



UNIVERSIDAD FASTA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Proyecto Final

Caracterización y evaluación del alumbrado público de la ciudad de Mar del Plata para el diseño de un plan de gestión ambiental

Director de Proyecto: Dr. Héctor Massone

Co-Director de Proyecto: Ing. Ariel Pérez

Bárbara Virginia Alba
María Victoria Asili

2014

*“La energía no se crea, siempre existe, y no se destruye, solamente se transforma
por medio del pensamiento o voluntad de quien la maneja”*

Albert Einstein

Agradecimientos

Agradecemos a nuestras familias, que nos acompañaron, motivaron e impulsaron a lo largo de toda la carrera, y finalmente en esta última etapa, a alcanzar el objetivo de cerrar exitosamente este ciclo académico.

También agradecemos a nuestros compañeros de estudio y amigos, que estuvieron siempre al lado nuestro, que fueron testigos tanto de los logros como de las dificultades.

Agradecemos a nuestro director de tesis, el Dr. Hector Massone que nos guió durante este trabajo, poniendo luz en los momentos donde surgía confusión y haciendo foco cuando estábamos en plena acción. Así como también a nuestro co-director, el Ing. Ariel Pérez por su dedicación y aporte.

Por último, agradecemos a todo el personal del Ente Municipal de Vialidad y Alumbrado del municipio de General Pueyrredon que nos brindó confianza e información.

TABLA DE CONTENIDO

<u>AGRADECIMIENTOS</u>	2
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	8
1.1. PRESENTACIÓN DEL TEMA.....	8
1.2. OBJETIVOS.....	14
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	14
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3. ÁREA DE ESTUDIO	15
<u>2. METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES</u>	17
<u>3. MARCO TEÓRICO</u>	20
3.1. BREVE REVISIÓN HISTÓRICA.....	20
3.2. MARCO REGULATORIO	23
3.3. SISTEMA DE ALUMBRADO	27
3.3.1. LÁMPARAS.....	27
3.3.2. LUMINARIA.....	43
3.3.3. EQUIPOS AUXILIARES	45
<u>4. ALUMBRADO PÚBLICO MAR DEL PLATA</u>	47
4.1. SISTEMA ELÉCTRICO ARGENTINO	47
4.2. ENTE MUNICIPAL DE VIALIDAD Y ALUMBRADO PÚBLICO - EMVIAL	52
4.3. CARACTERIZACIÓN DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN MAR DEL PLATA	58
4.3.1. LÁMPARAS.....	58
4.3.2. LUMINARIAS	70
<u>5. IMPACTOS</u>	76
5.1. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES A CONSIDERAR EN EL USO Y MANTENIMIENTO DE LAS LUMINARIAS	76
5.1.1. CONTAMINACIÓN LUMÍNICA	76
5.1.2. CALENTAMIENTO GLOBAL Y EMISIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO	78
5.1.3. CONFORT Y SEGURIDAD URBANA	85
5.1.4. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO	89
5.2. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES A CONSIDERAR EN EL RECAMBIO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LAS LUMINARIAS	90
5.2.1. ARTEFACTOS EN DESUSO	90
5.2.2. LÁMPARAS CON CONTENIDO DE MERCURIO	91
5.3. MATRICES DE IMPACTOS	95
<u>6. PAUTAS DE GESTIÓN</u>	100

<u>7. CONCLUSIONES</u>	<u>115</u>
<u>8. BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>117</u>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-i Redes de Transporte de electricidad. Fuente: Garzonio et al., 2013	12
Figura 1-ii Área de estudio. Fuente: EMVIAL	15
Figura 1-iii Imagen satelital área de estudio. Fuente: Google Earth	16
Figura 3-i Farol de kerosén, en la esquina de E. Boulevard Marítimo y Olavarría. Fuente: Roberto T. Barili, <i>Génesis de Mar del Plata</i>	20
Figura 3-ii Lámpara de arco voltaico en la Rambla La Perla, en la esquina de Boulevard Marítimo y Balcarce. Fuente: AMHM, <i>Hacia 1912</i>	21
Figura 3-iii Consumo de energía para producir luz visible. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.	30
Figura 3-iv Partes de una lámpara incandescente. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.	31
Figura 3-v Circulación de la corriente en un tubo de descarga. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.	33
Figura 3-vi Balance energético de una lámpara de descarga. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.	35
Figura 3-vii Partes lámpara descarga. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.	35
Figura 3-viii Lámpara Fluorescente. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.	37
Figura 3-ix Lámpara de Vapor de Mercurio. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.	38
Figura 3-x Lámpara de mezcla. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.	39
Figura 3-xi Lámpara de halogenuros metálicos. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.	40
Figura 3-xii Lámpara Vapor de sodio a baja presión. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.	41
Figura 3-xiii Lámpara de Vapor de sodio a alta presión. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.	42
Figura 3-xiv Luminaria abierta. Fuente: Curso online de iluminación. Universidad de Cataluña.	44
Figura 4-i Estaciones Transformadoras. Fuente: Edea.	51
Figura 4-ii Departamentos EMVIAL. Fuente: Elaboración propia.	53
Figura 4-iii Hidrogrua. Fuente: Sitio web oficial Municipalidad de General. Pueyrredon.	54
Figura 4-iv Reclamos por mes. Fuente: Informe anual de Alumbrado, 2013.	56
Figura 4-v Estado de reclamos. Fuente: Informe anual de Alumbrado, 2013.	57
Figura 4-vi Cantidad de luminarias. Fuente: Elaboración propia.	58
Figura 4-vii Cantidad muestra lámparas. Fuente: Elaboración propia. ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 4-viii Tipo de lámparas. Fuente: Elaboración propia.	60
Figura 4-ix Lámpara LED y lámpara de vapor de sodio Av. Juan B. Justo.	63
Figura 4-x Lámparas LED y Vapor de sodio Av. Juan B. Justo. Fuente: Elaboración propia.	63
Figura 4-xi Mapa luminarias según artefacto. Fuente: EMVIAL.	71
Figura 4-xii Luminarias según artefacto. Fuente: Elaboración propia.	72
Figura 5-i Imagen satelital: Brillo urbano del cielo. Fuente: Carlos Kirschbaum.	78
Figura 5-ii Contaminación lumínica. Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México.	78
Figura 5-iii Potencia total del parque de generación eléctrica del MEM. Fuente: CNEA, 2012.	82
Figura 5-iv Emisiones de CO ₂ en la generación eléctrica del Sistema Interconectado Nacional. Fuente: CNEA, 2012.	82
Figura 5-v Emisiones de CO ₂ en [kt]. Fuente: Banco Mundial.	83

Figura 5-vi Emisiones de CO ₂ del Argentino promedio. Fuente: Secretaria de ambiente y desarrollo sustentable de la Nación.	83
Figura 5-vii Comparación de la huella de carbono del argentino promedio. Fuente: Secretaria de ambiente y desarrollo sustentable de la Nación.....	84
Figura 6-i Diagrama de flujo. Fuente: Elaboración propia.....	101
Figura 6-ii Flujo útil. Fuente: Fuente: Curso online de iluminación. Universidad de Cataluña.	103
Figura 6-iii Comparación de tecnologías de iluminación. Fuente: Elaboración propia.	106
Figura 6-iv Comparación de emisiones de CO ₂ . Fuente: Elaboración propia.....	107
Figura 6-v Cantidad de Km a recorrer en el área de estudio. Fuente: Elaboración propia.	109
Figura 6-vi Gestión de lámparas con contenido de mercurio. Fuente: Martínez Carolina, 2012	112
Figura 6-vii Artefacto reacondicionado. Fuente: EMVIAL.	113
Figura 6-viii Disposición final. Fuente: Elaboración propia.	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Evolución de las luminarias. Fuente: Elaboración propia.....	22
Tabla 3-2 Aspectos más significativos de las características. Fuente: Elaboración propia.	29
Tabla 3-3. Características lámparas incandescentes. Fuente: Elaboración propia.	33
Tabla 3-4. Resumen lámparas de descarga. Fuente: Elaboración propia.	42
Tabla 4-1. Lámparas. Fuente: EMVIAL.	59
Tabla 4-2. Rendimiento luminoso. Fuente: Elaboración propia.....	61
Tabla 4-3 Resultados rendimiento luminoso. Fuente: Elaboración propia.	61
Tabla 4-4 Vida útil. Fuente: Elaboración propia.	62
Tabla 4-5 Resultado vida útil. Fuente: Elaboración propia.	62
Tabla 4-6. Temperatura de color. Fuente: Elaboración propia.....	62
Tabla 4-7 Resultado color de temperatura. Fuente: Elaboración propia.	63
Tabla 4-8 Color de reproducción. Fuente: Elaboración propia.	64
Tabla 4-9 Resultado color de reproducción. Fuente: Elaboración propia.	64
Tabla 4-10 Consumo. Fuente: Elaboración propia.....	65
Tabla 4-11 Consumo Lámpara SP AP. Fuente: Elaboración propia.	65
Tabla 4-12 Consumo Lámpara VMF. Fuente: Elaboración propia.	65
Tabla 4-13 Consumo Lámpara MH. Fuente: Elaboración propia.	66
Tabla 4-14 Consumo Lámpara DN SP. Fuente: Elaboración propia.	66
Tabla 4-15 Consumo Lámpara LED. Fuente: Elaboración propia.....	66
Tabla 4-16. Resultado Indicadores. Fuente: Elaboración propia.....	67
Tabla 4-17. Resultados Lámparas. Fuente: Elaboración propia.....	68
Tabla 4-18 Cálculo costo luminarias. Fuente: Elaboración propia.	70
Tabla 4-19 Luminarias según artefacto. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del EMVIAL.....	72
Tabla 4-20 Modelos de Luminarias. Fuente: Elaboración propia.	75
Tabla 5-1 Matriz de impactos uso y mantenimiento de luminarias. Fuente: Elaboración propia a partir de la matriz de Leopold.....	95
Tabla 5-2 Matriz de impactos recambio y disposición final de luminarias. Fuente: Elaboración propia a partir de la matriz de Leopold.	98
Tabla 6-1 Consumo anual. Fuente: Elaboración propia.	105
Tabla 6-2 Comparación de tecnologías de iluminación. Fuente: Elaboración propia. .	106

1. Introducción

1.1. Presentación del tema

El alumbrado público es un servicio no domiciliario que se presta con el fin de iluminar lugares de libre circulación, que incluyen las vías públicas, los parques y demás espacios que se encuentren a cargo del municipio, con el fin de permitir el desarrollo de actividades nocturnas dentro del perímetro urbano y rural. (Universidad Nacional de Colombia, 2007)

El alumbrado público ha pasado de ser solo una iluminación vial, para convertirse en un componente altamente solicitado por los ciudadanos en relación a la sensación de seguridad que la misma genera, siendo además un elemento muy importante para las ciudades, sobre todo para aquellas que cuentan con temporadas turísticas. Sin embargo, el estado de mantenimiento, la eficiencia energética y lumínica no son contempladas en la gran mayoría de los municipios. (Asociación Argentina de Luminotecnia., 2012)

Por otro lado, el alumbrado público también puede contribuir a la contaminación lumínica. La contaminación lumínica se propaga con la iluminación artificial de rutas, calles, edificios, monumentos y otras áreas exteriores y es un creciente problema ambiental de los últimos años. Sus repercusiones resultan cada vez más evidentes y sus efectos vienen siendo documentados por físicos y otros científicos de diversas disciplinas. No incide únicamente en la degradación del firmamento en cuanto al paisaje natural o recurso científico, sino que sus afecciones incluyen el equilibrio de la diversidad, el descanso, la privacidad y la salud.

Necesidad de un plan de gestión

La caracterización y evaluación del alumbrado público es imprescindible en el desarrollo de un plan de gestión ambiental para la ciudad de Mar del Plata.

El objetivo de diseñar un plan de gestión, nace de la necesidad de establecer un proceso de decisión y de planificación que nos permita analizar el entorno, tomar decisiones conscientes y desarrollar propuestas referidas al manejo sostenible del servicio.

Un sistema de gestión constituye una herramienta eficaz para incorporar la variable ambiental en el marco de la gestión global del municipio y con ello alcanzar un comportamiento adecuado en materia de medio ambiente.

Las ventajas para el municipio, derivadas de la implantación de un sistema de gestión ambiental son:

- Ventajas ambientales: optimiza la gestión de recursos y residuos, reduce los impactos ambientales negativos derivados de la actividad y los riesgos asociados a situaciones accidentales, y facilita la tramitación de autorizaciones administrativas.

- Ventajas para la imagen: lo posiciona como socialmente responsable, mejora su imagen ante clientes y consumidores; como lo son el turismo e inversionistas entre otros.

- Ventajas económicas: potencia la innovación y la productividad, reduce los costes de gestión de residuos y otros aspectos ambientales, facilita el acceso a subvenciones y otros tipos de financiación, reduce el riesgo de litigios y sanciones, y promueve la motivación de los ciudadanos.

Mar del Plata, ciudad emergente y sostenible

Mar del Plata fue la primera ciudad argentina incluida en la Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles (ICES) del Banco Interamericano de Desarrollo, a comienzos de 2012.

El BID creó en 2011 la Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles (ICES), la cual utiliza un enfoque multidisciplinario para abordar los desafíos que enfrentan las áreas urbanas intermedias de América Latina.

La Iniciativa ICES define una ciudad sostenible como aquella que ofrece una alta calidad de vida a sus habitantes, que minimiza sus impactos al medio natural, y que cuenta con un gobierno local con capacidad fiscal y administrativa para mantener su crecimiento económico y para llevar a cabo sus funciones urbanas, con la participación ciudadana.

A partir de esta definición, se desprende que para lograr esta sustentabilidad en una ciudad es necesario analizar al menos tres dimensiones:

I. La sostenibilidad ambiental y capacidad de respuesta al cambio climático, basada en tres pilares:

(i) el manejo del medio ambiente y consumo de recursos naturales;

(ii) la mitigación de gases de efecto invernadero y otras formas de contaminación, promoviendo el uso de fuentes alternativas de energía;

(iii) la reducción de la vulnerabilidad de la ciudad frente a los peligros naturales y la adaptación al cambio climático.

II. El desarrollo urbano sostenible; en la que se deben analizar cuatro pilares:

(i) el control del crecimiento y la provisión de un hábitat adecuado para sus ciudadanos;

(ii) la promoción de un transporte urbano sostenible;

(iii) la promoción de la competitividad y un desarrollo local sostenibles;

(iv) el suministro de servicios sociales de calidad y niveles óptimos de seguridad ciudadana.

III. Y la sostenibilidad fiscal y de gobierno, la cual incluye:

(i) la aplicación de mecanismos adecuados de gobierno;

(ii) el manejo adecuado de los ingresos;

(iii) la gestión del gasto público;

(iv) el manejo adecuado de la deuda y otras obligaciones fiscales.

Para la identificación de los principales problemas de las ciudades, dentro de cada dimensión se determinaron indicadores de desempeño que, agrupados por temas, permitieron analizar rápidamente el estado de la ciudad en ese momento. Luego de esta etapa de diagnóstico, se continuó con una segunda etapa de priorización de áreas de acción, para luego identificar y definir soluciones a los problemas prioritarios.

La selección recayó sobre Mar del Plata, ciudad que consta con 628.600 habitantes aproximadamente, cantidad que asciende a 2.000.000 en los períodos de temporada turística y se encuentra ubicada a 400 kilómetros de Buenos Aires. Es el principal puerto pesquero de la Argentina y el centro turístico de mayor convocatoria del país. Cuenta con cinco universidades y un parque industrial donde se desarrollan y aplican diversas tecnologías para producir bienes de capital y de consumo. Es tradicional el prestigio de sus industrias textil y alimentaria y, desde hace algunas décadas, su producción frutihortícola ha multiplicado las áreas cultivadas. También se destaca la floreciente industria de la construcción. Asimismo, la infraestructura hotelera y deportiva ha convertido a Mar del Plata en la sede de importantes eventos, congresos, y convenciones. Los diseños y producción de la creciente industria del software, con apoyo en la actividad académica, trascienden internacionalmente.

Para la evaluación metodológica sobre el estado de sostenibilidad de la ciudad, la identificación de problemáticas claves, su priorización y el desarrollo de soluciones específicas relacionadas, se comenzó con la realización de un diagnóstico ambiental, urbano, fiscal y de gobernabilidad de la ciudad, basado en la recolección de información sobre casi 150 indicadores de desempeño en estas áreas. Este análisis permitió reconocer en forma integral las necesidades más urgentes de sostenibilidad de la ciudad. Este trabajo de diagnóstico sectorial se complementó con estudios específicos referidos al crecimiento urbano de Mar del Plata, a la mitigación del cambio climático y a la vulnerabilidad a desastres naturales.

Entre los principales desafíos ambientales que surgieron del análisis, la provisión de energía se detectó como uno de los desafíos estructurales más importantes, dado que se encuentra limitada por la infraestructura de transporte a la ciudad, y puesta a prueba por la alta demanda estacional.

