sido desarrollada con el objetivo de proporcionar una luminaria LED de altas prestaciones con un coste total de propiedad mínimo. Akila no es sólo una luminaria LED económica, sino que además ofrece una reducción radical del consumo energético. Esto representa una solución muy rentable para todo el ciclo de vida de una instalación de iluminación.

DIMENSIONES



	48 LED	96 LED	144 LED	192 LED	240 LED	288 LED
W	306 mm	408 mm	646 mm	796 mm	1093 mm	1393 mm
H	371 mm	371 mm	371 mm	371 mm	371 mm	371 mm
L	723 mm	723 mm	723 mm	723 mm	723 mm	723 mm



LED CARACTERÍSTICAS - LUMINARIA

Grado de hermeticidad del bloque óptico: IP 66, LEDSafe® (*)

Resistencia a los impactos (vidrio): Ik de (*)

Resistencia aerodinámica (CxSt): 0,0506 m² (96 LED)

0,0733 m² (144 LED)

0,0924 m² (192 LED)

0,1035 m² (288 LED)

Tensión nominal: 230 V - 50 Hz

Clase eléctrica: I (5 II) (*)

Peso (total): de 11,5 a 273 kg

Materiales: Perfiles de aluminio extruido-pintado

Cuerpo: Vidrio

Protector: Vidrio

Color: RAL 7001

Cualquier otro color RAL o AKZO a petición

(*) según IEC - EN 60598

(**) según IEC - EN 61264

VENTAJAS CLAVE

- Escalable en términos de flujo y tamaño - proporciona más de 40.000 lm.
- Una alternativa LED beneficiosa a las lámparas de sodio de alta presión de 250 W y 400 W de potencia
- Diseñada para resistir una amplia variedad de temperaturas ambientales: Ta de -20°C a 45/55°C
- Excelente conductividad térmica (200 W/mK)
- Motores fotométricos lensoFlex®
- Ahorro energético de hasta el 75% en comparación con las soluciones HID convencionales.
- Thermik® y LEDSafe® para prestaciones duraderas
- Gama Inteliflex de soluciones de control
- Protección contra sobretensiones hasta 10 kV

FOTOMETRÍA

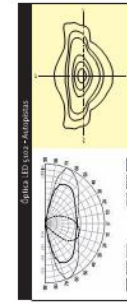
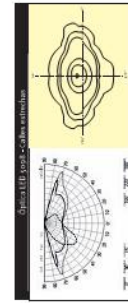
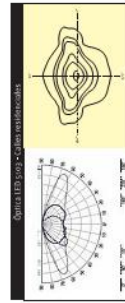
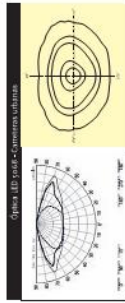
Número de LED	Lensoflex2*						Vida útil: Mantenimiento flujo luminoso a 25°C	
	48 LED	96 LED	144 LED	192 LED	240 LED	288 LED	Ø160.000h	Ø100.000h
Flujo nominal (lm)*	6000	12000	18000	24000	30000	36000		
Consumo eléctrico (W)	54	108	162	216	270	324	90%	70%
Flujo nominal (lm)**	8100	16200	24300	32400	40500	48600		
Consumo eléctrico (W)	78	156	234	312	390	468		

* El flujo nominal es un flujo LED indicativo a temperatura de unión de 25°C, basado en los datos del fabricante de LED. La salida de flujo real de la luminaria depende de las condiciones ambientales (p.ej. temperatura y contaminación) y de la eficacia óptica de la luminaria.

** El flujo nominal es un flujo LED indicativo a temperatura de unión de 25°C, basado en los datos del fabricante de LED. La salida de flujo real de la luminaria depende de las condiciones ambientales (p.ej. temperatura y contaminación) y de la eficacia óptica de la luminaria.

Para seguir el progreso del rendimiento luminoso de las LED utilizadas, visite por favor nuestra Web.

DISTRIBUCIONES FOTOMÉTRICAS



CASOS DE ESTUDIO



- Óptica Lensoflex2® "Calle urbana" 5008
- Para clasificación M3 según CE 115
- SR 100% incluido

- Óptica Lensoflex2® "Calle residencial" 5013
- Para clasificación M4 según CE 115
- SR 100% incluido

- Óptica Lensoflex2® "Calle estrecha" 5008
- Para clasificación S según CE 115

- Óptica Lensoflex2® "Autopista" 5102
- Para clasificación M3 según CE 115

AHORRO ENERGÉTICO DE HASTA EL 75%

La luminaria Aktila integra las últimas soluciones de tecnología punta. La combinación de tecnología LED, un driver que proporciona un sistema de flujo luminoso constante y un sistema de regulación permiten conseguir un ahorro energético de hasta el 75% en comparación con luminarias equipadas con lámparas de descarga.

Con este equilibrio de energía tan favorable, la luminaria Aktila contribuye a la gestión eficaz de los gastos y al uso responsable de la energía.

MODULARIDAD ABSOLUTA

Gracias a los motores fotométricos compuestos de cantidades modulares de la luminaria Aktila puede ofrecer una amplia variedad de paquetes de luminíficos desde 6.000 hasta 48.000 lm. Esta modularidad en tamaño y prestaciones va acompañada de una amplia variedad de controladores y opciones de regulación a fin de aprovechar al máximo las ventajas de una solución LED de gran rendimiento.

Con esta absoluta flexibilidad, Aktila garantiza que las distribuciones fotométricas estén específicamente adaptadas a las necesidades reales del área que debe ser iluminada.

RESISTENTE A LAS ALTAS TEMPERATURAS

La luminaria Aktila ha sido diseñada para funcionar de forma fiable en cualquier parte del mundo, incluidas las regiones más calurosas. Gracias a su diseño plano, consigue una excelente conductividad térmica de 200 W/mK.

Aktila soporta perfectamente las altas temperaturas (Ta de hasta 55°C según modelo) lo que permite instalarla en regiones donde las temperaturas nocturnas son más calurosas.