Del diagnóstico específico del sector Energía en la ciudad, surge que Mar del Plata tiene un problema crítico que le impide avanzar hacia un desarrollo sustentable, y es el de la restricción en el suministro de energía desde el Sistema Interconectado Nacional (SADI), lo cual representa un problema de infraestructura cuya solución excede a la jurisdicción del gobierno municipal.

Mar del Plata se conecta al sistema por medio de tres líneas de transmisión de 132 Kilovoltio (Fig. 1.i).

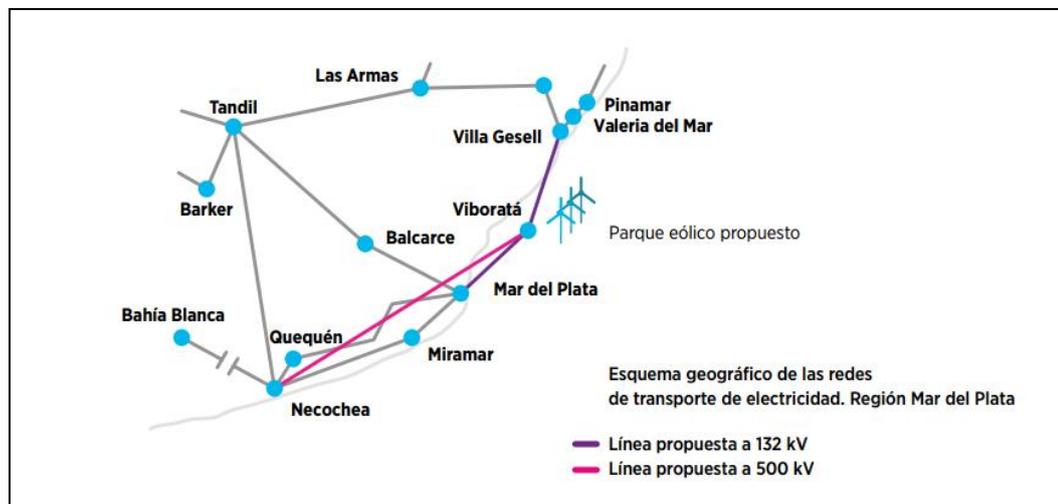


Figura 1-i Redes de Transporte de electricidad. Fuente: Garzonio et al., 2013

El consumo eléctrico de Mar del Plata crece a una tasa de 4% anual y se espera que en los próximos años este crecimiento se acelere, debido a la ampliación del parque industrial en la zona. Este crecimiento proyectado determina que las líneas de transmisión existentes serán insuficientes para alimentar a la ciudad en el corto plazo.

De hecho, la demanda máxima de unos 300 MW (Megavatio; equivalente a un millón de vatios), que ocurre en los meses de temporada turística (enero y febrero), es cubierta desde el SADI en un 50%, y el resto por generación local, principalmente de origen termoeléctrico pero también suplementada con unidades generadoras pequeñas (grupos electrógenos móviles), más costosas e ineficientes, instaladas para cubrir los picos de la demanda.

La Central 9 de Julio posee una potencia instalada de 151 MW, compuesto por 5 unidades Turbogas y 2 unidades Turbovapor que funcionan con Gas Natural durante el verano. Fuera del verano (de abril a noviembre) se usa Gas Oil y Fuel Oil transportado por camiones desde fuera de la región. En los picos de invierno, se pueden llegar a descargar hasta 36 camiones diarios y en promedio puede llegar a 20 camiones diarios. (Garzonio et al., 2013)

De lo anterior, se desprende el hecho de que una mejora en la eficiencia en el servicio de alumbrado público favorecería a esta situación, ya que este servicio puede

llegar a representar el 40-50% del consumo energético de un municipio aproximadamente.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

El objetivo general del presente trabajo es diseñar un plan de gestión ambiental de alumbrado público para la ciudad de Mar del Plata a partir de la caracterización y evaluación del mismo.

1.2.2. Objetivos específicos

Se desprenden del objetivo anterior, los siguientes objetivos específicos:

I. Realizar una investigación de carácter bibliográfica del alumbrado público y del marco legal existente a nivel Nacional, Provincial y Municipal.

II. Caracterizar el servicio de alumbrado público actual, los elementos y artefactos destinados al mismo, haciendo uso de indicadores que posibilitan su posterior comparación y evaluación frente a otras tecnologías.

III. Identificar impactos ambientales y sociales relacionados con el uso de luminarias, con el servicio de alumbrado y con el recambio y disposición final de las mismas.

IV. Proponer pautas para el alumbrado de la ciudad de Mar del Plata.

1.3. Área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en la ciudad de Mar del Plata, provincia de Buenos Aires. Según datos extraídos de la página del municipio de General Pueyrredon, la misma cuenta con una superficie total de área urbana de 79,48 km².

Se delimito el área de estudio a la zona circunscripta por las avenidas Juan B. Justo, Juan H. Jara y su continuación Carlos Tejedor y Patricio Peralta Ramos y su continuación Feliz U. Camet (Fig. 1-ii).

La zona anteriormente mencionada está conformada por el microcentro y centro de la ciudad.

El área fue seleccionada por su gran representatividad, ya que cuenta con el tejido urbano más denso de la ciudad y con gran cantidad y variedad de luminarias (Fig. 1-iii).

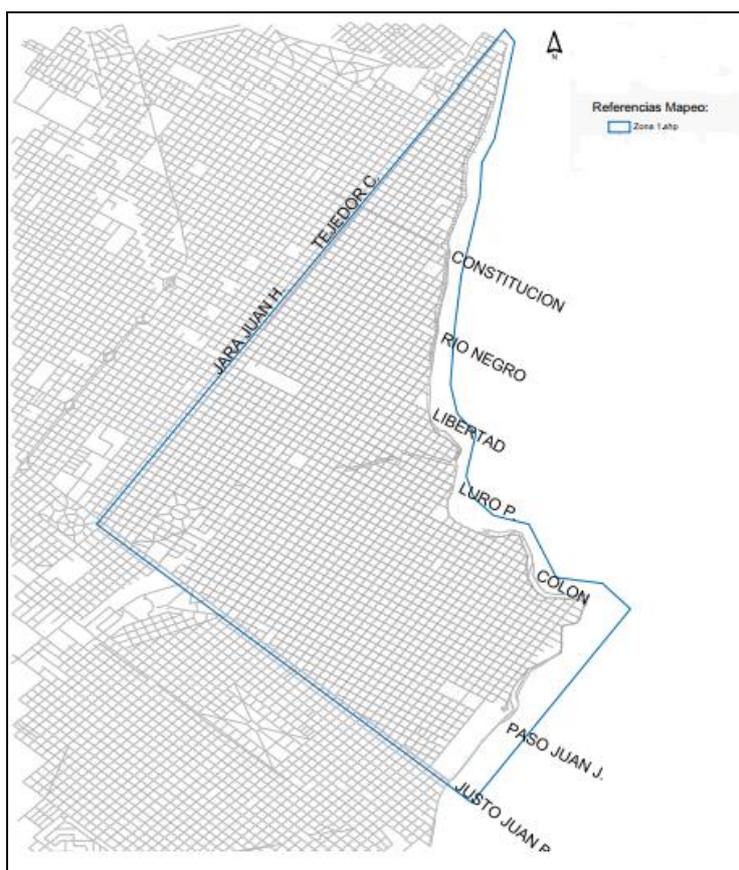


Figura 1-ii Área de estudio. Fuente: EMVIAL



Figura 1-iii Imagen satelital área de estudio. Fuente: Google Earth

2. Metodología y Actividades

Se llevó a cabo una investigación bibliográfica del alumbrado público, su historia y su evolución en la ciudad de Mar del Plata.

Se procedió a la recopilación de la legislación vigente aplicable a la iluminación, a nivel Nacional, Provincial y Municipal y se identificaron los puntos más relevantes para el proyecto planteado.

Se realizó un estudio de carácter bibliográfico sobre el sistema de alumbrado público y sus componentes. De igual forma se investigó el funcionamiento del sistema eléctrico argentino para poder comprender el abastecimiento de energía de la ciudad.

Se seleccionó un área de estudio, con base en su gran representatividad, ya que dicha área cuenta con el tejido urbano más denso de la ciudad y con gran cantidad y variedad de luminarias.

Mediante datos aportados por el EMVIAL (Ente Municipal de Vialidad y Alumbrado Público) se conoció la cantidad, tipo y potencia de las lámparas dispuestas en la misma.

Se realizaron entrevistas al personal del EMVIAL mediante las cuales se conoció el procedimiento que tuvo lugar para el relevamiento de las lámparas dispuestas en las luminarias pertenecientes al alumbrado público de la ciudad. Se llevó a cabo por ocho integrantes de la entidad, seis de los mismos fueron los encargados de realizar un relevamiento visual, para luego trasladar esos datos a una planilla, y finalmente transferirlos a una base de datos por los dos restantes. Por último los datos se exportaron al Sistema de Información Geográfico (GIS).

Una vez analizados los datos, se procedió a la elección de cinco indicadores de la eficiencia de las lámparas colocadas en las luminarias del área seleccionada. El criterio de selección de los mismos se fundamentó en la posibilidad de realizar conclusiones aproximadas sobre el comportamiento de las lámparas y poder así comparar con otras tecnologías.

Los indicadores elegidos fueron el rendimiento luminoso, la vida útil de la lámpara, la temperatura de color, el índice de reproducción de color y el consumo. En el capítulo referente al sistema de alumbrado se detallan los rangos de valores que presentan cada una de estas características.

Por otra parte, se realizó una caracterización y evaluación de los modelos de luminarias en funcionamiento en el área de estudio. Se obtuvieron datos de las marcas por medio de la utilización del GIS y se llevaron a cabo las siguientes acciones sobre artefactos que se encontraban en desuso en el predio del EMVIAL:

- Análisis físico de cada luminaria. Detallando, la marca y modelo.
- Pesaje de cada luminaria utilizando una balanza digital, diferenciando los pesos de sus componentes principales. Siendo estos la carcasa, tulipa y equipo auxiliar (balastro, ignitor y capacitor).
- Determinación de cada uno de los materiales constituyentes, principalmente en carcasa y tulipa.
- Detección del tipo de portalámparas presente en cada luminaria, teniendo en cuenta la existencia de dos clases (E-27 y E-40).
- Documentación fotográfica de cada uno de los modelos y de sus principales componentes.

Luego se procedió a identificar los impactos que genera el alumbrado público tanto a nivel ambiental como social. Por un lado se consideraron los potenciales impactos en la etapa de uso y por otro, los impactos en las etapas de recambio y disposición final de los componentes que forman parte del mismo.

Para valorar los distintos impactos se tomó como modelo el método cualitativo de la matriz de Leopold, que consiste en un cuadro de doble entrada en el que se disponen como filas los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones propuestas que tienen lugar y que pueden causar posibles impactos tanto positivos como negativos.

Haciendo uso de toda la información recopilada, como paso final se diseñó un plan de gestión ambiental para el alumbrado público, considerando como ejes

principales del mismo el diseño de iluminación, la selección de la lámpara, la instalación y el mantenimiento y por último la disposición final.

3. Marco Teórico

3.1. *Breve revisión histórica*

A partir del libro de Roberto Osvaldo Cova, “La iluminación artificial en Mar del Plata”, escrito en 1995 surgen las siguientes líneas.

No se conoce con exactitud cuál era el sistema de iluminación o que artefactos se utilizaban en la época fundacional de Mar del Plata, durante la década de 1870. Lo más probable es que se tratara de velas o candiles de sebo, siendo este último fácil de obtener.

Un candil era un recipiente metálico lleno de grasa (sebo) con una mecha o torcida de algodón o de género, empapada en el mismo material que, al encenderse, ardía y daba poca luz, humo y hollín en abundante cantidad.

En cuanto al alumbrado público no lo hubo hasta poco después de establecida la Municipalidad, en el año 1881. Ese año se tiene registro de una sesión en la que el presidente de la Corporación Municipal, señala la necesidad de colocar faroles en la plaza principal y la zona poblada a dos cuadras de la plaza en todas las direcciones. Como dato certero se conoce que en el año 1884 había en funcionamiento faroles y la municipalidad entre sus gastos incluyó kerosene, lámparas, mechas, tubos (sic), fósforos, vidrios, columnas, fierros, tornillos, etc.(Fig. 3-i).



Figura 3-i Farol de kerosén, en la esquina de E. Boulevard Marítimo y Olavarría. Fuente: Roberto T. Barili, *Génesis de Mar del Plata*.

En 1893 aparece por primera vez la luz eléctrica en Mar del Plata, ya que el Bristol Hotel instaló su usina propia, lo que generó una admiración y revolución a los de aquella población.

Ya cerca del 1900 se cambia el sistema de alumbrado, iniciando la historia del alumbrado eléctrico en la ciudad con la provisión por parte del Molino Luro, construido en 1898.

El nuevo sistema pasa a ser el de arco voltaico (Fig. 3-ii) por medio de lámparas de potencia luminosa equivalente a 500 bujías cada una. Las lámparas de arco voltaico funcionan con carbones que se van consumiendo a medida que arden. Estas lámparas eran unos grandes artefactos con un sistema ad-hoc para producir la combustión y la aproximación gradual de los carbones y unos grandes globos de vidrio esmerilado que debían bajarse y desarmarse cotidianamente para renovar las barras de carbón.

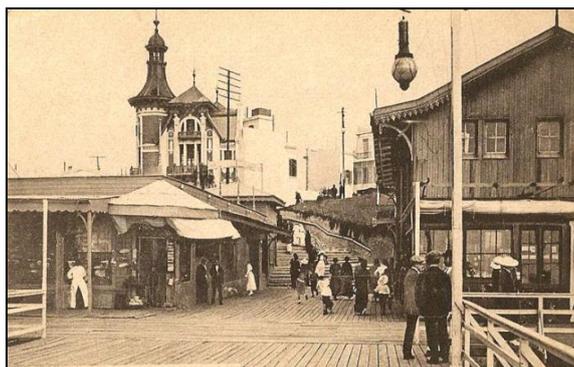


Figura 3-ii Lámpara de arco voltaico en la Rambla La Perla, en la esquina de Boulevard Marítimo y Balcarce. Fuente: AMHM, *Hacia 1912*.

Por esta época aparecen las usinas. Comenzaron en 1904 con la construcción de la usina situada sobre la diagonal Pueyrredón, donde se forma una sociedad anónima llamada “Compañía de electricidad de Mar del Plata”, y terminaron en 1928 con la inauguración de la Usina Puerto.

Después de 15 o 20 años estas lámparas de arco voltaico fueron reemplazadas por las primeras lámparas incandescentes.

Llegando a la actualidad las lámparas incandescentes fueron modificadas por lámparas de descarga y algunas lámparas LED.

Evolución de las lámparas

Década aproximada	Lámpara
1870	Velas o candiles de sebo
1880	Faroles
1900	Arco Voltaico
1930	Incandescentes
1980-1990	Descarga
2010	LED (mínima implementación)

Tabla 3-1 Evolución de las luminarias. Fuente: Elaboración propia.

3.2. Marco Regulatorio

Nacional

- Ley N° 24.065/92, Régimen de la Energía Eléctrica. Decreto reglamentario N° 1398/1992.

Regula las actividades de generación, transporte y distribución de electricidad, objeto, política general y agentes.

- Ley N° 24.295, en el año 1994 aprueba la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

- Ley N° 25.438, en el año 2001, aprueba el Protocolo de Kyoto.

El Protocolo de Kyoto en su Artículo 2° punto 1.a, apartado i) afirma la necesidad de los países firmantes de asegurar el fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional.

- Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía. Decreto N° 140/2007.

El Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE) fue creado por el Poder Ejecutivo Nacional a través del Decreto N° 140, del 21 de diciembre de 2007.

El “PRONUREE - Alumbrado Público” (Anexo I, 2.7 del decreto) es un subprograma que promueve el uso eficiente de la energía en los sistemas de alumbrado público existentes en todo el territorio de la República Argentina.

Provincial

- Ley N° 11.769 del Marco Regulatorio Eléctrico de la Provincia de Buenos Aires.

Las actividades de generación, transporte y distribución de energía eléctrica en la Provincia de Buenos Aires, se regirán por las normas contenidas en la misma.

- Ley N° 11.771, Privatización de ESEBA SA.

Normas para la privatización total o parcial de los servicios, prestaciones u obras cuya gestión actual se encuentre a cargo de “ESEBA S.A. – EMPRESA SOCIAL DE ENERGIA DE BUENOS AIRES S.A.”

- Ley N° 11.969, Marco Regulatorio Eléctrico.

Modifica artículos de la Ley N° 11.769, la cual mantiene su vigencia.

Grava con una tasa del 6% a todos los consumos facturados de todas las categorías con excepción del alumbrado público, y es destinado a la Municipalidad como pago al canon por la concesión del servicio eléctrico y es utilizado para compensar el pago de los consumos municipales.

- Ley N° 13.173/04, Decreto N° 1868/04.

Modifica la regulación de las actividades de generación, transporte y distribución de energía eléctrica.

Se introdujeron modificaciones al Marco Regulatorio vigente para la actividad eléctrica provincial en cuanto a las funciones que competen a la Autoridad de Aplicación y al Organismo de Control, se establecieron nuevas pautas para la aplicación de un control preventivo de servicio, se consagró el derecho de acceso a la energía de todo habitante de la Provincia de Buenos Aires garantizándose un abastecimiento mínimo y vital y se introdujo la figura de la tarifa de interés social para usuarios residenciales con escasos recursos económicos, entre otras modificaciones.

- Decreto N° 1868/04.

Aprobó un texto ordenado del Marco Regulatorio Eléctrico Provincial establecido por la Ley N° 11.769 con las modificaciones introducidas por la Ley N°11.969 y la Ley N° 13.173.

Municipal

- Decreto – Ley N° 6769/58. Ley orgánica de las Municipalidades.

- Ordenanza – N° 19019/09.

Da por finalizado la existencia del Ente Municipal de Vialidad, Servicios Urbanos y Gestión Ambiental y suprime dentro de la estructura orgánica funcional de la Municipalidad la Secretaría de Obras y Servicios Públicos. Crea el Ente Municipal de Vialidad y Alumbrado Público. Crea el Ente de Obras y Servicios Urbanos.

- Ordenanza N° 21571/13.

Transfiere al Ente Municipal de Vialidad y Alumbrado Público (EMVIAL), las misiones, funciones, dependencias, personal, bienes y activos del Ente de Obras y Servicios Urbanos (ENOSUR) asignados a la Dirección de Conservación Urbana, Dirección de Caminos Rurales y Departamento de Ingeniería de Tránsito. Modifica el artículo 5° de la Ordenanza N° 19019, donde se establecen las funciones del Ente y deroga incisos del artículo 20° y 28° de la misma.

- Decreto N° 601/14.

Aprueba a partir del 1 de marzo de 2014 la misión y funciones de la Dirección de Alumbrado Público dependiente del Ente Municipal de Vialidad y Alumbrado Público. Modifica la denominación del Departamento de Conservación del Alumbrado Público por Departamento Operativo. Crea la División Logística. Crea la División Operativa. (*Legislación Nacional, Provincial y Municipal*)

Normas Argentinas IRAM

IRAM es el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (asociación civil sin ánimo de lucro), cuya finalidad es establecer el reglamento técnico para artefactos eléctricos y que a su vez sirve de representante ante la ISO (por sus siglas en inglés: International Organization for Standardization) la COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas) y la AMN (Asociación MERCOSUR de Normalización).

- IRAM-AADL J 2022-1. Alumbrado público. Parte 1 - Luminarias. Clasificación fotométrica.
- IRAM-AADL J 2022-2. Alumbrado público. Vías de tránsito. Parte 2 - Clasificación y niveles de iluminación.

- IRAM-AADL J 2022-3. Métodos de diseño para el alumbrado público.
- IRAM-AADL J 2022-4. Alumbrado público. Pautas para el diseño y guía de cálculo.
- IRAM-AADL J 2028-4. Luminarias para alumbrado público. Requisitos particulares.
- IRAM 62022. Alumbrado público. Iluminación de túneles.
- IRAM 62404-2. Eficiencia eléctrica.

3.3. *Sistema de alumbrado*

Para que exista iluminación es preciso contar con una fuente productora de luz, un objeto que iluminar y un observador.

Existen dos tipos de fuentes luminosas:

- Naturales (sol, cometas).
- Artificiales (lámparas).

Para iluminar espacios carentes de luz es necesaria la presencia de fuentes de luz artificiales, las lámparas; y aparatos que sirvan de soporte y distribuyan adecuadamente la luz, las luminarias. De esta forma es posible vencer las limitaciones que la naturaleza impone a las actividades humanas. (Gumar Zapata Acha, 2001)

3.3.1. **Lámparas**

Es importante aclarar que los datos que se recogen en las tablas sobre las distintas lámparas son valores orientativos; dependiendo estos de cada fabricante.

3.3.1.1. *Características*

Las principales características que serán necesarias conocer y definir para el posterior análisis son:

▪ **Flujo luminoso:**

Se define el flujo luminoso como la potencia [W] emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Es por tanto la cantidad de luz que emite una determinada lámpara. Su símbolo es Φ y su unidad es el lumen [lm].

▪ **Eficacia luminosa o Rendimiento luminoso:**

La eficacia luminosa de una fuente de luz es la relación existente entre el flujo de luz que emite y la potencia eléctrica consumida en su obtención.

Eficacia luminosa [lm/W] = Flujo luminoso [lm] / Potencia consumida [W]

Indica la eficacia con la que la energía eléctrica es transformada en luz. Tiene un valor límite teórico de 683 [lm/W], aunque en la realidad las cifras para las lámparas que se encuentran en el mercado están muy alejadas de este.

En la definición de eficacia luminosa no se tiene en cuenta la potencia consumida por los equipos auxiliares (potencia de pérdidas); sin embargo, este consumo debe considerarse al analizar el funcionamiento de la lámpara.

▪ **Vida de la lámpara:**

Las lámparas incandescentes dejan de funcionar de manera brusca, aunque mantienen prácticamente constante el flujo luminoso a lo largo de toda su vida; sin embargo, en el resto de fuentes de luz se produce una depreciación del flujo luminoso emitido a lo largo de su vida, por lo que es importante determinar cuando deja de ser funcional, pues suele ser mucho tiempo antes de dejar de funcionar.

Teniendo en cuenta lo anterior se establecen dos conceptos:

▪ **Vida media:** indica el número de horas de funcionamiento a las cuales la mortalidad de un lote representativo de fuentes de luz del mismo tipo alcanza el 50 % en condiciones estandarizadas.

▪ **Vida útil (económica):** indica el tiempo de funcionamiento en el cual el flujo luminoso de la instalación ha descendido a un valor tal que la fuente de luz no es rentable y es recomendable su sustitución, teniendo en cuenta el coste de la lámpara, el precio de la energía consumida y el coste de mantenimiento.

▪ **Propiedades cromáticas:**

Los colores que vemos con nuestros ojos dependen en gran medida de las características cromáticas de las fuentes de luz. Por ejemplo, no iluminan de la misma manera lámparas de luz blanca que lámparas de luz amarilla.

Al describir las cualidades cromáticas de las fuentes de luz hemos de considerar dos aspectos. El primero trata sobre el color que presenta la fuente. Y el segundo describe cómo son reproducidos los colores de los objetos iluminados por esta. Para evaluarlos se utilizan dos parámetros: la temperatura de color y el rendimiento de color que se mide con el IRC (Índice de rendimiento de color).

- La temperatura de color hace referencia al color de la fuente luminosa. Su valor coincide con la temperatura a la que un cuerpo negro tiene una apariencia de color similar a la de la fuente considerada. Esto se debe a que sus espectros electromagnéticos respectivos tienen una distribución espectral similar.

- El rendimiento en color, por contra, hace referencia a cómo se ven los colores de los objetos iluminados. Nuestra experiencia nos indica que los objetos iluminados por un fluorescente no se ven del mismo tono que aquellos iluminados por bombillas. En el primer caso se destacan más los tonos azules mientras que en el segundo lo hacen los rojos. Esto se debe a que la luz emitida por cada una de estas lámparas tiene un alto porcentaje de radiaciones monocromáticas de color azul o rojo.

Para establecer el rendimiento en color se utiliza el índice de rendimiento de color (IRC o Ra). Así pues podemos definirla como la capacidad que tiene una fuente luminosa para reproducir fielmente los colores de varios objetos en comparación con una fuente de luz natural o ideal. (Montes Marin, 2014)

Resumen Características

Magnitud/Característica	Unidad/Símbolo	Definición
Flujo Luminoso	Lumen [lm]	Cantidad emitida por una fuente en todas las direcciones.
Eficacia Luminosa $\rho = \Phi/P$	[lm/W]	Flujo que emite una fuente por cada vatio consumido.
Vida Útil	[Horas]	Tiempo de funcionamiento en el cual el flujo luminoso de la instalación ha descendido a un valor tal que la fuente de luz no es rentable y es recomendable su sustitución.
Temperatura de color	Kelvin [K]	Apariencia del color de la propia luz.
Índice de rendimiento de color	IRC o Ra	Capacidad que presenta una fuente luminosa de permitir una buena apreciación de los colores sobre el objeto iluminado.

Tabla 3-2 Aspectos más significativos de las características. Fuente: Elaboración propia.

3.3.1.2. Tipos

▪ Incandescentes

Las lámparas incandescentes fueron la primeras utilizadas en la generación de luz a partir de la energía eléctrica. Desde que fueron inventadas, han variado mucho en cuanto a duración, consumo y luz producida. Su funcionamiento es simple; es un sistema en el que la luz se genera como consecuencia del paso de una corriente eléctrica a través de un filamento conductor. (Montes Marin, 2014)

En general los rendimientos de este tipo de lámparas son bajos debido a que la mayor parte de la energía consumida se convierte en calor. Con la tecnología existente, actualmente el 90% de la electricidad que consume es transformada en calor y solo el 10% restante en luz (Fig. 3-iii).



Figura 3-iii Consumo de energía para producir luz visible. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.

La producción de luz mediante la incandescencia tiene una ventaja adicional, y es que la luz emitida contiene todas las longitudes de onda que forman la luz visible o dicho de otra manera su espectro de emisiones es continuo. De esta manera se garantiza una buena reproducción de los colores de los objetos iluminados. (Gumar Zapata Acha, 2001)

Partes de una lámpara incandescente

Las lámparas incandescentes (Fig. 3-iv) están formadas por un hilo de tungsteno que se calienta por efecto Joule alcanzando temperaturas tan elevadas que empieza a emitir luz visible. Para evitar que el filamento se queme en contacto con el aire, se rodea

con una ampolla de vidrio a la que se le ha hecho el vacío o se ha rellenado con un gas. El conjunto se completa con unos elementos con funciones de soporte y conducción de la corriente eléctrica y un casquillo normalizado que sirve para conectar la lámpara a la luminaria. (Gumar Zapata Acha, 2001)

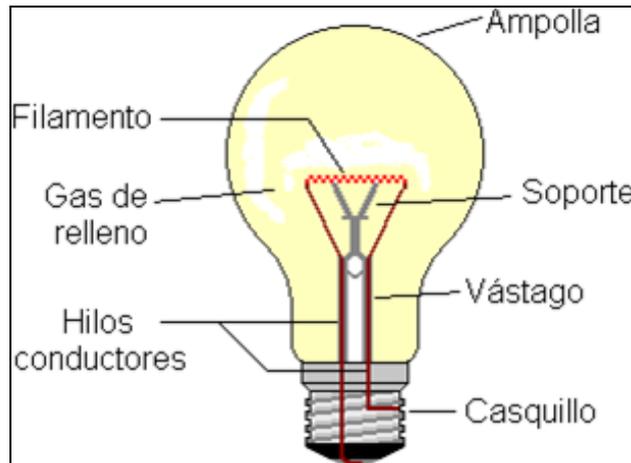


Figura 3-iv Partes de una lámpara incandescente. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.

Clasificación de lámparas incandescentes

Existen dos tipos de lámparas incandescentes: las que contienen un gas halógeno en su interior y las que no lo contienen.

Lámparas no halogenadas

Entre las lámparas incandescentes no halógenas podemos distinguir las que se han rellenado con un gas inerte de aquellas en que se ha hecho el vacío en su interior. La presencia del gas supone un notable incremento de la eficacia luminosa de la lámpara dificultando la evaporación del material del filamento y permitiendo el aumento de la temperatura de trabajo del filamento. Las lámparas incandescentes tienen una duración normalizada de 1.000 horas, una potencia entre 25 y 2000 [W] y unas eficacias entre 7.5 y 11 [lm/W] para las lámparas de vacío y entre 10 y 20 [lm/W] para las rellenas de gas inerte. En la actualidad predomina el uso de las lámparas con gas, reduciéndose el uso

de las de vacío a aplicaciones ocasionales en alumbrado general con potencias de hasta 40 [W].

Lámparas halogenadas

En las lámparas incandescentes normales, con el paso del tiempo, se produce una disminución significativa del flujo luminoso. Esto se debe, en parte, al ennegrecimiento de la ampolla por la evaporación de partículas de tungsteno del filamento y su posterior condensación sobre la ampolla.

Agregando una pequeña cantidad de un compuesto gaseoso con halógenos (cloro, bromo o yodo), normalmente se usa Dibromometano (CH_2Br_2), al gas de relleno se consigue establecer un ciclo de regeneración del halógeno que evita el ennegrecimiento. Cuando el tungsteno (W) se evapora se une al bromo formando el bromuro de wolframio (WBr_2). Como las paredes de la ampolla están muy calientes (más de $260\text{ }^\circ\text{C}$) no se deposita sobre estas y permanece en estado gaseoso. Cuando el bromuro de wolframio entra en contacto con el filamento, que está muy caliente, se descompone en tungsteno que se deposita sobre el filamento y bromo que pasa al gas de relleno. Y así, el ciclo vuelve a empezar.

El funcionamiento de este tipo de lámparas requiere de temperaturas muy altas para que pueda realizarse el ciclo del halógeno. Por eso, son más pequeñas y compactas que las lámparas normales y la ampolla se fabrica con un cristal especial de cuarzo que impide manipularla con los dedos para evitar su deterioro. Su temperatura de funcionamiento alcanza los 3.000°K .

Tienen una eficacia luminosa de 22 [lm/W] con una amplia gama de potencias de trabajo que varía entre 150 a 2.000 [W] según el uso al que estén destinadas. Las lámparas halógenas se utilizan normalmente en alumbrado por proyección y cada vez más en iluminación doméstica. (Gumar Zapata Acha, 2001)

	Lámpara		
	No halogenada		Halogenada
	Con gas	De vacío	
Temperatura del filamento	2500 °C	2100 °C	3000 °C
Eficacia luminosa de la lámpara	10 - 20 [lm/W]	7.5 - 11 [lm/W]	22 [lm/W]
Duración	1000 Hs.	1000 Hs.	2000 – 4000 Hs.
Potencias de trabajo	25 - 40 [W]	25 - 2000 [W]	150 - 2000 [W]

Tabla 3-3. Características lámparas incandescentes. Fuente: Elaboración propia.

▪ Descarga

Las lámparas de descarga constituyen una forma de producir luz más eficiente y económica que las lámparas incandescentes. A diferencia de estas últimas, la tecnología de descarga necesita un equipo auxiliar (balasto, cebador) para su funcionamiento. Según el tipo de gas y la presión a la que se le somete, existen distintos tipos de lámparas de descarga. (Montes Marin, 2014)

Funcionamiento

En las lámparas de descarga, la luz se consigue estableciendo una corriente eléctrica entre dos electrodos situados en un tubo lleno con un gas o vapor ionizado (Fig. 3-v).

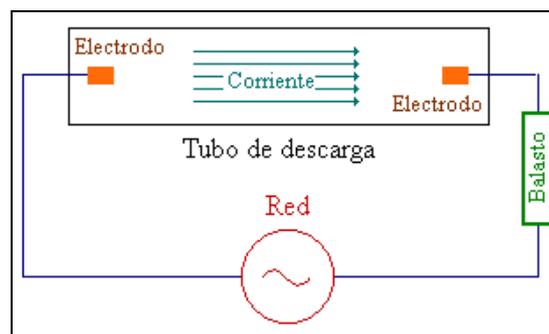


Figura 3-v Circulación de la corriente en un tubo de descarga. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.

En el interior del tubo, se producen descargas eléctricas como consecuencia de la diferencia de potencial entre los electrodos. Estas descargas provocan un flujo de electrones que atraviesa el gas. Cuando uno de ellos choca con los electrones de las capas externas de los átomos les transmite energía y pueden suceder dos cosas.

La primera posibilidad es que la energía transmitida en el choque sea lo suficientemente elevada para poder arrancar al electrón de su orbital. Este, puede a su vez, chocar con los electrones de otros átomos repitiendo el proceso. Si este proceso no se limita, se puede provocar la destrucción de la lámpara por un exceso de corriente.

La otra posibilidad es que el electrón no reciba suficiente energía para ser arrancado. En este caso, el electrón pasa a ocupar otro orbital de mayor energía. Este nuevo estado acostumbra a ser inestable y rápidamente se vuelve a la situación inicial. Al hacerlo, el electrón libera la energía extra en forma de radiación electromagnética, principalmente ultravioleta (UV) o visible. Un electrón no puede tener un estado energético cualquiera, sino que sólo puede ocupar unos pocos estados que vienen determinados por la estructura atómica del átomo. Como la longitud de onda de la radiación emitida es proporcional a la diferencia de energía entre los estados inicial y final del electrón y los estados posibles no son infinitos, es fácil comprender que el espectro de estas lámparas sea discontinuo.