LENSOFLEX2®

Las luminarias Aktila están equipadas con la segunda generación de motores fotométricos Lensoflex2® específicamente desarrollados para iluminar espacios donde el bienestar y la seguridad de las personas que los usan son fundamentales. Este sistema se basa en el principio de adición de distribución fotométrica.

Cada LED asociado con una lente específica genera la distribución fotométrica completa de la luminaria. Es el número de LED en combinación con la corriente de funcionamiento lo que determina el nivel de intensidad de la distribución fotométrica.

FUTUREPROOF

Mediante tecnología punta, las luminarias Aktila han sido diseñadas para cumplir con el concepto FutureProof.

El bloque óptico puede ser reemplazado lo que permite su sustitución para aprovechar futuros avances tecnológicos. Todos los modelos pueden ser equipados con una unidad óptica LEDSite® completamente nueva.

AKILA LA LUZ VERDE



Para más detalles y para seguir el progreso de las configuraciones del producto, por favor, visite nuestra Web.

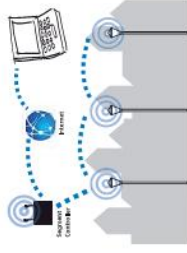


AKILA LED LIGHTING

SOLUCIONES INTELLIFLEX PARA MAXIMIZAR EL AHORRO

Con la amplia variedad de soluciones de control IntelliFlex de Schröder, su esquema de iluminación se hace inteligente. Nuestro enfoque del sistema permite utilizar la luz del modo más racional, con el nivel, en el lugar y en el momento adecuado.

Ahora electricidad y alarga la vida de la instalación reduce costes de mantenimiento, realiza el confort e incrementa la seguridad. Nuestra variedad de soluciones abarca desde sistemas para pequeñas áreas hasta completar redes urbanas a fin de satisfacer perfectamente sus necesidades y objetivos en términos de ahorro. Como opción, la luminaria Akila puede funcionar con un sistema de regulación horaria, emisión de flujo constante (CLO) o un completo sistema de telegestión Owllet.

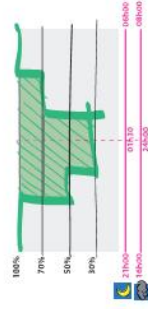


REGULACION HORARIA FLEXIBLE

Integrando drivers inteligentes en la luminaria Akila, podemos ayudarle a elegir el sistema de control óptimo.

El programador horario de 5 niveles permite adaptar el nivel de iluminación a las necesidades del lugar y el momento. Los drivers inteligentes funcionan de forma autónoma tomando las horas de encendido y apagado como puntos de referencia. Esto significa que el sistema se adaptará durante todo el año a las estaciones y a la puesta/salida del sol.

Al utilizar la luz cuándo y dónde es necesaria, mediante este sistema de control se puede conseguir fácilmente un ahorro energético adicional superior al 30%.

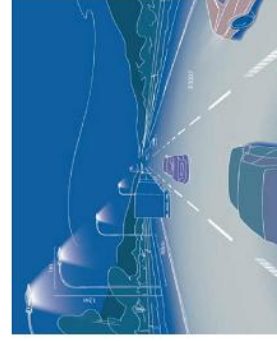


CASO DE ESTUDIO

IntelliFlex® 2x4o LEDe @35mA
4100 K blanco neutro
265 W
PM = 0,8
M2 - carretera clasificada según CE 115
Llueda - 1,5 cd/m²

Utilización durante 4.000 horas al año de uso por año, para 1 km de autopista, la luminaria Akila equipada con 2x4o LED tendrá un consumo eléctrico anual de 2.375 kWh, pero mantendrá la luminancia media de 1,5 cd/m² necesaria.

SLEECd = 0,35 W / (m2 cd/m²) de acuerdo con el borrador Rev. EN 15.001. Esto corresponde a un consumo de menos de 6 kWh/día y unas emisiones inferiores a 2,276 kg eq. CO₂ según el equivalente europeo de 0,46 kg eq. CO₂/kWh.



Fácil acceso, en un solo movimiento, al compartimento electrónico

Acceso directo al compartimento electrónico y de auxiliares eléctricos

Protección contra sobretensiones 10kV

Bloque óptico IP 66 LEDSafe® sellado por un protector de vidrio extratransparente para la máxima emisión del flujo luminoso.

Motor fotométrico específicamente diseñado para ofrecer máximas prestaciones y flexibilidad fotométrica



Versión montaje vertical



Versión montaje de entrada lateral

Sistema de ajuste de inclinación in situ con ángulos de 15° a -15°



Motor fotométrico FutureProof, reemplazable y fácilmente sustituible para aprovechar los futuros avances tecnológicos

7.6.3 Catálogo de luminaria 42 W-LED (tecnología LED)



PEQUEÑA, EFICIENTE Y FLEXIBLE

La gama Brika ofrece varios tamaños y niveles de flujo (en pasos de 8 LED) gracias a su diseño en extrusión. La luminaria Brika, con sus 8 LED, resulta ideal para iluminar carreteras secundarias, aparcamientos y campus.

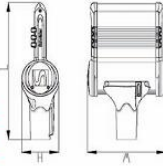
Con 24 LED ha demostrado ser una ventajosa alternativa a las lámparas de sodio de alta presión de 70 W para la iluminación de zonas residenciales y otras carreteras urbanas.

La gama Brika ha sido creada con el objetivo de proporcionar una luminaria LED eficaz con unos costes mínimos para la propiedad. Además de ser una luminaria LED económica, su extensivo fotométrico garantiza también el máximo ahorro energético.