La consecuencia de esto es que la luz emitida por la lámpara no es blanca (por ejemplo en las lámparas de sodio a baja presión es amarillenta). Por lo tanto, la capacidad de reproducir los colores de estas fuentes de luz es, en general, peor que en el caso de las lámparas incandescentes que tienen un espectro continuo. Es posible, recubriendo el tubo con sustancias fluorescentes, mejorar la reproducción de los colores y aumentar la eficacia de las lámparas convirtiendo las nocivas emisiones ultravioletas en luz visible.

Al establecer la eficacia de este tipo de lámparas hay que diferenciar entre la eficacia de la fuente de luz y la de los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento que depende del fabricante. En las lámparas, las pérdidas se centran en dos aspectos: las pérdidas por calor y las pérdidas por radiaciones no visibles (ultravioleta e infrarrojo). El porcentaje de cada tipo dependerá de la clase de lámpara (Fig. 3-vi). (Gumar Zapata Acha, 2001)

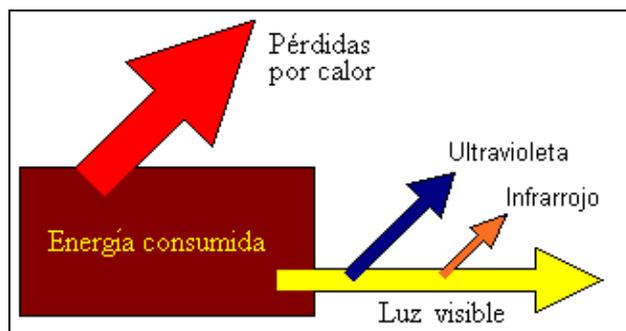


Figura 3-vi Balance energético de una lámpara de descarga. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.

La dificultad de estas lámparas se presenta a la hora del descarte, dado que deben ser gestionadas como residuos peligrosos debido a su contenido de mercurio y otros metales pesados. A pesar de ello, esta forma de iluminación sigue siendo la opción elegida a nivel mundial, debido a la menor utilización de energía; es por esto que se debe hacer hincapié en la utilización de lámparas con menores contenido de mercurio y se debe prestar especial atención en el almacenamiento, transporte y disposición final. (Javier Martínez, 2005)

Partes de una lámpara de descarga

Las formas de las lámparas de descarga varían según la clase de lámpara con que tratemos.

De todas maneras, todas tienen una serie de elementos en común como lo son: el tubo de descarga, los electrodos, la ampolla exterior o el casquillo (Fig. 3-vii). (Gumar Zapata Acha, 2001)

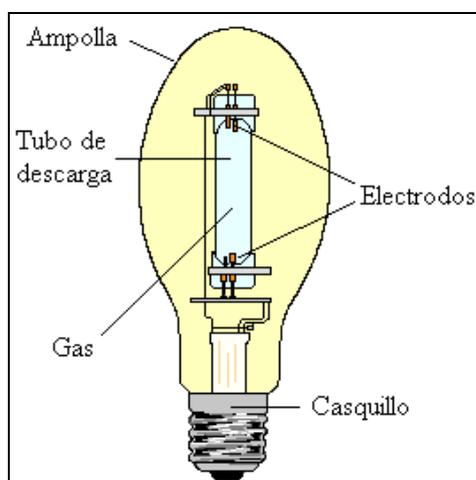


Figura 3-vii Partes lámpara descarga. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.

Clasificación de lámparas de descarga

Las lámparas de descarga se pueden clasificar según el gas utilizado (vapor de mercurio o sodio) o la presión a la que este se encuentre (alta o baja presión). Las propiedades varían mucho de unas a otras y esto las hace adecuadas para unos usos u otros. (Gumar Zapata Acha, 2001)

- Lámparas de vapor de mercurio:

- Baja presión:

- a. Lámparas fluorescentes

- Alta presión:

- b. Lámparas de vapor de mercurio de alta presión

- c. Lámparas de luz mezcla

- d. Lámparas con halogenuros metálicos

- e. Lámparas de vapor de mercurio especiales

- Lámparas de vapor de sodio:

- f. Lámparas de vapor de sodio de baja presión

- g. Lámparas de vapor de sodio de alta presión

- Otros tipos de lámparas

- a. Lámparas Fluorescentes

Son lámparas de vapor de mercurio a baja presión (aproximadamente unos 0.8 Pa). En estas condiciones, en el espectro de emisión del mercurio predominan las radiaciones ultravioletas. Para que estas radiaciones sean útiles, se recubren las paredes interiores del tubo con polvos fluorescentes que convierten los rayos ultravioletas en radiaciones visibles. De la composición de estas sustancias dependerán la cantidad y calidad de la luz, y las cualidades cromáticas de la lámpara (Fig. 3-viii).

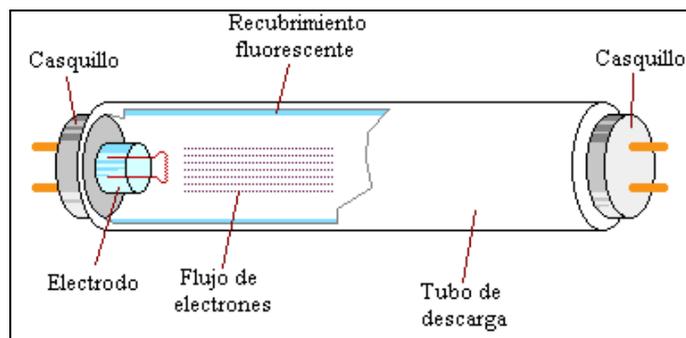


Figura 3-viii Lámpara Fluorescente. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.

Alguna de sus mayores ventajas es que son lámparas de elevada eficacia y vida útil, pudiendo durar hasta 7.500 horas. Necesitan la presencia de elementos auxiliares para su funcionamiento. Sus cualidades de color y su baja luminancia las hacen idóneas para interiores de altura reducida. (Montes Marin, 2014)

b. Lámparas de vapor de mercurio de alta presión

A medida que aumenta la presión del vapor de mercurio en el interior del tubo de descarga, la radiación ultravioleta característica de la lámpara de baja presión pierde importancia respecto a las emisiones en la zona visible (violeta de 404.7 nm, azul 435.8 nm, verde 546.1 nm y amarillo 579 nm).

En estas condiciones la luz emitida, de color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra a añadir sustancias fluorescentes que emitan en esta zona del espectro. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara. La temperatura de color se mueve entre 3.500 y 4.500 K con índices de rendimiento en color de 40 a 45 normalmente. La vida útil, teniendo en cuenta la depreciación se establece en unas 8.000 horas. La eficacia oscila entre 40 y 60 [lm/W] y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que conviertan la luz ultravioleta en visible.

Los modelos más habituales de estas lámparas tienen una tensión de encendido entre 150 y 180[V] que permite conectarlas a la red de 220 [V] sin necesidad de elementos auxiliares. Para encenderlas se recurre a un electrodo auxiliar próximo a uno de los electrodos principales que ioniza el gas inerte contenido en el tubo y facilita el inicio de la descarga entre los electrodos principales. A continuación se inicia un

período transitorio de unos cuatro minutos, caracterizado porque la luz pasa de un tono violeta a blanco azulado, en el que se produce la vaporización del mercurio y un incremento progresivo de la presión del vapor y el flujo luminoso hasta alcanzar los valores normales. Si en estos momentos se apagara la lámpara no sería posible su reencendido hasta que se enfriara, puesto que la alta presión del mercurio haría necesaria una tensión de ruptura muy alta (Fig. 3-ix). (Gumar Zapata Acha, 2001)

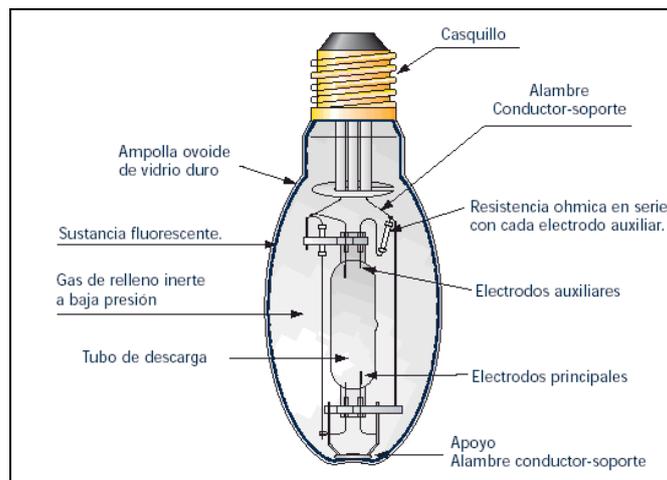


Figura 3-ix Lámpara de Vapor de Mercurio. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.

c. Lámpara Luz de mezcla

Son una combinación de las lámparas de vapor de mercurio a alta presión y lámparas incandescentes y, habitualmente, un recubrimiento fosforescente. El resultado de esta mezcla es la superposición, al espectro del mercurio, del espectro continuo característico de la lámpara incandescente y las radiaciones rojas provenientes de la fosforescencia (Fig. 3-x).

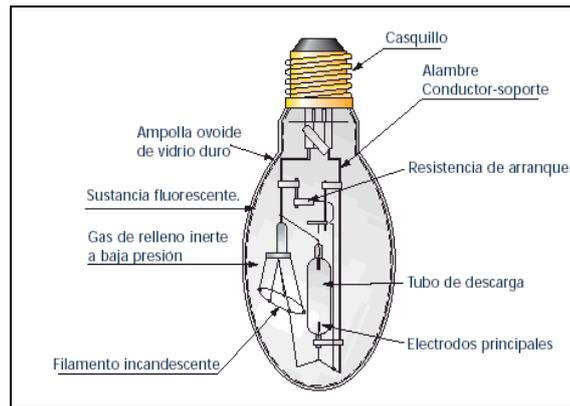


Figura 3-x Lámpara de mezcla. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.

Su eficacia se sitúa entre 20 y 60 [lm/W] y es el resultado de la combinación de la eficacia de una lámpara incandescente con la de una lámpara de descarga. Estas lámparas ofrecen una buena reproducción del color con un rendimiento en color de 60 y una temperatura de color de 3.600 K.

Su duración viene limitada por el tiempo de vida del filamento que es la principal causa de fallo. No necesitan balasto ya que el filamento actúa como estabilizador de corriente. (Gumar Zapata Acha, 2001)

d. Lámparas con Halogenuros metálicos

Este tipo de lámpara posee halogenuros metálicos (sodio, talio, indio, etc.) además del relleno de mercurio, consiguiendo mejorar considerablemente la capacidad de reproducir el color, además de mejorar su eficacia. Cada una de estas sustancias aporta nuevas líneas al espectro (por ejemplo amarillo el sodio, verde el talio y rojo y azul el indio) (Fig. 3-xi).

Tienen una temperatura de color de 3.000 a 6.000 K dependiendo de los yoduros añadidos y un rendimiento del color de entre 65 y 95. La eficacia de estas lámparas ronda entre los 60 y 96 [lm/W] y su vida media es de unas 10.000 horas. Tienen un período de encendido de unos diez minutos, que es el tiempo necesario hasta que se estabiliza la descarga. Para su funcionamiento es necesario un dispositivo especial de encendido, puesto que las tensiones de arranque son muy elevadas (1500-5000 V). Existen de diferentes casquillos pudiendo ser de rosca, bayoneta o de espigas.

Dadas estas características, su uso es muy extendido y variado, como por ejemplo en alumbrados públicos, fábricas, comercios, iluminación de fachadas, monumentos, etc. (Gumar Zapata Acha, 2001)

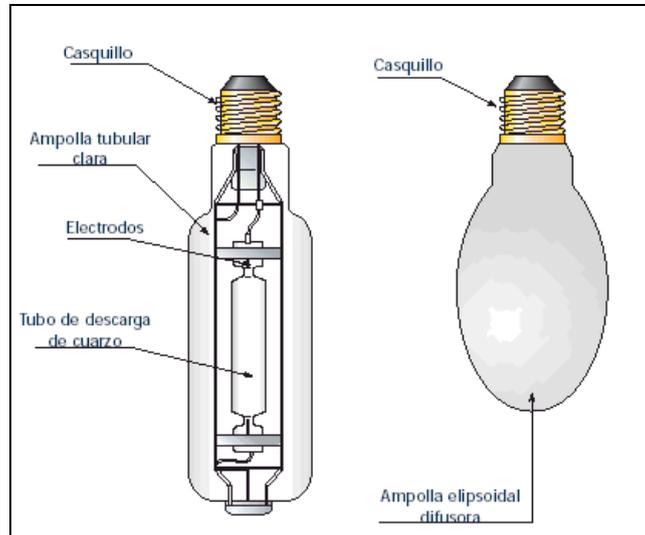


Figura 3-xi Lámpara de halogenuros metálicos. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.

f. Lámparas de vapor de sodio a baja presión

En estas lámparas se origina la descarga eléctrica en un tubo de vapor de sodio a baja presión produciéndose una radiación prácticamente monocromática (Fig. 3-xii).

La vida media de estas lámparas es muy elevada, de unas 15.000 horas y la depreciación de flujo luminoso que sufren a lo largo de su vida es muy baja por lo que su vida útil es de entre 8.000 y 10.000 horas. En cuanto al final de su vida útil, este se produce por agotamiento de la sustancia emisora de electrones como ocurre en otras lámparas de descarga, aunque también se puede producir por deterioro del tubo de descarga o de la ampolla exterior.

Su uso está limitado a aplicaciones en las que el color de la luz (amarillento en este caso) no sea relevante como son autopistas, túneles, áreas industriales, etc. Además, su elevado tamaño para grandes potencias implica utilizar luminarias excesivamente grandes. (Gumar Zapata Acha, 2001)

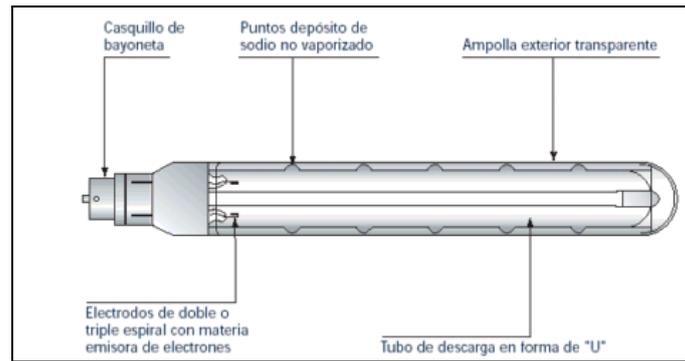


Figura 3-xii Lámpara Vapor de sodio a baja presión. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.

g. Lámparas de vapor de sodio a alta presión

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión (Fig. 3-xiii).

Mejoran la reproducción cromática de las de baja presión y, aunque la eficacia disminuye su valor, sigue siendo alto comparado con otros tipos de lámparas. Además, su tamaño hace que el conjunto óptica-lámpara sea muy eficiente.

Actualmente está creciendo su uso al sustituir a las lámparas de vapor de mercurio, ya que presentan una mayor vida útil con una mayor eficacia. Entre las causas que limitan la duración de la lámpara, además de mencionar la depreciación del flujo se deben mencionar la falla por fugas en el tubo de descarga y el incremento progresivo de la tensión de encendido necesaria hasta niveles que impiden su correcto funcionamiento. Este tipo de lámparas se emplean en instalaciones exteriores de tráfico e industriales, e instalaciones interiores industriales y comercios. (Gumar Zapata Acha, 2001)

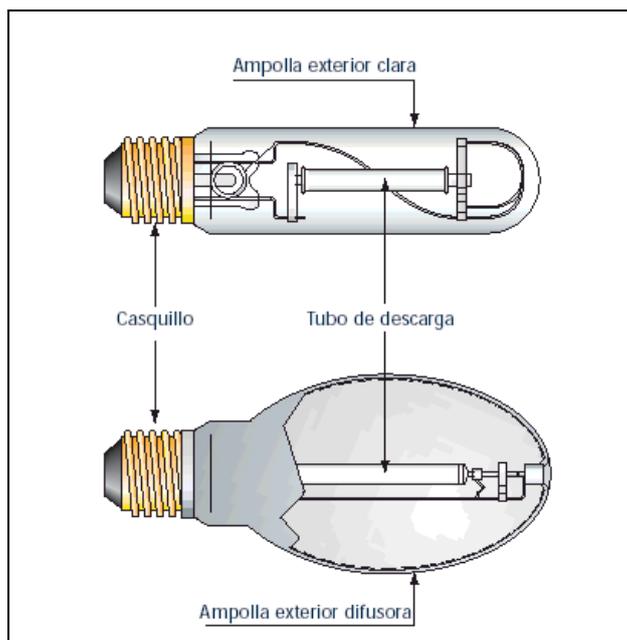


Figura 3-xiii Lámpara de Vapor de sodio a alta presión. Fuente: Gumar Zapata Acha, 2001.