OPCIONES

- Luz blanca cálida de 3000 K

DIMENSIONES



	8 LED	16 LED	24 LED
W	216 mm	301 mm	386 mm
H	103 mm	103 mm	103 mm
L	378 mm	378 mm	378 mm



CARACTERÍSTICAS - LUMINARIA

- Hermeticidad bloque óptico: IP 66[°]
- Resistencia a los impactos: IK 08[°]
- Frecuencia nominal: 230 V - 50 Hz
- Clase eléctrica: I 0 II[°]
- Peso: de 2,8 a 4,7 kg
- Materiales: Perfiles de aluminio extruido y material sintético anti-UV en las guarniciones laterales
- Cuerpo: Vidrio
- Protector: Aluminio anodizado o cualquier color RAL a petición
- Color: Aluminio anodizado o cualquier color RAL a petición

[°] según IEC - EN 60598
[°] según IEC - EN 60528

VENTAJAS CLAVE

- Varios tamaños y paquetes lumínicos, desde 1.800 a 4.300 lm
- Una ventajosa alternativa LED a las lámparas de fluorescentes de 36 W y las lámparas de sodio de alta presión de 70 W
- Diseñada para una amplia gama de temperaturas ambiente: Ta -15°C a 50°C
- Excelente conductividad térmica
- Incorpora los acreditados motores fotométricos Lensoflex*2
- Ahorro de hasta el 65% de energía en comparación con las fuentes tradicionales
- Protección contra sobretensiones 10 kV

BRIKA LA LUZ VERDE



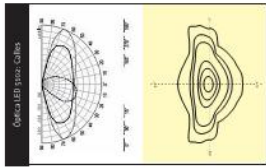
Para saber más información y para seguir el progreso de nuestros productos, visita nuestra Web.

FOTOMETRIA

Brika LensoFlex ²		Mantenimiento flujo luminoso a 35°C	
Número de LED	Blanco cálido (4,000K)	8 LED	24 LED
Flujo nominal (lm)*	1800	•	•
Consumo energético (W)	19	•	•
Flujo nominal (lm)*	2700	•	•
Consumo energético (W)	27	•	•
Flujo nominal (lm)*	4300	•	•
Consumo energético (W)	42	•	•

* El flujo nominal es un flujo indicado a T_a 25°C, basado en los datos proporcionados por el fabricante de LED. La salida de flujo real de la luminaria depende de las condiciones ambientales (la temperatura y contaminación) y de la ubicación típica de la luminaria.

Para saber el progreso de la eficacia luminosa de los LED utilizados, visite que favor nuestro Web.



INSTALACION

POSICIÓN DE ENTRADA LATERAL



COLUMNAS Y BRAZOS

H1	4000 - 6.000 mm
H2	4000 mm
L1	300 mm (para columna de 4 m)
L1	500 mm (para columna de 6 m)

BRIKA ILUMINACIÓN LED

HASTA EL 65% DE AHORRO ENERGÉTICO

Brika integra las soluciones de tecnología más puntera. Está equipada con LED de alta potencia y potentes drivers que reducen drásticamente el consumo energético. Brika ofrece una alternativa muy competitiva a las luminarias equipadas con fuentes de luz como fluorescencia o lámparas de vapor de sodio de alta presión. Por su balance energético tan favorable, la luminaria Brika contribuye a la gestión eficaz de los recursos económicos y al uso responsable de la energía.

RENDIMIENTO Y MODULARIDAD

La luminaria Brika está equipada con motores fotométricos LED modulares, pudiendo ofrecer por eso una amplia gama de paquetes luminicos de hasta 4.300 lm. Gracias a esta modularidad, las distribuciones fotométricas se adaptan a la perfección a las necesidades reales del área que se vaya a iluminar.

RESISTENTE A ALTAS TEMPERATURAS

La luminaria Brika está diseñada para funcionar con fiabilidad incluso en la regiones más cálidas. Su diseño en extrusión le permite conseguir una excelente conductividad térmica. Brika resiste sin problemas las altas temperaturas (Ta hasta 50°C en función del modelo), lo que permite instalarla en regiones con los climas nocturnos más cálidos.

LENSEFLEX²

Las luminarias Brika están equipadas con motores fotométricos LensoFlex² de segunda generación que se han desarrollado específicamente para la iluminación de espacios donde el bienestar y la seguridad de las personas que los usan son fundamentales. Este sistema se basa en el principio de adición de distribución fotométrica. Cada LED asociado a una lente específica genera la distribución fotométrica completa de la luminaria. El nivel de intensidad de la distribución luminosa queda determinado por el número de LED en combinación con la corriente de alimentación.

IP 66 PARA MANTENER LAS PRESTACIONES A LO LARGO DEL TIEMPO

El compartimento óptico y los auxiliares tienen un nivel IP 66 de hermeticidad que evita que los componentes electrónicos y el motor fotométrico entren en contacto con el exterior y, por ello, mantienen su fiabilidad y rendimiento fotométrico a lo largo del tiempo. Una de las guaderas laterales permite acceder al compartimento de auxiliares.





www.schreder.com



Bienestar



Sostenibilidad



Soluciones

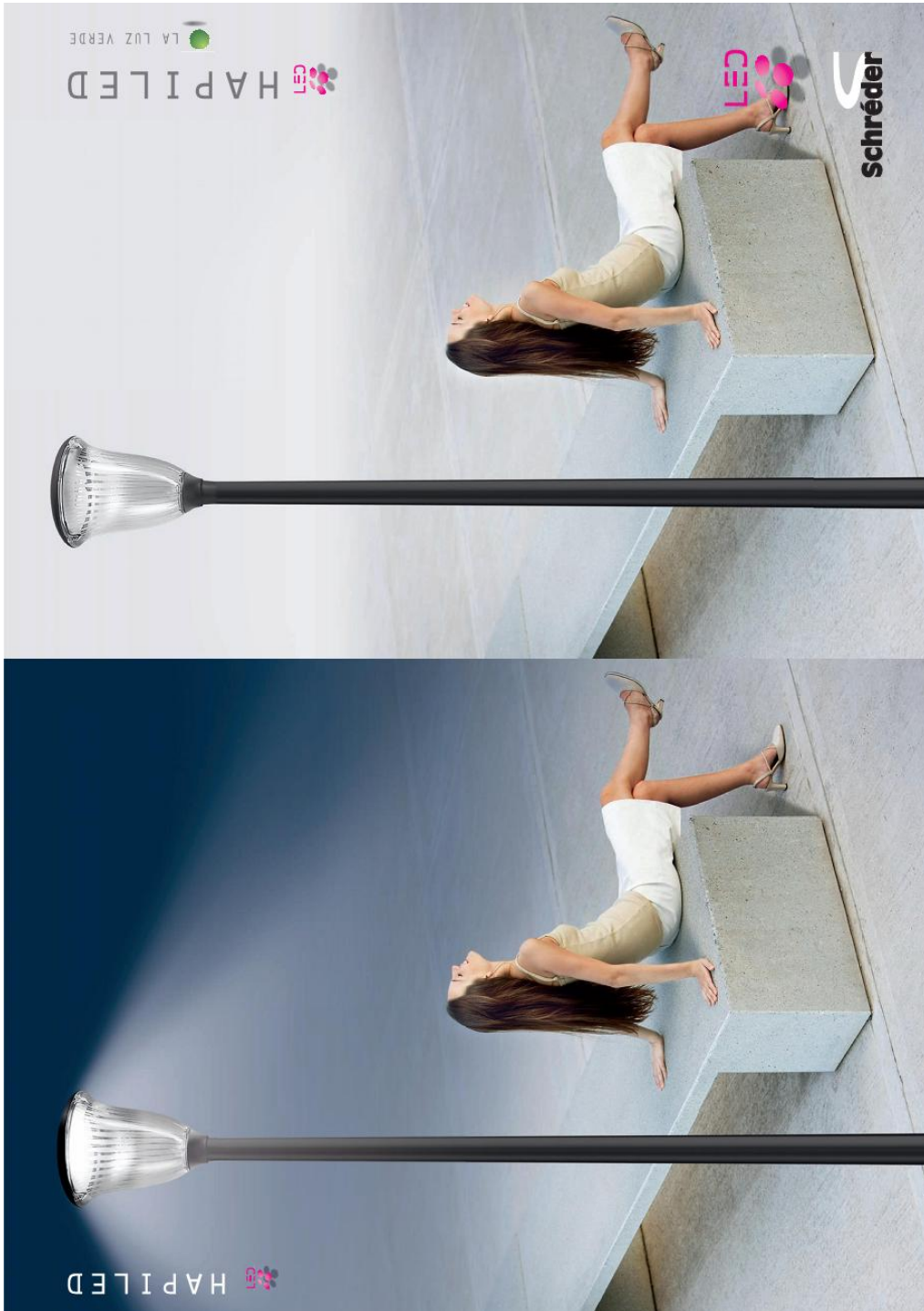


Seguridad

Copyright © Schréder S.A. 2018. La eficiencia, el ahorro y el bienestar son los valores que nos impulsan. En nuestra vida por un mundo mejor, siempre estamos buscando la mejor solución para cada cliente. Nuestra misión es proporcionar soluciones que permitan a nuestros clientes vivir mejor y contribuir al bienestar global. En cada proyecto, siempre estamos buscando la mejor solución para cada cliente.

www.schreder.com

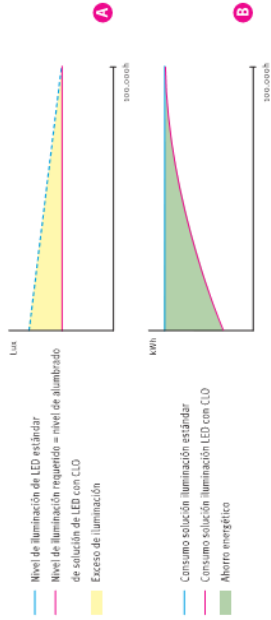
7.6.4 Catálogo de luminaria decorativa 96 W-LED (tecnología LED)



MANTENIMIENTO DEL FLUJO LUMINOSO CONSTANTE A LO LARGO DEL TIEMPO

Con una solución de iluminación convencional, la depreciación con el tiempo de la fuente de luz conduce, al principio, a un exceso de iluminación y por tanto a un exceso de consumo de energía. A lo largo del tiempo el rendimiento se deprecia poco a poco hasta alcanzar, al final de su vida, el nivel mínimo requerido (gráfico A).

Los motores fotométricos de HapILED pueden funcionar de forma diferente operando bajo el régimen de emisión de flujo constante (Constant Light Output > CLO). Adaptan de forma precisa y autónoma sus necesidades de energía durante el ciclo de vida de la luminaria para producir constantemente la cantidad de luz requerida (gráfico B). En consecuencia, se produce un ahorro de energía adicional de hasta el 10% para una duración de 100.000 horas (17a).



REGULACIÓN DE INTENSIDAD: PARA UN USO RACIONAL Y CONFORTABLE

En un ciclo diario, las necesidades de iluminación varían según el nivel de luz natural ambiental y según la importancia de la actividad humana. La iluminación justa consiste también en adaptar de manera precisa la cantidad de luz a las necesidades reales del momento. El sistema de regulación de intensidad permite lograr un importante ahorro energético. La gama HapILED propone varias posibilidades con la solución de gestión autónoma o telegestión.



HAPILED, UNA SOLUCIÓN SIMPLE Y EFICIENTE



FUENTES DE LUZ Y MOTORES FOTOMÉTRICOS

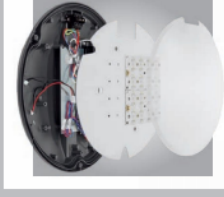
HAPILED LENSOFLEX2®

Lensoflex2® es un motor fotométrico que se basa en la flexibilidad ofrecida por la combinación de diferentes lentes. Por esto, ofrece una gran variedad de fotometrías.

El difusor favorece en la creación de ambientes y mejora el confort visual reduciendo el deslumbramiento.

Las múltiples combinaciones posibles de número de LED, potencia de alimentación, flujo luminoso y fotometría permiten proporcionar la solución ideal a cada aplicación específica.