	Lámpara					
	Vapor de Mercurio				Vapor de sodio	
	Baja presión	Alta presión			Baja presión	Alta presión
	Fluorescente	Vapor de Mercurio	Luz mezcla	Halogenuros Metálicos		
Eficacia luminosa	38 - 91 [lm/W]	40 - 60 [lm/W]	20 - 60 [lm/W]	60 - 96 [lm/W]	160 - 180 [lm/W]	70 - 130 [lm/W]
Vida útil	7300 Hs	8000 Hs	9000 Hs	3000 Hs	6000 - 8000 Hs	8000 - 12000 Hs
IRC	80 - 90	40 - 50	60	65 - 85	-	25 - 80
Temperatura de color	2600 - 6500 K	3500 - 4500 K	3600 K	3000 - 6000 K	1400 K	2000 - 2200 K
Tiempo encendido	Instantáneo	4 - 5 Minutos	2 Minutos	10 Minutos	10 Minutos	Muy breve

Tabla 3-4. Resumen lámparas de descarga. Fuente: Elaboración propia.

▪ LED

LED significa ‘diodo emisor de luz’ (del acrónimo inglés LED, light-emitting diode). Un diodo es un dispositivo fabricado de dos materiales conductores diferentes que permiten circular la corriente en una sola dirección. Cuando pasa electricidad por el diodo, los átomos de uno de los materiales se excitan a un nivel superior de energía. Esta energía se libera cuando los átomos transfieren electrones al

otro material. Durante esta liberación de energía es cuando se produce luz. El color de la luz del LED dependerá del material inorgánico con el que está fabricado el diodo y de cómo esté configurado.

Desde hace más de una década, los LEDs constituyen una alternativa viable a las fuentes de luz convencionales, y las constantes mejoras en eficiencia lumínica no hacen sino favorecer su continuidad y diversificación. (Montes Marin, 2014)

En estos diodos, la emisión de luz se provoca por la recombinación de electrones y de iones positivos en la reparación de una unión p-n bajo la influencia de un campo eléctrico continuo.

Características:

- Vida larga (hasta 50.000 horas)
- Alta eficacia/ bajo consumo de energía
- Sin radiación IR ni UV
- Capaz de encender a bajas temperaturas (hasta -40°C)
- Reciclable al 95%
- Luz directa que incrementa la eficiencia del sistema
- Control y variabilidad de colores
- Arranque instantáneo 100% luz

3.3.2. Luminaria

Según la Norma UNE-EN 60598-1, adoptada de la Norma Internacional CIE 598-1, se define luminaria (Fig. 3-xv) como aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas, (excluyendo las propias lámparas) y, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación.

De manera general consta de los siguientes elementos:

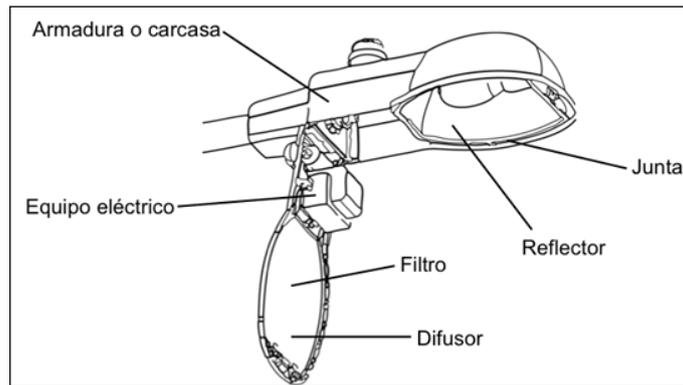


Figura 3-xiv Luminaria abierta. Fuente: Curso online de iluminación. Universidad de Cataluña.

▪ **Armadura o carcasa:** Es el elemento físico mínimo que sirve de soporte y delimita el volumen de la luminaria conteniendo todos sus elementos.

▪ **Equipo eléctrico:** Sería el adecuado a los distintos tipos de fuentes de luz artificial y en función de la siguiente clasificación:

- Incandescentes normales sin elementos auxiliares.
- Halógenas de alto voltaje a la tensión normal de la red, o de bajo voltaje con transformador o fuente electrónica.
- Fluorescentes. Con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.
- De descarga. Con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.

▪ **Reflectores:** Son determinadas superficies en el interior de la luminaria que modelan la forma y dirección del flujo de la lámpara. En función de cómo se emita la radiación luminosa pueden ser:

- Simétrico (con uno o dos ejes) o asimétrico.
- Concentrador (haz estrecho menor de 20°) o difusor (haz ancho entre 20 y 40°; haz muy ancho mayor de 40°).
- Especular (con escasa dispersión luminosa) o no especular (con dispersión de flujo).
- Frío (con reflector dicróico) o normal.

▪ Difusores: Elemento de cierre o recubrimiento de la luminaria en la dirección de la radiación luminosa. Los tipos más usuales son:

- Opal liso (blanca) o prismática (metacrilato traslúcido).
- Lamas o reticular (con influencia directa sobre el ángulo de apantallamiento).
- Especular o no especular (con propiedades similares a los reflectores).

▪ Filtros: En posible combinación con los difusores sirven para potenciar o mitigar determinadas características de la radiación luminosa.

3.3.3. Equipos auxiliares

Los equipos auxiliares más comunes son los balastos, arrancadores o cebadores, y condensadores, así como, transformadores para las lámparas halógenas de baja tensión. En caso de trabajar con equipo electrónico los tres componentes necesarios para el adecuado funcionamiento de la lámpara (equipo, cebador y condensador) se incorporan en un solo elemento.

Equipos doble nivel de potencia

La aplicación de los equipos de doble nivel de potencia está destinada a instalaciones de alumbrado en las que, a determinadas horas de su funcionamiento, se puede reducir el nivel de iluminación sin una disminución importante de la visibilidad, pero con un ahorro de energía considerable, siendo este ahorro entre el 37 al 40 %.

Su funcionamiento se basa en la utilización de balastos especiales, denominados de doble nivel de potencia, que inicialmente suministran los valores nominales de potencia a la lámpara, obteniéndose el flujo máximo previsto para la misma y al cual denominaremos Nivel Máximo de potencia. Luego, a la hora programada en el temporizador electrónico, un relé incluido en el circuito temporizador conmuta la entrada de corriente pasándola a una bobina de mayor impedancia (medida de oposición que presenta un circuito a una corriente cuando se aplica un voltaje), reduciendo con esto la corriente en la lámpara y en consecuencia la potencia y el flujo emitido por la misma, se obtiene así el denominado Nivel Reducido de potencia.

La conexión y desconexión de la luminaria la controla la fotocélula y el cambio de nivel lo realiza el equipo automáticamente, siendo esta operación realizada independientemente en cada luminaria. De este modo se asegura siempre el encendido de la lámpara a plena potencia, tal y como lo recomiendan los fabricantes de lámparas.

4. Alumbrado Público Mar del Plata

4.1. Sistema eléctrico Argentino

Durante los años 1991 y 1993 se llevaron a cabo profundas modificaciones en el sector eléctrico argentino con el fin de privatizar los distintos sectores del mismo, para lo cual el Estado Argentino sancionó distintos instrumentos legales.

Los dos instrumentos más significativos fueron:

- Decreto N° 634/91, en el cual se establece la estructura del mercado eléctrico.
- Ley N° 24.065, que fue reglamentada por el decreto N° 1.398/92, que dio nacimiento al ENRE (Ente Nacional Regulador de Electricidad).

Sector eléctrico Provincia de Buenos Aires

El servicio público de distribución de energía eléctrica en la Provincia de Buenos Aires estuvo desde principios de la década de 1980 a cargo de la ex Dirección de Energía de la Provincia de Buenos Aires (DEBA).

El 1° de agosto de 1990, anticipando de alguna manera las transformaciones futuras para el ámbito nacional, se produjo la escisión de las actividades de explotación y de las funciones político-administrativas mediante la creación de la Empresa Social de Energía de la Provincia de Buenos Aires Sociedad Anónima (ESEBA S.A.) con el fin de llevar a cabo el servicio y quedando para DEBA (que más adelante se denominaría Ente Provincial Regulador Energético (EPRE)) la función de Autoridad de Aplicación y Policía del servicio.

La sanción del Marco Regulatorio Eléctrico Nacional (Ley N° 24.065) imprimió un nuevo impulso transformador tanto en el plano institucional como en el de la gestión empresarial. Dando origen a los correspondientes proyectos de Marco Regulatorio para proceder a la privatización total o parcial de los servicios, prestaciones u obras cuya gestión se encontrara a cargo de ESEBA S.A.

El proceso de privatización se llevó a cabo de acuerdo con la habilitación otorgada por la Ley N° 11.771 observando integralmente los preceptos de la Ley N° 11.769 para lo cual, en principio, se procedió a disponer la venta mediante licitación pública

nacional e internacional del capital accionario de las empresas de generación, transmisión y distribución.

Generación

ESEBA generación tenía sus plantas concentradas en Bahía Blanca y la costa atlántica, con tecnología turbovapor y turbogas, siendo el combustible más utilizado el gas natural.

A los efectos de la privatización se la subdividió en dos empresas: C.T. Piedrabuena y C.T. Costa Atlántica (Centrales de la Costa Atlántica S.A.)

Centrales de la Costa Atlántica S.A. (CCA S.A.) tiene por objeto la producción y comercialización de energía eléctrica a través de la operación de sus cuatro centrales ubicadas en la costa atlántica bonaerense, las mismas se encuentran en Mar del Plata (Central 9 de julio), Necochea, Mar de Ajó y Villa Gesell.

Conforme lo establecido en el Decreto Provincial N° 2.942/00, su composición accionaria corresponde en un noventa y nueve por ciento (99%) al Estado Provincial - representado por el Ministerio de Infraestructura- y el uno por ciento (1%) restante al Banco de la Provincia de Buenos Aires.

Como agente generador, Centrales de la Costa Atlántica S.A. forma parte del Mercado Eléctrico Mayorista, y sus operaciones se encuentran integradas al Sistema Interconectado Nacional. La potencia instalada máxima bruta de la Empresa es de 510 MW.

Por la ubicación estratégica de sus cuatro centrales eléctricas, CCA S.A. aporta a las crecientes necesidades de demanda eléctrica en la zona atlántica.

En los últimos años el consumo de energía ha crecido fuertemente en todo el país. En este sentido, entre 2002 y 2006, la generación de Centrales de la Costa Atlántica S.A. mostró un incremento superior al 400%. Esta demanda de energía no sólo se observa en los meses de verano, sino que en los últimos dos años también se ha observado un crecimiento que supera a la media estimada para los meses invernales.

Centrales de la Costa Atlántica S.A. ha ofrecido respuestas satisfactorias frente a escenarios de elevada demanda: resultado de acciones concretas que han tenido por objeto mejorar la disponibilidad y operatividad del Parque Generador mediante mantenimientos preventivos adecuados, remodelaciones, obras, y la permanente capacitación de sus Recursos Humanos.

La Central Eléctrica 9 de Julio se encuentra ubicada en las cercanías del Puerto de la ciudad de Mar del Plata, sobre la avenida costanera Martínez de Hoz y fue inaugurada en el año 1955. Claro que desde esa época la Central tuvo muchos cambios y hoy produce casi 8 veces más energía eléctrica que la producida 40 años atrás.

Como ya se mencionó en la introducción la potencia instalada de esta central es de 151 MW, y su Parque Generador está compuesto por 5 unidades Turbogas y 2 unidades Turbovapor que funcionan con Gas Natural durante la mayor parte del año, pudiendo también utilizar como combustibles alternativos Gas Oil y Fuel Oil.

Transporte

Los transportistas vinculan eléctricamente todos los nodos del Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

Cualquier Agente del Mercado Eléctrico Mayorista puede cumplir Función Técnica de Transporte. Es decir, si en su red propia un Generador, un Gran Usuario o un Distribuidor, además de los Transportistas, tiene conectado algún Gran Usuario algún Generador o algún Distribuidor, también cumple la Función Técnica de Transporte.

Distribución

ESEBA distribución atendía aproximadamente 790.000 clientes directos y alrededor de 600.000 de manera indirecta a través de los distribuidores municipales, cubriendo una extensión de más de 291.000 Km².

A efectos de alentar la competencia por comparación de una actividad que por naturaleza es un monopolio natural y optimizar los resultados de la licitación, se optó por dividir a la empresa en tres áreas: Empresa de Energía Atlántica Sociedad Anónima

(EDEA S.A.), Empresa de Energía Norte Sociedad Anónima (EDEN S.A.) y Empresa de Energía Sur Sociedad Anónima (EDES S.A.).

El sistema de abastecimiento eléctrico del área de concesión a cargo de EDEA tiene aportes de origen mixto. Por un lado recibe energía a través del sistema de transporte provincial y sus vínculos con el sistema interconectado nacional, además de los aportes de generación que provee la empresa del estado provincial Centrales de la Costa, con sus centrales térmicas de Necochea, Mar del Plata, Mar de Ajó y Villa Gesell.

Al inicio de la concesión de EDEA, la región atlántica se encontraba entre las más críticas del país en materia de abastecimiento, a punto de no poder satisfacer la demanda de energía de sus clientes.

Ante esta situación, EDEA impulsó y construyó una línea de 132 kV que une a las localidades de Olavarría y Barker. Su puesta en funcionamiento, en octubre de 2001, sumada a las sucesivas obras e inversiones llevadas a cabo en la región, aumentaron la potencia disponible en un 50% respecto de la capacidad existente en el comienzo de la concesión; generando que el abastecimiento sea mucho más confiable y seguro.

La energía que se genera de las Centrales Eléctricas atraviesa Estaciones Transformadoras (Fig. 4-i), estos son lugares donde la electricidad de alta tensión se convierte en electricidad de baja tensión. Mar del Plata tiene las siguientes Estaciones Transformadoras:



Figura 4-i Estaciones Transformadoras. Fuente: Edea.

La concesión de EDEA abarca aproximadamente 105.438 Km² y brinda servicio a una población estimada de más de 1.500.000 personas.

La Empresa presta servicio, en forma directa a 17 localidades, contando además entre sus clientes a 35 cooperativas eléctricas encargadas de la distribución de energía en otras ciudades comprendidas en su área de concesión.

4.2. *Ente Municipal de Vialidad y Alumbrado Público - EMVIAL*

Ente Municipal de Vialidad y Alumbrado Público (EMVIAL) funciona con carácter de persona jurídica descentralizada de carácter público, de acuerdo con las previsiones de la Ley Orgánica de las Municipalidades y las disposiciones de la ordenanza N° 19.019.

Según Ordenanza municipal N° 21.571/13 son funciones del Ente proyectar, ejecutar, mantener y atender al funcionamiento, por sí o por terceros, de:

I. La red vial, calles sin asfaltar y caminos rurales del Partido de General Pueyrredon.

II. La red de alumbrado público.

III. La señalización vertical y horizontal en el ámbito del Partido de General Pueyrredon. Asimismo, tendrá a su cargo:

a. La elaboración de los planes de trabajo, construcción y conservación de la red vial no asfaltada y caminos rurales del Partido de General Pueyrredon.

b. La centralización de políticas viales llevando a cabo el mantenimiento de los caminos rurales y la conservación urbana de las calles que no poseyeran asfalto, sean éstas de tierra o engranzadas, coordinando su actividad con las Delegaciones Municipales en sus respectivas jurisdicciones.

c. El asesoramiento sobre caminos a construir o reparar, y

d. Toda otra actividad relacionada de manera directa con los servicios e infraestructuras indicadas.

La dirección y administración del Ente está ejercida por un Presidente con jerarquía de Secretario Municipal, quien está asistido por un Vicepresidente con jerarquía de Subsecretario, que podrá reemplazarlo en caso de ausencia temporaria.

Constituyen recursos del Ente:

1. Las sumas que anualmente establezca el Presupuesto aprobado por el Departamento Deliberativo.

2. Los que genere el Ente por aplicación de las prescripciones de la presente y en general, todos aquellos inherentes a su objeto, previstos en el artículo N° 226 de la Ley Orgánica de las Municipalidades.

3. Las subvenciones, fondos o cualquier clase de aportes que perciba del estado nacional, provincial o municipal; directamente o a través de sus organismos descentralizados, sociedades de estado o cualquier otra clase de personas jurídicas estatales legalmente constituidas.

4. Los legados, donaciones o contribuciones que se efectuaren a su favor.

5. Los préstamos, transferencias, subsidios y cualquier otro aporte que reciba de personas u organismos públicos o privados, nacionales o extranjeros.

6. La recaudación correspondiente a las cuentas de contribución por mejoras de las obras y servicios de su incumbencia.

7. Los ingresos provenientes de servicios financieros de los planes de pago de provisión de vivienda.

8. Los correspondientes al Fondo Municipal de Transporte.

Frente al presupuesto anual del sector, el mantenimiento del alumbrado público representa los mayores costes, seguido por la adquisición de luminarias y en último lugar por la administración. (Honorable Tribunal de Cuentas)

Organización

El EMVIAL está compuesto por cuatro sectores: Vialidad, Alumbrado Público, Conservación Urbana y Caminos Rurales e Ingeniería de tránsito (Señalización y Semáforos) (Fig. 4-ii).