- Lensoflex2® puede elegirse con 16, 24 ó 32 LED en blanco cálido y en blanco neutro.
- Dos distribuciones fotométricas disponibles
- Reducción consumo de energía
- Reducción coste de mantenimiento
- Regulación de intensidad opcional
- Mantenimiento del flujo luminoso constante (CLO) opcional
- Duración: 60.000 h (90% del flujo inicial) o 100.000 h (70% del flujo inicial)
- FutureProof: sustitución in situ del módulo Lensoflex2®



HAPILED OPTIC - F

Esta versión se caracteriza por la utilización de un módulo lineal de LED blancos FORTIMO y de un reflector.

- Mantenimiento del flujo luminoso constante (CLO)
- Reducido consumo de energía
- Reducido coste de mantenimiento
- Regulación de intensidad opcional
- Duración: 50.000 h durante las cuales el flujo se mantiene constante
- FutureProof: posible sustitución in situ del módulo Fortimo

FOTOMETRÍA

HapiLED sensoflux2*		Mantenimiento flujo luminoso @ 25°C	
Número de LED	Blanco neutro 4500 K	16 LED	32 LED
Corriente: 350 mA	Flujo Nominal (lm)	2000	4000
Corriente: 500 mA	Potencia consumida (W)	19	28
Corriente: 700 mA	Flujo Nominal (lm)	2790	4100
	Potencia consumida (W)	27	41
	Flujo Nominal (lm)	3660	5400
	Potencia consumida (W)	40	58
Óptica 5066 - Vías públicas			
Óptica 5066-F - Plazas			

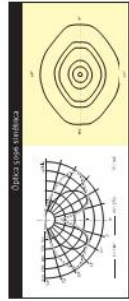
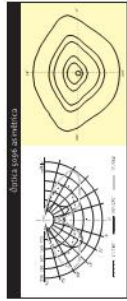
* El mantenimiento de flujo luminoso de 70% indica que el producto emitirá un 70% de su flujo luminoso nominal al cabo de 50.000 horas de funcionamiento. Este mantenimiento de flujo luminoso se mide en condiciones de laboratorio a 25°C. El mantenimiento de flujo luminoso en condiciones reales puede ser inferior. Para más información, consulte el manual de usuario.



Óptica 5066 tipo vías públicas: distribución fotométrica adaptada a la iluminación de zonas residenciales, calles y paseos.



Óptica 5066 simétrica tipo plaza: Únicamente disponible en 32 LED, esta distribución fotométrica ha sido concebida para la iluminación de jardines, parques, aparcamientos, plazas públicas...



HapiLED OPTIC-F		Duración media con un flujo mantenido al 80%	
Flujo Nominal (lm *) - LED blanco neutro	Fortino	Fortino	Fortino
	1800 lm	3000 lm	4000 lm
Potencia media consumida con CLO (W)	24	42	62



Óptica-F: distribución fotométrica polivalente adaptada a la iluminación de parques, paseos y calles estrechas.



HAPILED



LA ALTERNATIVA A LA BOLA LUMINOSA: UN CASO PRÁCTICO



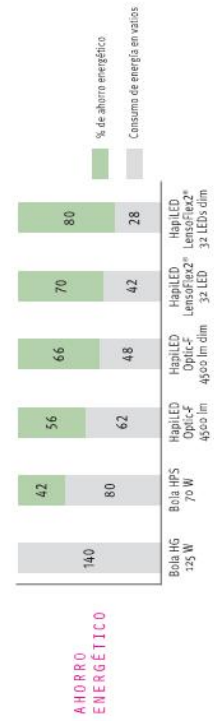
Zona residencial – Se según IEC-EN 13201
Para 300 metros de instalación
Emitir 70 lux – Emitir 3 lux
Altura: 4 m
Anchura de la catada: 3 m
Horas funcionamiento anual: 4800 h

Luminaria	Clase de alumbrado	Inteógramo (lm)	Emitir lux	Potencia unitaria (W)	SIEEC (W/lux/m ²)	Consumo anual de catada	Emission anual CO ₂ de catada (kg/m ²)
Bola Iluminosa + lámpara tipo Hg 105 W	S2	8	16,3	140	0,34	7200	3220
Bola clara + lámpara tipo Hg 105 W	S2	10	10,2	140	0,27	3600	2576
Bola clara + lámpara HPS 75 W	S2	9	10	80	0,18	3556	1636
HapILED 4500 lm - CLO	S2	22	16,1	62	0,26	1127	519
HapILED 4500 lm - CLO con sensor de movimiento y 5h	S2 avanzado a 5h	22	16,1	48	0,04	873	401
HapILED 31 LED tipo vías públicas	S2	18	16,7	42	0,04	933	429
HapILED 31 LED tipo vías públicas con sensor de movimiento y 5h	S2 avanzado a 5h	18	16,7	28	0,03	611	281

^(*) Media europea de 0,46 kg de CO₂/kWh equivalente

HASTA EL 80% DE AHORRO ENERGÉTICO

La luminaria HapILED integra la inteligencia de las actuales soluciones de vanguardia. La asociación de la tecnología LED, un driver que funciona bajo el régimen de flujo luminoso constante y un sistema de regulación de intensidad permite obtener un **ahorro energético que puede superar el 80%, con relación a una bola luminosa equipada con lámpara de mercurio**. Gracias a un balance energético muy favorable para una inversión limitada, HapILED permite una buena gestión de las finanzas públicas y un uso responsable de la energía.