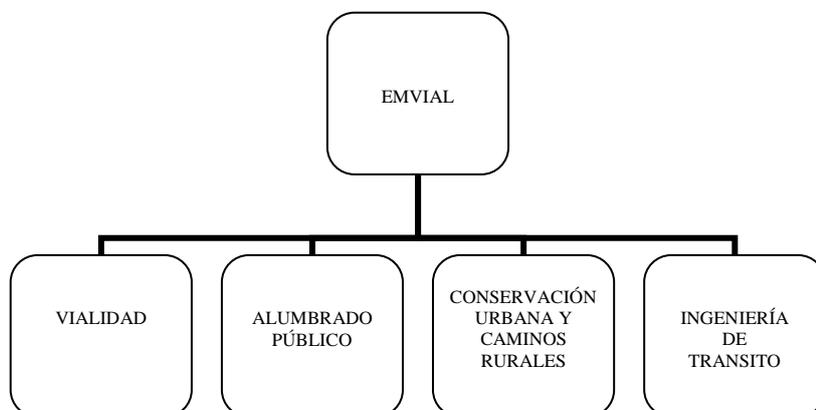


Figura 4-ii Departamentos EMVIAL. Fuente: Elaboración propia.

En el EMVIAL se encuentran empleadas 350 (trescientos cincuenta) personas, de las cuales 80 (ochenta) se dedican al sector de “Alumbrado”.

Equipamiento

El sector de alumbrado cuenta con 20 hidrogrúas (Fig. 4-iii). Las hidrogrúas son equipos que combinan un camión con una pluma de grúa permitiendo apoyar la carga sobre el camión sin la necesidad de tener una máquina grúa que realice este trabajo. Este camión posibilita el transporte de una gran cantidad de material.

Una vez por año, se realiza una verificación hidráulica de cada unidad, como así también la verificación técnica vehicular (VTV); brindando de esta manera la mayor seguridad a sus operarios como al ámbito de trabajo donde estas operan.

Cada hidrogrúa es operada por dos empleados del sector.



Figura 4-iii Hidrogrua. Fuente: Sitio web oficial Municipalidad de General. Pueyrredon.

Insumos

Los pasos previos a la compra de los insumos necesarios se detallan a continuación. En principio se realiza una solicitud por parte del sector de alumbrado, en donde se determinan los modelos requeridos como así también las especificaciones técnicas de los insumos. Las compras se realizan dependiendo de las necesidades

principalmente; aunque también se realiza a modo de stock, como sucedió en el año 2009 donde se adquirieron 30.000 luminarias.

Posterior a esto se realiza la licitación pública, como lo determina el Artículo N° 151 perteneciente al Decreto-Ley N° 6.769/58 –Orgánica de las Municipalidades –. Se emite tanto en el boletín oficial como en medios de comunicación públicos. Las empresas adquieren los pliegos de los contratos que determinan las características que las administraciones requieren sean cumplidos. Con dicha información las empresas del sector privado pueden preparar sus ofertas y entrar a participar de los concursos públicos y así, posteriormente enviar sus ofertas.

Una vez entregada la documentación requerida por las autoridades competentes, existe un plazo para que éstas adjudiquen la contratación a alguna de las empresas que han participado en el concurso, y éste varía en función del tipo de procedimiento utilizado.

La adjudicación del contrato se da por parte del órgano contratante, normalmente asistido por una Mesa de Contratación o una Junta Consultiva, en este caso por el contador del sector, el abogado del sector, personal del ente, siendo de ámbito público y por esta razón, público abierto también.

Cuando el contrato es adjudicado, el resultado debe ser publicado en el correspondiente Boletín Oficial, de forma que se cumplan los criterios requeridos por ley.

Hoy en día las adquisiciones que se realizan son mayoritariamente de industria argentina, por cuestiones de importación, valor del dólar americano y otros. (Gordillo, 2009)

Centro atención al vecino

En agosto del 2013 se presentó el Centro de atención al vecino. El Centro de Atención al Vecino es una herramienta de comunicación directa entre la comunidad y el municipio, que permite a los vecinos realizar solicitudes de servicios de manera telefónica u online, atiende solicitudes referidas a alumbrado público entre otros, y luego permite hacer el seguimiento del trabajo.

Las solicitudes de servicios referentes al alumbrado público, están categorizadas en:

- Problemas de encendido: no enciende luminaria, luminaria encendida las 24 hs, luminaria intermitente, poca iluminación, zona apagada y zona encendida.
- Mantenimiento de tulipas: falta de limpieza de tulipa, falta de tulipa y tulipa rota.
- Columnas metalizas o Postes de madera: brazo de columna desprendido/girado, electrificada, columna en mal estado, falta de tapa protectora de electricidad y no reposición de columna extraída.
- Cables de luz: cable de alumbrado caído, cables cortados y robo de cable.
- Otros: parte de luminaria colgando y pasacalles atados a la luminaria.

En los siguientes gráficos se muestran las repuestas positivas de la comunidad frente a la iniciativa y de la municipalidad frente a los reclamos (Fig. 4-iv) (Sitio web oficial Municipalidad de General Pueyrredon).

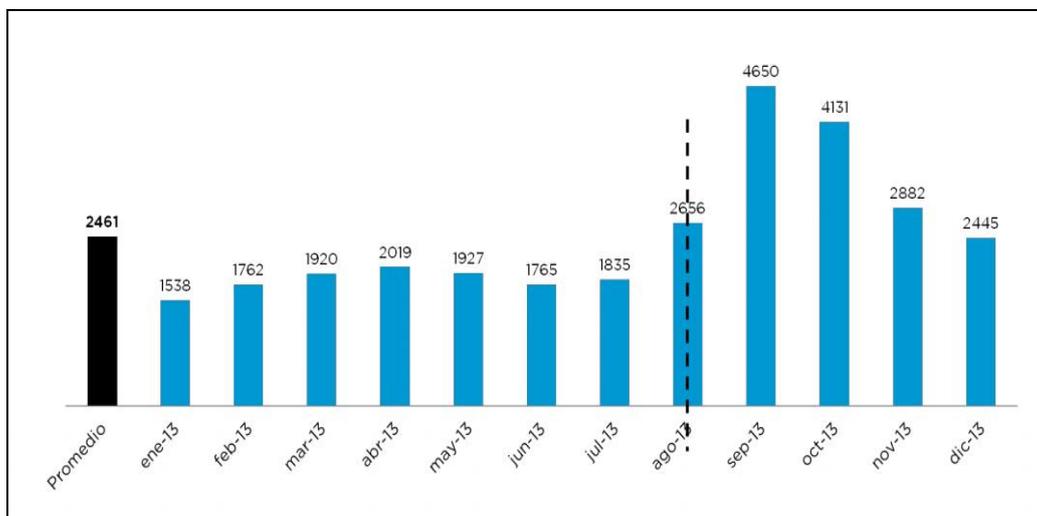


Figura 4-iv Reclamos por mes. Fuente: Informe anual de Alumbrado, 2013.

A partir del lanzamiento de la iniciativa se duplicaron la cantidad de reclamos mensuales (Fig. 4-v).

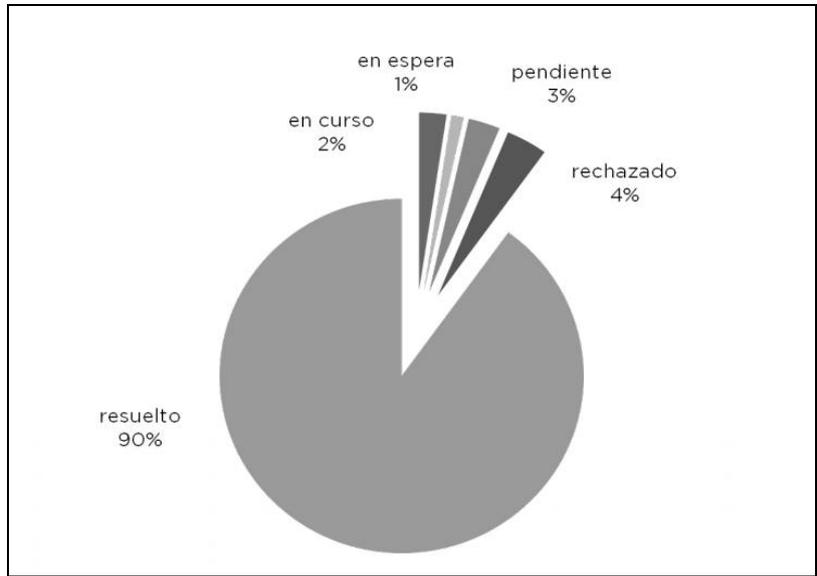


Figura 4-v Estado de reclamos. Fuente: Informe anual de Alumbrado, 2013.

El 95% de los reclamos está resuelto (rechazado) o en curso. Se estima que se cuenta con una eficiencia de 6 días entre la realización del reclamo y su reparación. (Municipalidad de General Pueyrredón, 2013)

4.3. Caracterización del alumbrado Público en mar del plata

Actualmente el partido de General Pueyrredon cuenta con una cantidad total de luminarias de 69.469. Del total de dichas luminarias, en la zona seleccionada se encuentran 16.512, las cuales representan el 19% del total (Fig. 4-vi)

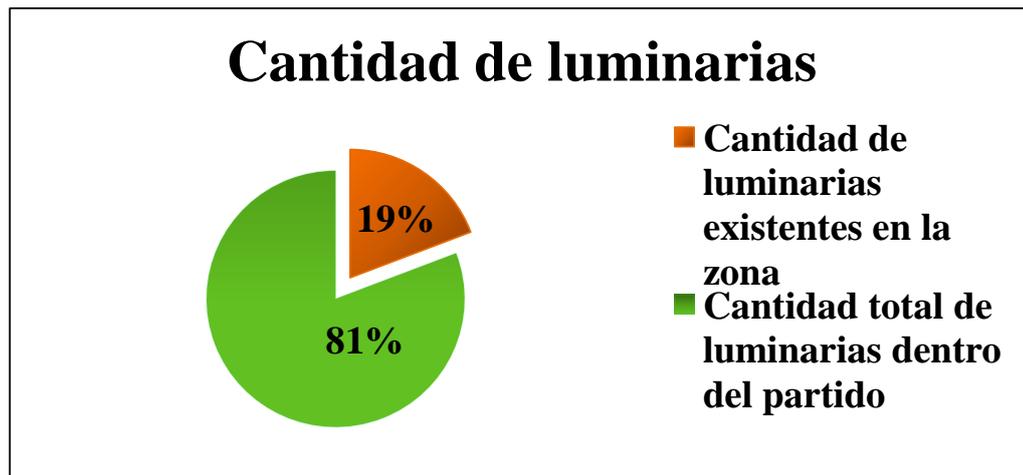


Figura 4-vi Cantidad de luminarias. Fuente: Elaboración propia.

4.3.1. Lámparas

En la tabla siguiente se pueden observar los diferentes tipos de lámparas y sus respectivas potencias y cantidades de las diferentes luminarias pertenecientes a la zona elegida. Solo un 7% del total de luminarias del espacio muestral no contiene datos precisos de tipo de lámpara (Fig. 4-vii).

POTENCIA	TIPO DE LAMPARA	CANTIDADES
80	V.M.F. (VAPOR DE MERCURIO FLUORESCENTE)	41
125	V.M.F. (VAPOR DE MERCURIO FLUORESCENTE)	14
250	V.M.F. (VAPOR DE MERCURIO FLUORESCENTE)	53
70	SP (VAPOR SODIO A.P. - plus)	91
100	SP (VAPOR SODIO A.P. - plus)	8.750
150	SP (VAPOR SODIO A.P. - plus)	3.390
250	SP (VAPOR SODIO A.P. - plus)	1.160
400	SP (VAPOR SODIO A.P. - plus)	625
150	MH (MERCURIO HALOGENADO)	20
250	MH (MERCURIO HALOGENADO)	178
18	LED	42
77	LED	95
250	D-N-SP (SODIO DOBLE NIVEL DE POTENCIA)	920
400	D-N-SP (SODIO DOBLE NIVEL DE POTENCIA)	16
TOTAL LÁMPARAS		15.395

Tabla 4-1. Lámparas. Fuente: EMVIAL.

En resumen podemos visualmente determinar que en su mayoría las lámparas colocadas son de vapor de sodio de alta potencia, sodio doble nivel de potencia y en menor cantidad de mercurio halogenado (Fig. 4-viii).

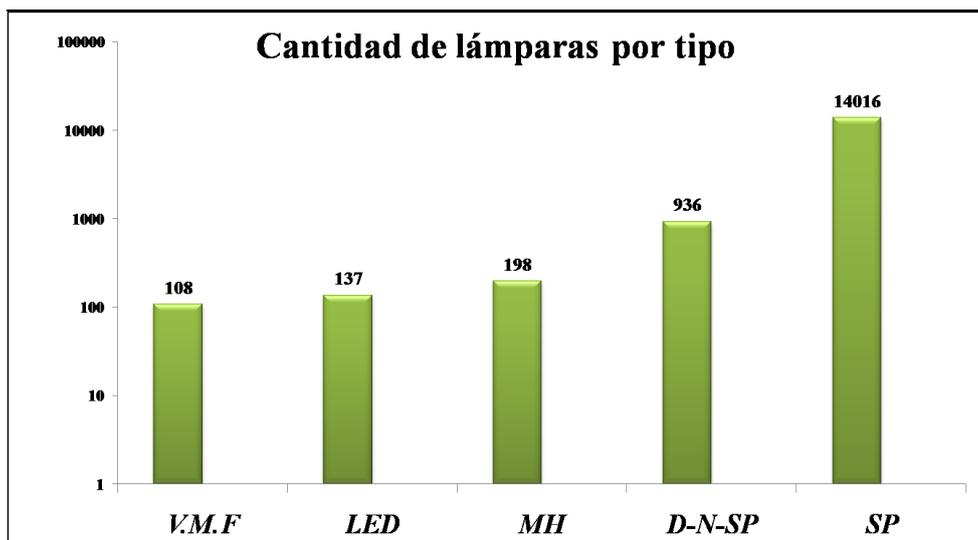


Figura 4-vii Tipo de lámparas. Fuente: Elaboración propia.

Análisis comparativo

Para poder realizar un análisis comparativo del comportamiento y funcionamiento de las lámparas, se seleccionaron cinco indicadores. Los mismos fueron elegidos por relevancia en el momento de tomar decisiones.

Es importante nuevamente aclarar que los datos que se recogen en las tablas sobre las distintas lámparas son siempre valores orientativos.

Los indicadores son:

▪ Rendimiento Luminoso

Si se lograra fabricar una lámpara que transformara sin pérdidas toda la potencia eléctrica consumida en luz de una longitud de onda de 555 nm, esta lámpara tendría el mayor rendimiento luminoso posible, cuyo valor sería de 683 [lm/W], pero como solo una pequeña parte es transformada en luz, los rendimientos luminosos obtenidos hasta ahora para las distintas lámparas quedan muy por debajo de ese valor, presentando diferencias notables entre las mismas.

Los valores de rendimiento de las distintas lámparas serán designados de la siguiente manera:

Rendimiento luminoso	Resultado	Color
< 60 [lm/W]	BAJO	ROJO
60 - 80 [lm/W]	MEDIO	AMARILLO
>80 [lm/W]	ALTO	VERDE

Tabla 4-2. Rendimiento luminoso. Fuente: Elaboración propia.

A partir de las potencias de las lámparas presentes en el espacio muestral se identificaron valores de flujos luminosos orientativos de cada lámpara para poder aproximar el rendimiento luminoso de cada una.

Tipo de lámpara	Potencia	Flujo luminoso [lm]	Rendimiento luminoso [lm/W]
V.M.F. (VAPOR DE MERCURIO FLUORESCENTE)	80	3800,00	47,50
V.M.F. (VAPOR DE MERCURIO FLUORESCENTE)	125	6300,00	50,40
V.M.F. (VAPOR DE MERCURIO FLUORESCENTE)	250	13500,00	54,00
SP (VAPOR SODIO A.P. - plus)	70	6600,00	94,29
SP (VAPOR SODIO A.P. - plus)	100	10500,00	105,00
SP (VAPOR SODIO A.P. - plus)	150	16500,00	110,00
SP (VAPOR SODIO A.P. - plus)	250	32000,00	128,00
SP (VAPOR SODIO A.P. - plus)	400	55000,00	137,50
MH (MERCURIO HALOGENADO)	150	13000,00	86,67
MH (MERCURIO HALOGENADO)	250	20500,00	82,00
LED	18	1620,00	90,00
LED	77	8470,00	110,00
D-N-SP (SODIO DOBLE NIVEL DE POTENCIA)	250	33000,00	132,00
D-N-SP (SODIO DOBLE NIVEL DE POTENCIA)	400	55000,00	137,50

Tabla 4-3 Resultados rendimiento luminoso. Fuente: Elaboración propia.

▪ Vida útil de la lámpara

Otro parámetro importante es considerar el tiempo estimado de uso que posee la fuente de luz. Ya que a mayor longevidad de las lámparas, se necesitan reemplazos con menor frecuencia, lo que disminuye los problemas de costo de mantenimiento principalmente.