7.7 ANEXO 07 – FACTURAS GAMLP – IMPORTE ALUMBRADO PUBLICO – GESTIÓN 2014.

GOBIERNO AUTONOMO MUNICIPAL LA PAZ - FACTURACION ENERO/2014			
1 ALUMBRADO PUBLICO CON EQUIPO DEL GAMLP			
CLIENTE: 22521-1 Semáforos = 24			
N° Dias del Mes: 28 Horas de Servicio: Luminarias = 11			
N° LUMINARIAS	POT. LUMINARIA (W)	POT. TOTAL (W)	ENERGIA (KWH)
VAPOR DE HG 125W	2.130	288.200	101.688
VAPOR DE HG 175W	4.245	806.740	275.088
VAPOR DE HG 250W	895	241.650	82.403
VAPOR DE HG 400W	0	0	0
HALOGENURO MET 100W	6	680	232
HALOGENURO MET 150W	104	17.680	6.029
HALOGENURO MET 250W	183	51.240	17.473
HALOGENURO MET 400W	36	14.400	4.910
GAS DE HG 160W	500	80.000	27.280
GAS DE HG 200W	97	24.250	8.269
GAS DE HG 300W	2	600	200
VAPOR DE NA 100W	16.854	1.418.140	483.241
VAPOR DE NA 150W	4.378	139.140	46.369
VAPOR DE NA 250W	3.053	519.010	176.982
VAPOR DE NA 400W	13.228	3.703.260	1.262.618
REFLECTORES 150W	4	1.744	595
REFLECTORES 300W	5	1.500	256
REFLECTORES 500W	34	3.000	3.478
REFLECTORES 1000W	22	5.000	3.751
REFLECTORES 1500W	6	1.000	5.000
REFLECTORES 2000W	0	1.500	0
INCANDESCENTE 100W	0	2.000	0
INCANDESCENTE 100W	9	100	900
FLUORESCENTES 100W	48	100	4.800
FLUORESCENTES 120W	2	150	102
FLUORESCENTES 20W	3	25	75
FLUORESCENTES 110W	12	145	870
CASSETA TELEF 40W	0	30	0
ARTEFACTOS GAMLP		7.261.049	2.476.018
SUB TOTAL	41.721	7.261.049	2.476.018
ALUMBRADO PUBLICO CON MEDICION		838.652	277.169
SEMÁFOROS GAMLP	41.680	8.099.701	2.753.187
N° LUMINARIAS	POTENCIA (W)	POT. TOTAL (W)	ENERGIA (KWH)
SEMÁFOROS (semáforos)	438	43.600	32.438
SEMÁFOROS (semáforos)	78	3.920	2.916
SEMÁFOROS (semáforos)	17	1.248	929
SEMÁFOROS (semáforos)	108	1.170	1.170
SEMÁFOROS (semáforos)	31	1.188	854
SEMÁFOROS (semáforos)	3	465	346
SEMÁFOROS (semáforos)	10	200	149
SEMÁFOROS (semáforos)	30	300	223
SEMÁFOROS (semáforos)	3	450	163
SUBTOTAL	772	51.555	38.132
ALUMBRADO PUBLICO CON EQUIPO DE DELAPAZ	410	51.555	38.132
N° LUMINARIAS	POTENCIA (W)	POT. TOTAL (W)	ENERGIA (KWH)
INCANDESCENTES 100W	33	3.300	1.125
GAS DE HG 160W	187	28.920	10.203
SUBTOTAL	220	33.220	11.328
CARGO POR ENERGIA GAMLP		Bs./KWh	IMPORTE Bs.
CARGO POR ENERGIA DLP	2.500,239	0,768	2.140.960,00
TOTAL ENERGIA	10,231	0,768	8.688,60
IMPORTE TOTAL A FACTURAR Bs.	2.510,470	0,768	2.149.668,60
SUBTOTAL	2.510,470	0,768	2.149.668,60

GOBIERNO AUTONOMO MUNICIPAL LA PAZ - FACTURACION FEBRERO/2014			
1 ALUMBRADO PUBLICO CON EQUIPO DEL GAMLP			
CLIENTE: 22521-1 Semáforos = 24			
N° Dias del Mes: 28 Horas de Servicio: Luminarias = 11			
N° LUMINARIAS	POT. LUMINARIA (W)	POT. TOTAL (W)	ENERGIA (KWH)
VAPOR DE HG 125W	2.130	288.200	97.846
VAPOR DE HG 175W	4.245	806.550	248.417
VAPOR DE HG 250W	895	241.650	74.428
VAPOR DE HG 400W	0	0	0
HALOGENURO MET 100W	6	680	209
HALOGENURO MET 150W	104	17.680	5.445
HALOGENURO MET 250W	183	51.240	15.782
HALOGENURO MET 400W	36	14.400	4.435
GAS DE HG 160W	500	80.000	24.690
GAS DE HG 200W	97	24.250	7.469
GAS DE HG 300W	2	600	200
VAPOR DE NA 100W	6.856	1.000	406.308
VAPOR DE NA 150W	3.064	48.140	15.132
VAPOR DE NA 250W	13.228	520.860	160.431
VAPOR DE NA 400W	4	3.704.120	1.140.869
REFLECTORES 150W	5	1.744	537
REFLECTORES 300W	34	3.000	231
REFLECTORES 500W	22	5.000	3.142
REFLECTORES 1000W	6	1.000	3.388
REFLECTORES 1500W	0	1.500	1.840
REFLECTORES 2000W	0	2.000	0
INCANDESCENTE 100W	9	100	900
INCANDESCENTE 100W	48	100	277
FLUORESCENTES 100W	2	150	1.478
FLUORESCENTES 120W	3	300	300
FLUORESCENTES 20W	12	25	75
FLUORESCENTES 110W	0	145	870
CASSETAS TELEF 40W	0	50	0
ARTEFACTOS GAMLP		7.264.009	2.237.497
SUB TOTAL	41.721	7.264.009	2.237.497
ALUMBRADO PUBLICO CON MEDICION		826.760	226.256
SEMÁFOROS GAMLP	41.701	8.047.359	2.463.752
N° LUMINARIAS	POTENCIA (W)	POT. TOTAL (W)	ENERGIA (KWH)
SEMÁFOROS (semáforos)	438	43.600	29.299
SEMÁFOROS (semáforos)	78	3.920	2.634
SEMÁFOROS (semáforos)	17	1.248	839
SEMÁFOROS (semáforos)	108	1.170	1.174
SEMÁFOROS (semáforos)	31	1.188	788
SEMÁFOROS (semáforos)	3	465	312
SEMÁFOROS (semáforos)	10	200	150
SEMÁFOROS (semáforos)	30	300	134
SEMÁFOROS (semáforos)	3	450	202
SUBTOTAL	772	51.555	34.487
ALUMBRADO PUBLICO CON EQUIPO DE DELAPAZ	410	51,555	34,487
N° LUMINARIAS	POTENCIA (W)	POT. TOTAL (W)	ENERGIA (KWH)
INCANDESCENTES 100W	33	3.300	1.016
GAS DE HG 160W	187	28.920	9.216
SUBTOTAL	220	33.220	10.231
CARGO POR ENERGIA GAMLP		Bs./KWh	IMPORTE Bs.
CARGO POR ENERGIA DLP	2.500,239	0,768	1.920.183,60
TOTAL ENERGIA	10,231	0,768	7.857,40
IMPORTE TOTAL A FACTURAR Bs.	2.510,470	0,768	1.928.041,00
SUBTOTAL	2.510,470	0,768	1.928.041,00