Vida Útil	Resultado
< 5000 Hs.	BAJO
5000 – 15.000 Hs.	MEDIO
> 15.000 Hs.	ALTO

Tabla 4-4 Vida útil. Fuente: Elaboración propia.

La siguiente tabla de valores se conformó con los datos obtenidos en la investigación bibliográfica, por lo tanto son valores aproximados.

Lámpara	Vida Útil
Vapor de sodio AP	24.000 Hs.
Vapor de mercurio	8.000 Hs.
Mercurio halogenado	3.000 Hs.
Vapor de sodio DN	24.000 Hs.
LED	> 50.000 Hs.

Tabla 4-5 Resultado vida útil. Fuente: Elaboración propia.

▪ Temperatura de color

El ojo humano solo percibe de forma útil un pequeño espectro lumínico de toda la luz que pueda proyectar un foco o una lámpara. Los conocimientos que se tienen demuestran que los ojos perciben mejor la luz que se encuentra en la parte central del espectro electromagnético visible, la luz blanca.

Algunas lámparas se centran en la banda de tonalidad rojiza del espectro, la cual se encuentra fuera del pico de sensibilidad del ojo humano. Estas lámparas ofrecen una luz de tonalidad amarillenta haciendo que los colores no sean reproducidos fielmente, por lo tanto que sea necesaria más luz para poder garantizar una visión segura.

Color de luz	Temperatura de color [K]	Apariencia de color	Resultado
Amarillento	1.800 – 2.500	Cálido	BAJO
Blanco cálido	2.600 – 3.000		
Blanco neutral	3.100 – 4.100	Intermedio	MEDIO
Blanco frio	4.200 – 6.000	Frio	ALTO
Blanco luz del día	6.100 – 6.500		

Tabla 4-6. Temperatura de color. Fuente: Elaboración propia.

Es muy marcada la diferencia de color de temperatura entre diferentes lámparas. Más allá de los valores teóricos presentados en la tabla se puede observar en las fotografías las variaciones de color (Fig. 4-ix y 4-x).

Lámpara	Color de temperatura
Vapor de sodio AP	2.000 – 2.200 K
Vapor de mercurio	3.500 – 4.500 K
Mercurio halogenado	4.000 K
Vapor de sodio DN	2.000 – 2.200 K
LED	6.500 K

Tabla 4-7 Resultado color de temperatura. Fuente: Elaboración propia.



Figura 4-viii Lámpara LED y lámpara de vapor de sodio Av. Juan B. Justo.

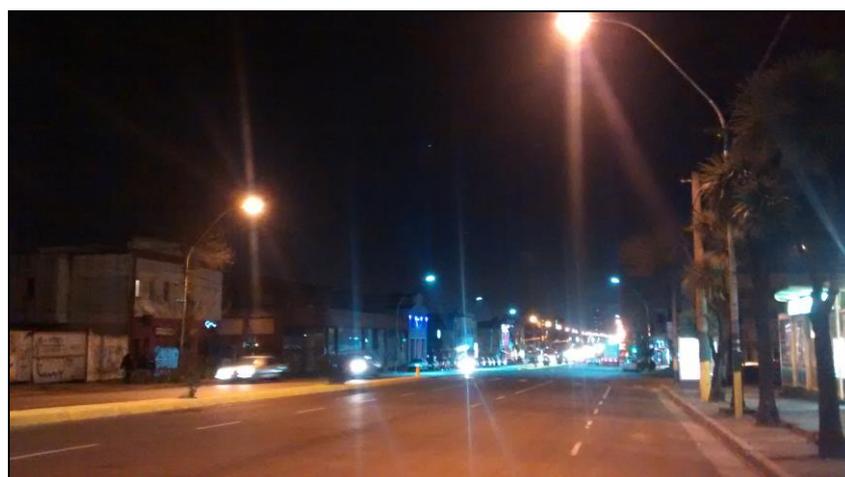


Figura 4-ix Lámparas LED y Vapor de sodio Av. Juan B. Justo. Fuente: Elaboración propia.

▪ Índice rendimiento de color (IRc o Ra)

Indica la fidelidad de reproducción de los colores de una fuente de luz. Es por esto que a mayor índice de rendimiento de color es posible iluminar un área con menores potencias, debido a que la calidad de iluminación producida es mucho mayor.

Índice Ra	Color de reproducción	Resultado
90 - 100	Excelente	ALTO
80 - 89	Muy bueno	
70 - 79	Bueno	MEDIO
60 - 69	Moderado	
40 - 59	Regular	BAJO
< 40	Malo	

Tabla 4-8 Color de reproducción. Fuente: Elaboración propia.

Los valores presentes en la tabla siguiente son aproximaciones tomadas de la investigación bibliográfica.

Lámpara	IRc
Vapor de sodio AP	50
Vapor de mercurio	45
Mercurio halogenado	65
Vapor de sodio DN	50
LED	> 80

Tabla 4-9 Resultado color de reproducción. Fuente: Elaboración propia.

▪ Consumo energético

Según la Norma de Eficiencia Eléctrica IRAM 62404-2 cuanto mayor sea el nivel de iluminación o de lúmenes y menor el consumo en Watts, la lámpara obtiene un mayor nivel de Eficiencia Eléctrica.

El nivel de eficiencia energética determina también el tipo de consumo, las de mayor eficiencia tienen un bajo consumo y las de menor eficiencia tienen un consumo alto.

Por lo tanto:

Rendimiento luminoso	Consumo
Bajo	ALTO
Medio	MEDIO
Alto	BAJO

Tabla 4-10 Consumo. Fuente: Elaboración propia.

Se presentan las siguientes tablas comparativas del consumo de las lámparas colocadas en las luminarias del área de estudio.

El cálculo se toma en base a un tiempo de uso promedio de las lámparas y luminarias de 10 horas/día.

El consumo de energía eléctrica que se realiza se mide en kilowatts-hora (kWh)

- Lámparas Vapor sodio alta presión:

Cantidad	Potencia Instalada [W]	Consumo por 10 horas de uso [kWh/día]	Consumo anual por lámpara [KWh/año]	Consumo anual total lámparas [KWh/año]
91	70	0,70	255,50	23250,50
8750	100	1,00	365,00	3193750,00
3390	150	1,50	547,50	1856025,00
1160	250	2,50	912,50	1058500,00
625	400	4,00	1460,00	912500,00

Tabla 4-11 Consumo Lámpara SP AP. Fuente: Elaboración propia.

- Lámparas de Vapor de mercurio:

Cantidad	Potencia Instalada [W]	Consumo por 10 horas de uso [kWh/día]	Consumo anual por lámpara [KWh/año]	Consumo anual total lámparas [KWh/año]
41	80	0,80	292,00	11972,00
14	125	1,25	456,25	6387,50
53	250	2,50	912,50	48362,50

Tabla 4-12 Consumo Lámpara VMF. Fuente: Elaboración propia.

- Lámparas de mercurio halogenado:

Cantidad	Potencia Instalada [W]	Consumo por 10 horas de uso [kWh/día]	Consumo anual por lámpara [KWh/año]	Consumo anual total lámparas [KWh/año]
20	150	1,50	547,50	10950,00
178	250	2,50	912,50	162425,00

Tabla 4-13 Consumo Lámpara MH. Fuente: Elaboración propia.

- Lámparas sodio doble nivel de potencia:

Cantidad	Potencia Instalada [W]	Consumo por 10 horas de uso [kWh/día]	Consumo anual por lámpara [KWh/año]	Consumo anual total lámparas [KWh/año]
920	250	2,50	912,50	839500,00
16	400	4,00	1460,00	23360,00

Tabla 4-14 Consumo Lámpara DN SP. Fuente: Elaboración propia.

- Lámparas LED:

Cantidad	Potencia Instalada [W]	Consumo por 10 horas de uso [kWh/día]	Consumo anual por lámpara [KWh/año]	Consumo anual total lámparas [KWh/año]
45	18	0,18	65,70	2956,50
95	77	0,77	281,05	26699,75

Tabla 4-15 Consumo Lámpara LED. Fuente: Elaboración propia.

Para poder hacer una comparación real del consumo de una lámpara y otra se necesita conocer las equivalencias precisas entre ambas. Por lo tanto, para evaluar el consumo nos basaremos en la eficiencia de cada lámpara.

Comparación de indicadores por método de semaforización

El proceso de comparación de los indicadores de las lámparas con los rangos teóricos especificados se evalúa con un sistema de semaforización. Los colores obtenidos en el semáforo de indicadores reflejan: Verde \Rightarrow “Alto”; Amarillo \Rightarrow “Medio” y Rojo \Rightarrow “Bajo”.

Excluyendo de esta última clasificación de colores al rendimiento luminoso que tiene su propia coloración (Ver Tabla 2 – Capítulo IV).

		Lámpara				
		SP AP	SP DN	MH	VMF	LED
Indicadores	Rendimiento luminoso	Verde	Verde	Verde	Rojo	Verde
	Vida de la lámpara	Verde	Verde	Rojo	Amarillo	Verde
	Color de temperatura	Rojo	Rojo	Verde	Amarillo	Verde
	Índice de reproducción del color	Rojo	Rojo	Amarillo	Amarillo	Verde
	Consumo energético	Amarillo	Verde	Amarillo	Rojo	Verde

Tabla 4-16. Resultado Indicadores. Fuente: Elaboración propia.

Se elaboró una ecuación que integra todos los indicadores para lograr una aproximación general del comportamiento de las distintas lámparas.

Los indicadores a los cuales se les adjudicó mayor ponderación fueron: la resolución luminosa (RI), la vida útil (Vu) y la generación de consumo (C).

$$\text{Valor total} = 2RI + 2Vu + Tc + IRc + 2C$$

Se le asigna un valor a cada color resultante de la comparación de los indicadores realizada anteriormente, para así poder hacer uso de la ecuación: Verde \Rightarrow 3, Amarillo \Rightarrow 2 y Rojo \Rightarrow 1.

Fueron determinados tres segmentos haciendo uso de los valores mínimos y máximos obtenidos en la realización de la ecuación para cada tipo de la lámpara.

8 – 13	Bajo
14 – 19	Medio
20 – 24	Alto

Valor total SP AP = $6 + 6 + 1 + 1 + 4 = 18 \Rightarrow$ “Medio”

Valor total SP DN = $6 + 6 + 1 + 1 + 6 = 20 \Rightarrow$ “Alto”

Valor total MH = $6 + 2 + 3 + 2 + 4 = 17 \Rightarrow$ “Medio”

Valor total VMF = $2 + 4 + 2 + 4 + 4 = 16 \Rightarrow$ “Medio”

Valor total LED = $6 + 6 + 3 + 3 + 6 = 24 \Rightarrow$ “Alto”

Como resultado final se expresa en la siguiente tabla:

Lámpara				
SP	SP DN	MH	VMF	LED

Tabla 4-17. Resultados Lámparas. Fuente: Elaboración propia.

En base al resultado concluimos que las lámparas de vapor de sodio doble nivel de potencia y las lámparas LED son las más adecuadas para la utilización. Estas son las que presentan valores cercanos a los indicados como óptimos.

Para completar el análisis se evalúa un aspecto más, el costo de las lámparas obtenidas como resultado, para poder decidir sobre cual tecnología es más apropiada utilizar.

Costo

Según la empresa Sylvania Argentina, una luminaria LED ronda los 1500 dólares y una luminaria de vapor de sodio doble nivel de potencia cuesta aproximadamente 500 dólares. Una lámpara LED de 77 W aproximadamente cuesta 855 dólares y una de vapor de sodio de 250 W 18,34 dólares.

La vida útil de las lámparas LED es aproximadamente el doble que una lámpara de vapor de sodio. Con un valor diario de utilización de 10 Hs/día.

Vida útil LED > 50.000 Hs → aproximadamente 14 años.

Vida útil SP DN 24.000 Hs → aproximadamente 7 años.

La siguiente tabla expresa valores de consumo y costos anuales de cada una de las tecnologías, haciendo hincapié en la vida útil.

Referencias: Cargo Variable por Energía 0,3045 \$/kWh (dato oficial extraído de EDEA octubre 2013); Costo de consumo anual = consumo anual * costo de energía; Valor del dólar oficial = 8,18 \$; Utilización = 10 horas/día; Costo Luminaria por año = (utilización/vida útil) * precio luminaria; Costo de mantenimiento por cada instalación de luminaria = 6 dólares anuales; Costo de mantenimiento = (utilización/vida útil) * costo de mantenimiento luminaria.

	Vapor de sodio	LED
Potencia [W]	250	77
Vida Útil [Hs]	24000	50000
Consumo anual [KWh/año]	912,50	281,05
Precio de una luminaria completa [dólares]	500	1500
Precio lámpara [dólares]	18,34	794,50
Costo de lámpara por año [dólares]	2,84	57,99
Costo de consumo anual [\$/kWh]	277,85	85,58
Costo de consumo anual [U\$/kWh]	33,96	10,46
Costo de mantenimiento [dólares]	0,91	0,438
Costo total lámpara [dólares]	37,71	68,89

Tabla 4-18 Cálculo costo luminarias. Fuente: Elaboración propia.

En base a la tabla 4-18 se puede determinar que la tecnología LED necesita una mayor inversión pero a lo largo del tiempo resulta más beneficiosa que la de vapor de sodio, tiene una vida útil del doble de estas últimas.

Las lámparas LED modernizan e innovan el sistema de alumbrado, generan un gasto menor en el mantenimiento y reducen las emisiones de CO₂. Son sustentables a lo largo del tiempo, generan un ahorro en el consumo.

Es necesario aclarar que es una tecnología nueva, en vías de desarrollo y su costo es elevado.

4.3.2. Luminarias

Así como existen distintas lámparas en la zona de estudio también existen distintas luminarias. Las características que presentan cada una de ellas varían mucho dependiendo de cada fabricante y de cada modelo.

En el siguiente mapa (Fig. 4-xi) se puede ver la cantidad de luminarias dispuestas en la zona de estudio según la marca de las mismas. Se obtuvo el dato de un total de 14.737 luminarias de la zona de estudio, por lo tanto quedan excluidas un total de 1.775 luminarias que no presentan información (Fig. 4-xii).

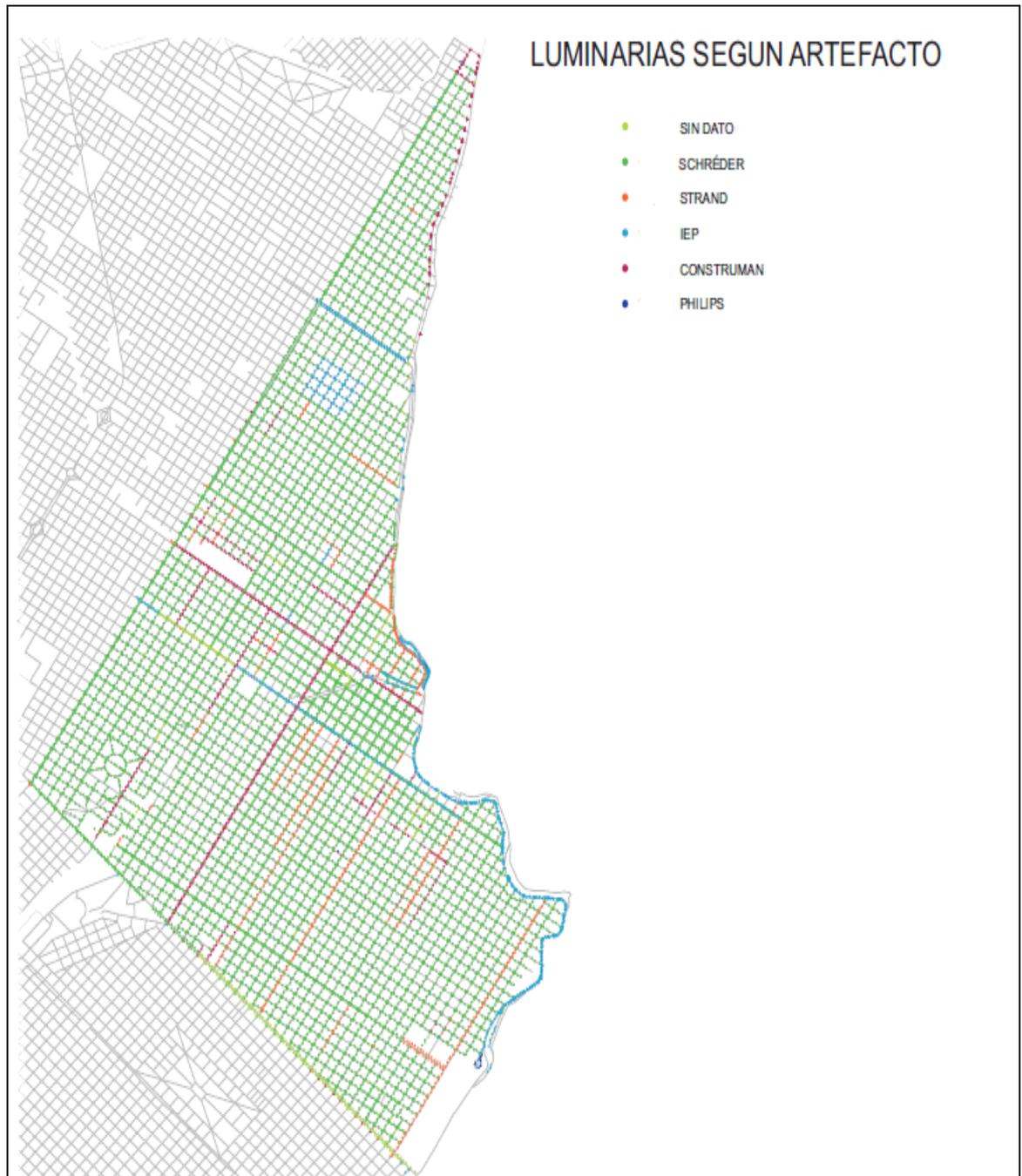


Figura 4-x Mapa luminarias según artefacto. Fuente: EMVIAL.