GOBIERNO AUTONOMO MUNICIPAL LA PAZ - FACTURACION AGOSTO/2014

1 ALUMBRADO PUBLICO CON EQUIPO DEL GAMLP
 Horas de Servicio: Luminarias = 13 Semáforos = 24
 N° Dias del Mes: 31

N° LUMINARIAS	POT. LUMINARIA (W)	POT. TOTAL (W)	ENERGIA (KWH)	
2,097	140	293,580	118,313	
4,202	190	798,380	321,747	
895	270	241,110	97,167	
0	430	0	0	
8	85	680	274	
124	170	21,080	8,495	
183	280	51,240	20,650	
36	400	14,400	5,803	
500	160	80,000	32,240	
97	250	24,250	9,773	
2	500	1,000	403	
17,094	85	1,452,980	585,555	
380	130	49,400	19,908	
3,169	170	538,730	217,108	
13,184	280	3,691,520	1,487,853	
4	430	1,740	693	
5	300	1,500	593	
24	500	12,000	4,711	
22	500	11,000	4,433	
0	1,500	0	0	
0	2,000	0	0	
9	100	900	363	
69	100	6,900	2,781	
2	150	300	121	
3	25	75	30	
12	145	1,740	701	
0	50	0	0	
0	50	0	0	
ARTEFACTOS GAMLP				
ALUMBRADO PUBLICO CON MEDICION			7,321,729	
ALUMBRADO PUBLICO CON EQUIPO DELAPAZ			2,950,657	
SUB TOTAL			8,167,969	
SEMAFOROS GAMLP			3,241,364	
SEMAFOROS 1000(2ARHS)				
391	100	39,100	15,090	
47	70	3,290	1,248	
48	16	768	299	
15	16	256	100	
215	10	2,150	843	
14	10	1,400	547	
116	15	1,740	680	
11	8	840	327	
22	20	440	171	
98	10	980	384	
3	150	450	176	
SUBTOTAL				49,911
ALUMBRADO PUBLICO CON EQUIPO DE DELAPAZ			36,882	
INCANDESCENTES 100W				
33	100	3,300	1,330	
167	160	26,720	10,487	
SUBTOTAL				12,058
CARGO POR ENERGIA GAMLP			13,988	
CARGO POR ENERGIA DLP			0,776	
TOTAL ENERGIA			3,297,434	
SUBTOTAL			2,567,318.50	
IMPORTE TOTAL A FACTURAR Bs.			2,567,318.50	

GOBIERNO AUTONOMO MUNICIPAL LA PAZ - FACTURACION JULIO/2014

1 ALUMBRADO PUBLICO CON EQUIPO DEL GAMLP
 Horas de Servicio: Luminarias = 13 Semáforos = 24
 N° Dias del Mes: 31

N° LUMINARIAS	POT. LUMINARIA (W)	POT. TOTAL (W)	ENERGIA (KWH)	
2,110	140	295,400	119,046	
4,234	190	804,460	324,197	
895	270	241,650	97,385	
0	430	0	0	
8	85	680	274	
124	170	21,080	8,495	
183	280	51,240	20,650	
36	400	14,400	5,803	
500	160	80,000	32,240	
97	250	24,250	9,773	
2	500	1,000	403	
17,094	85	1,452,980	585,555	
380	130	49,400	19,908	
3,169	170	538,730	217,108	
13,184	280	3,691,520	1,487,853	
4	430	1,740	693	
5	300	1,500	593	
24	500	12,000	4,711	
22	500	11,000	4,433	
0	1,500	0	0	
0	2,000	0	0	
9	100	900	363	
69	100	6,900	2,781	
2	150	300	121	
3	25	75	30	
12	145	1,740	701	
0	50	0	0	
0	50	0	0	
ARTEFACTOS GAMLP				
ALUMBRADO PUBLICO CON MEDICION			7,305,409	
ALUMBRADO PUBLICO CON EQUIPO DELAPAZ			3,008,667	
SUB TOTAL			8,192,437	
SEMAFOROS GAMLP			3,252,747	
SEMAFOROS 1000(2ARHS)				
395	100	39,500	15,388	
47	70	3,290	1,248	
48	16	768	299	
15	16	256	100	
215	10	2,150	843	
14	10	1,400	547	
116	15	1,740	680	
11	8	840	327	
22	20	440	171	
98	10	980	384	
3	150	450	176	
SUBTOTAL				48,195
ALUMBRADO PUBLICO CON EQUIPO DE DELAPAZ			35,703	
INCANDESCENTES 100W				
33	100	3,300	1,330	
167	160	26,920	10,598	
SUBTOTAL				13,388
CARGO POR ENERGIA GAMLP			0,776	
CARGO POR ENERGIA DLP			0,776	
TOTAL ENERGIA			3,301,838	
SUBTOTAL			2,562,226.30	
IMPORTE TOTAL A FACTURAR Bs.			2,562,226.30	

7.8 ANEXO 08 – INFORME TÉCNICO/ECONÓMICO (USO ACADÉMICO)

G.A.M.L.P. - O.M.I.P.
DIRECCIÓN DE MANTENIMIENTO

INFORME

O.M.I.P. - D.M. – U.S.E. – G.P.A.P. N° 104/2014

A : Ing. Daniel Augusto Lara Miranda
DIRECTOR DE MANTENIMIENTO

VIA : T.S. Eddy Mamani Cari
JEFE UNIDAD DE SERVICIOS ELECTRICOS
Ing. Rodrigo Mamani Apaza
ENC. PLANIF. Y COORDINACION – U.S.E

DE : Rogelio Flores Choque
ENC. DEL AREA DE PROYECTOS DE A.P. - U.S.E.

REF. : INFORME TECNICO DE TRABAJOS REALIZADOS
PARA EL MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE
ALUMBRADO PÚBLICO EN LA AVENIDA MARISCAL
SANTA CRUZ.

Fecha : La Paz, 13 de Noviembre de 2014

1. ANTECEDENTES.

En atención a la solicitud de información vía sitr@om N° 105962 de la Unidad de Diseño de Infraestructura Vial y Puentes dependiente de la Dirección de Calculo y Diseño de Proyectos, sobre la intervención realizada con el mejoramiento de la infraestructura del servicio de Alumbrado Público en la Av. Mariscal Santa Cruz, se informa lo siguiente:

2.- DESARROLLO.

En cuanto al parque de luminarias y detalles técnicos antes de realizar la intervención se informa lo siguiente:

Condiciones antes de la intervención:

En el tramo desde la calle Sagarnaga a la Colombia se contaba con una cantidad de 71 piezas de 250 w de vapor de sodio alta presión con lámparas con flujo luminoso de 33.000 lumens, con una interdistancia de 30 a 45 metros en postes de doble brazo 9 metros y algunas adosadas en fachadas que representaba una potencia instalada de 19.88 Kw.

CALCULO REFERENCIAL DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA- EXPRESADO EN BOLIVIANOS - AV. MARISCAL SANTA CRUZ							
DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA (Kw)	HORAS DE FUNCIONAMIENTO (Hrs.)	CONSUMO DE ENERGIA MENSUAL (Kwh)	CATEGORIA TARIFARIA (Bs.)	IMPORTE MENSUAL (Bs.)	CONSUMO DE ENERGIA ANUAL (Kwh)	IMPORTE ANUAL (Bs.)
LUMINARIA VAPOR DE SODIO 250 W	19.88 Kw	13	7.753 Kwh	0,7	5.427,10 Bs.	93.036 Kwh	65.125,20 Bs.



**Condiciones después de la intervención:**

En la intervención realizada cuenta con las siguientes características técnicas:

Tipo de instalación eléctrica: Subterráneo

Circuito de Alumbrado: Con Control y Medición de consumo de energía eléctrica

Disposición: Bilateral Pareada que permite alcanzar los niveles de iluminación adecuados a una M1.

Alturas de montaje:

- 82 luminarias viarias de 150 w a 11 metros. (12.3 Kw)
- 36 luminarias peatonales de 42 w a 7 metros.(1.5 Kw)
- 26 luminarias ornamentales de 96 w a una altura de 4 metros.(2.49 Kw)

CALCULO REFERENCIAL DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA- EXPRESADO EN BOLIVIANOS - AV. MARISCAL SANTA CRUZ							
DESCRIPCION	POTENCIA INSTALADA (Kw)	HORAS DE FUNCIONAMIENTO (Hrs.)	CONSUMO DE ENERGIA MENSUAL (Kwh)	CATEGORIA TARIFARIA (Bs.)	IMPORTE MENSUAL (Bs)	CONSUMO DE ENERGIA ANUAL (Kwh)	IMPORTE ANUAL (Bs.)
LUMINARIAS CON TECNOLOGIA LED DE 150 W, 96 W y 42 W.	16.29 Kw	13	8.353 Kwh	0,7	4.447,17 Bs.	76.236 Kwh	53.366,04 Bs.

Para los trabajos descritos la U.S.E. ha dispuesto de mano de obra, materiales y maquinaria de acuerdo al siguiente detalle costo en bolivianos:

Maquinaria y Equipos: **36.850,08 Bs. (Treinta y Seis Mil Ochocientos Cincuenta 08/100 Bolivianos).**

Material en Productos Metálicos y Eléctricos: **965.746,50 Bs. (Novecientos Sesenta y Cinco Mil Setecientos Cuarenta y Seis 50/100 Bolivianos).**

Mano de obra: **53.844,88 Bs. (Cincuenta y Tres Mil Ochocientos Cuarenta y Cuatro 88/100 Bolivianos).**

Haciendo un total de **1.056.441,46 Bs. (Un Millón Cincuenta y Seis Mil Cuatrocientos Cuarenta y Cuatro 46/100 Bolivianos)** de acuerdo en anexo N° 2.

4.- CONCLUSIONES.

La Unidad de Servicios Electricos ha realizado la intervención en la Av. Mariscal Santa Cruz (desde la calle Colombia hasta la Sagarnaga) para mejorar las condiciones del sistema eléctrico e iluminación llegando a concretarse los siguientes trabajos:

- Iluminar una superficie de 14316,99 m² con 9766 w lo que indica que se ha instalado 0.68 w/m².
- Mejorar el servicio de Alumbrado Público en la Av. Mariscal Santa Cruz, con la implementación de tecnología LED, en la iluminación viaria y peatonal.



- Centralizar los alimentadores de energía eléctrica de los semáforos a través de un sistema subterráneo.
- Iniciar el ordenamiento de suministro cableado y suministro de energía eléctrica a comercio en vía pública (anaqueles) a través de la previsión de instalación de ductos subterráneos.
- Reducir la contaminación visual producida por el cableado aéreo a través de la instalación de circuitos subterráneos de alumbrado público, semáforos, anaqueles, y retiro de cables sin uso.

Con un costo de intervención de **1.056.441,46 Bs. (Un Millón Cincuenta y Seis Mil Cuatrocientos Cuarenta y Cuatro 46/100 Bolivianos)**, se pone en conocimiento que el presente informe fue enviado en fecha 28 de Agosto mediante correo institucional a la Dirección de Mantenimiento.

Es cuanto se informa para los fines consiguientes.