Marca Luminaria	Cantidad
Sin dato	1.775
Schröder	11.920
Strand	778
IEP	1.084
Construman	936
Philips	19

Tabla 4-19 Luminarias según artefacto. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del EMVIAL.

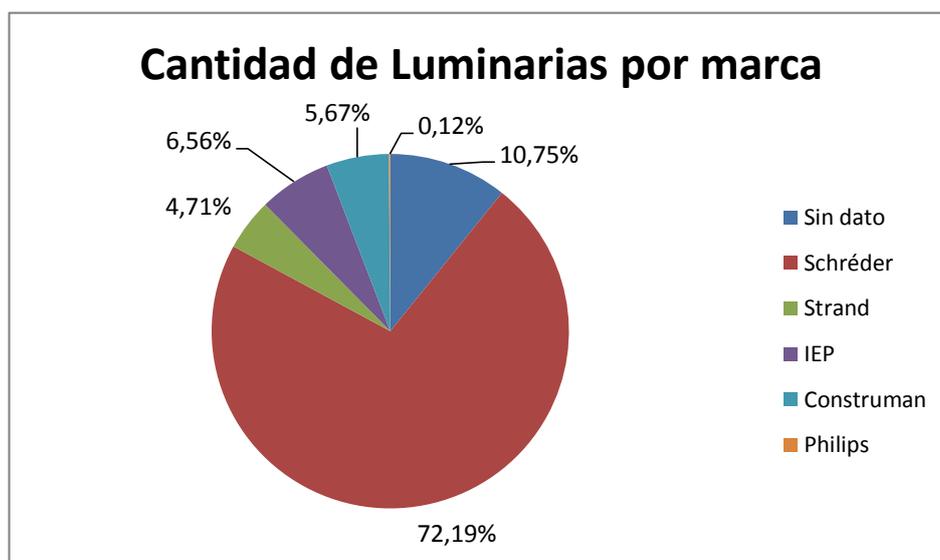


Figura 4-xi Luminarias según artefacto. Fuente: Elaboración propia.

Caracterización de luminarias

Se realizó un proceso de caracterización de algunos de los modelos de luminarias presentes en el área de estudio que se encontraban en el EMVIAL. Dichas luminarias surgieron como resultado de programas de reconversión, obras o mantenimientos preventivos que fueron realizados en distintos sectores de la ciudad durante algunos años.

Cada modelo de luminaria presenta características y propiedades distintas. Conocerlas resulta imperioso para la planificación de las acciones que se llevaran a cabo una vez que la luminaria concluya su ciclo.

Una característica importante de las luminarias son los niveles de protección. Estos están indicados por un código compuesto por dos letras constantes IP (índice de protección) y dos números que indican el grado de protección. El primer número indica el grado de protección contra el ingreso de cuerpos solidos y el segundo número indica la protección contra líquidos. Como regla general se puede establecer que cuando mayor es el grado de protección IP, más protegido se encontrará el equipamiento.

	Tulipa	Carcasa	Observaciones
<p>Marca: Strand RC-380 Peso Total: 4.70 Kg. Materiales: Aleación de aluminio, vidrio borosilicato y aluminio. Portalámparas: E-40</p> 	<p>Peso: 1.50Kg Material: Vidrio borosilicato.</p> 	<p>Peso: 3.20Kg Material: Aleación de aluminio.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> · Presentan buen estado en general. · La relación tamaño-peso es adecuada. · Sencilla instalación y montaje. · Elevado índice de protección. · Actualmente sigue formando parte de la oferta de las empresas de luminarias por lo que al ser recicladas el costo-beneficio es elevado. · Es uno de mas reciclados, ya se llevaron a cabo varios trabajos.
<p>Marca: IEP Peso Total: 4.30 Kg. Materiales: Plástico PVC. Portalámparas: E-27</p> 	<p>Peso: 0.50Kg Material: Plástico.</p> 	<p>Peso: 3.80Kg Material: Plástico.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> · Muy voluminosas, difíciles de manipular. · No se consiguen repuestos. · La posibilidad de instalación y montaje resultan inconvenientes. · Muy antiguas.

<p>Marca: Strand MBA Peso Total: 9.80 Kg. Materiales: Aleación de aluminio y vidrio borosilicato. Portalámparas: E-40</p> 	<p>Peso: 4.90Kg Material: vidrio borosilicato.</p> 	<p>Peso: 4.90Kg Material: Aleación de aluminio.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> · Muy voluminosas. · La posibilidad de instalación y montaje resultan inconvenientes. · Difícil de manipular. · No se recomienda su reacondicionamiento por ser un modelo antiguo, muy pesado y con un IP bajo.
<p>Marca: Strand RG-580 Peso Total: 6.00 Kg. Materiales: Aleación de aluminio y plástico policarbonato. Portalámparas: -</p> 	<p>Peso: 3.00Kg Material: Plástico policarbonato</p> 	<p>Peso: 3.00 Kg Material: Aleación de aluminio.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> · Presentan buen estado en general. · La relación tamaño-peso es adecuada. · Sencilla instalación y montaje. · Disponibilidad de repuestos. · Existen registros de reciclaje de este modelo, es uno de los más factibles.
<p>Marca: Strand MBA-70 Peso Total: 8.20 Kg. Materiales: Aleación de aluminio y aluminio. Portalámparas: E-40</p> 	<p>Peso: - Material: -</p> 	<p>Peso: 8.20Kg Material: Aleación de aluminio.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> · Presentan buen estado en general. · La relación tamaño-peso es adecuada. · Sencilla instalación y montaje. · Fácil mantenimiento. · Se registran trabajos de reacondicionamiento de este modelo.
<p>Marca: Strand il Peso Total: 2.74 Kg. Material: Aleación de aluminio, vidrio y antimonio.</p>	<p>Peso: 1.74Kg. Material: Vidrio.</p>	<p>Peso: 1Kg. Material: Aleación de aluminio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Presentan buen estado en general. · La relación tamaño-peso es adecuada. · Sencilla instalación y

<p>Portalámparas: E-27</p> 			<p>montaje.</p> <ul style="list-style-type: none"> · En lo estudiado no se registran trabajos de reacondicionamiento sobre este modelo pero se considera factible la posibilidad de llevarlos a cabo.
---	---	--	--

Cada modelo puede presentar distintas variantes de composición, de tamaño, de

Tabla 4-20 Modelos de Luminarias. Fuente: Elaboración propia.

reciclaje, etc.

Dependiendo del modelo de luminaria, cada una de estas debe ser tratada de forma específica, analizando en cada caso su posible mantenimiento, reutilización y valorización.

5. Impactos

Se considera como impacto toda posible acción que pueda positiva o negativamente afectar el medio ambiente o el área de influencia directa en el uso, mantenimiento y disposición final de las luminarias.

5.1. Principales impactos ambientales a considerar en el uso y mantenimiento de las luminarias

5.1.1. Contaminación lumínica

La contaminación lumínica (Fig. 5-i) es un término amplio, pero se refiere a toda emisión luminosa artificial que se difunde en el ambiente por la noche, que no es aprovechable y que causa molestias, e involucra tres aspectos principales:

- Intromisión de luz: puede ser descrita como la luz o la iluminancia (cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie por unidad de área) que se escapa de su propósito original de iluminación. En el caso de un sistema de iluminación pública, se desea tener toda la luz dirigida sobre las calles y no en el área adyacente. En un diseño de iluminación pobre, donde se ha empleado una errónea distribución luminaria, puede acarrear intromisión de luz no deseada. Cierta gente se molesta por la luz que entra directamente en su propiedad o ventanas. Los mismos problemas involucran a conductores de vehículos y aviones.

- El resplandor: puede ser descrito como la luminancia (densidad angular y superficial de flujo luminoso que incide, atraviesa o emerge de una superficie siguiendo una dirección determinada) no deseada de una fuente y definido como la sensación producida por la luminancia en el campo visual que es suficientemente intensa como para causar incomodidad o empobrecimiento de la visión. Puede ser categorizada en tres áreas que se describen a continuación:

- Resplandor cegador: es tan intenso que durante un tiempo apreciable después que el estímulo ha cesado ningún objeto puede ser visto o distinguido fácilmente.

- Resplandor deshabilitador: Conocido también como "visibilidad fantasma", es causada por el efecto de luminancia de una fuente iluminando el interior del ojo donde los rayos de luz son dispersados o reflejados dentro del mismo ojo reduciendo el contraste de las imágenes en la retina. El resplandor Deshabilitador puede tener serias repercusiones en un conductor ya que reduce su capacidad para distinguir los objetos en la vía.

- Resplandor molesto: el que produce incomodidad sin necesariamente interferir con la capacidad de ver. Puede causar fatiga, lo que acarrearía errores al conducir, irritabilidad o malestar en general. Sus efectos son muy subjetivos y difíciles de cuantificar.

El deslumbramiento (resplandor) implica además un rango de molestias fisiológicas y psicológicas, originadas por luminarias demasiado elevadas en el campo visual.

- Fisiológico: Reducción de la capacidad de percepción.

- Psicológico: Incomodidad, inseguridad y cansancio visual.

▪ El brillo urbano del cielo: es el resultado de la luz que se escapa (como un todo) de las ciudades y que es dispersada por la atmósfera aumentando así los niveles del brillo natural del cielo. Este efecto es extremadamente perjudicial para la astronomía, flora y fauna silvestre, así como molesto para el público en general. El alumbrado público es responsable por aproximadamente el 50% del brillo urbano del cielo debido a que de la luz dirigida hacia el pavimento es reflejada hacia arriba a niveles de reflectancia que van desde el 6% para el asfalto a un 25% para el concreto y que se ve incrementado por los deficientes sistemas de iluminación (Fig. 5-ii). (Hernández Ortiz, 2010)



Figura 5-i Imagen satelital: Brillo urbano del cielo. Fuente: Carlos Kirschbaum.

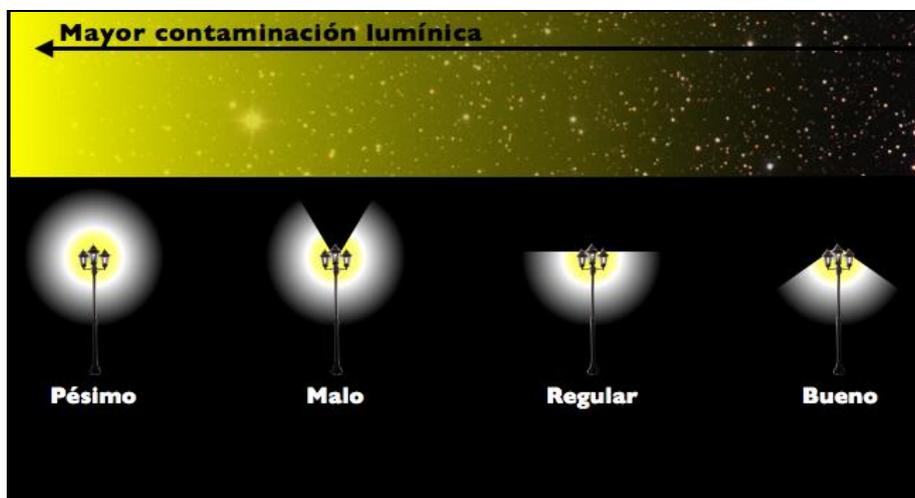


Figura 5-ii Contaminación lumínica. Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México.

5.1.2. Calentamiento global y emisión de gases efecto invernadero

El clima de la tierra ha variado muchas veces a lo largo de su historia, debido a cambios naturales que se han producido en el equilibrio entre la energía solar entrante y la reemitida hacia el espacio. Algunas de las causas naturales de esas variaciones son:

las erupciones volcánicas, los cambios en la órbita de traslación de la tierra, las variaciones en la composición de la atmósfera.

La temperatura media de la superficie terrestre ha aumentado más de 0,6°C desde los últimos años del siglo XIX. La razón principal de dicho aumento, se le atribuye al proceso de industrialización iniciado hace más de un siglo y, en particular, la combustión de cantidades cada vez mayores de petróleo y carbón, la tala de bosques y algunos métodos de explotación agrícola.

Las actividades antropogénicas son las fuentes que emiten la mayor proporción de GEI. Las emisiones antropogénicas de GEI provienen de diversos sectores: energía, procesos industriales, sector agropecuario, residuos, transporte, cambios en el uso del suelo y silvicultura, entre otros. Estas actividades han aumentado el volumen de "gases de efecto invernadero".

La mayoría de estos gases se producen naturalmente y son fundamentales para la vida en la Tierra; ya que impiden que parte de la radiación solar que llega a la tierra, regrese al espacio, y sin ellos la Tierra tendría una temperatura media global muy inferior a la actual. Pero cuando el volumen de estos gases aumenta debido a la acción antrópica, se produce un aumento de la temperatura del planeta y se modifica el clima, generando diferentes impactos asociados. Por lo tanto, se espera se produzcan cambios en el clima futuro como sequías severas y prolongadas, aumento de las precipitaciones en algunas regiones y disminución en otras, aumentos de las temperaturas, aumentos en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, etc. (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación).

Gases de efecto invernadero

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) define: "**Por gases de efecto invernadero (GEI) se entiende aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antrópicos (de origen humano), que absorben y reemiten radiación infrarroja**". Los gases que tienen esta propiedad se denominan gases de efecto invernadero (GEI/GHGs), siendo los principales: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆).

Al aumentar la concentración de los GEIs en la atmósfera, se produce un incremento del efecto invernadero natural provocando un calentamiento de la superficie terrestre y de la baja atmósfera.

Efecto invernadero natural

La Tierra recibe energía del Sol y parte de ella la reemite nuevamente hacia el espacio. El efecto invernadero es un proceso natural por el cual algunos gases que están presentes en la atmósfera retienen la radiación que la Tierra, reemite al espacio. La atmósfera retiene parte de la energía reflejada por la Tierra, lo que provoca una temperatura promedio del planeta de 15°C. Si no existiera este efecto, la temperatura promedio sería de -18° C. Así, el efecto invernadero hace que la temperatura media de la Tierra sea de alrededor de 33° C, mayor que si este proceso no ocurriera.

La Argentina no está incluida entre los países del Anexo I de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) ni en el Anexo B del Protocolo de Kyoto, por lo tanto no tiene compromisos cuantitativos de limitación y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, en su condición de Parte de la CMNUCC y del Protocolo de Kyoto el país se ha propuesto como meta cualitativa dinámica, una reducción sostenible de las emisiones de GEI provenientes de las actividades socioeconómicas, sin que ello afecte la capacidad de desarrollo del país.

Dada la naturaleza e intensidad de los impactos que el calentamiento global provoca y considerando que la economía argentina -basada en la producción primaria- es vulnerable a este fenómeno, es necesario dar seguimiento a las emisiones de GEI, con miras a su reducción. Asimismo, es necesario contar con este indicador para evaluar el cumplimiento de los compromisos internacionales asumidos por el país, tendientes a la mitigación y adaptación al cambio climático. (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación)

Dentro de las medidas que se toman para abordar el problema del calentamiento global, son de destacar aquellas relacionadas con la mitigación. Ellas implican modificaciones en las acciones cotidianas de las personas y en las actividades económicas, con el objetivo de lograr una disminución en las emisiones de gases de

efecto invernadero a fin de reducir o hacer menos severos los efectos del cambio climático.

Ejemplos de medidas de **mitigación** que se están llevando a cabo en diferentes países:

- Cambios en los hábitos de labranza y manejo de suelos. El tradicional método de labranza del suelo hace que el carbono retenido en él se pierda hacia la atmósfera. El método de siembra directa es una técnica eficaz para mitigar estos efectos.

- Uso de tecnologías y prácticas que reduzcan el consumo de energía, las cuales reducirían las emisiones de Dióxido de Carbono CO₂ a la atmósfera.

- Uso de artefactos de calefacción, refrigeración e iluminación más eficientes, ya que al disminuir el consumo de energía, se evita emitir a la atmósfera grandes cantidades de GEIs.

- Cambio, de energías no renovables por otras de fuentes renovables, de manera paulatina. Estas fuentes reducen la contaminación ambiental, contribuyen al desarrollo sustentable y evitan el calentamiento de la Tierra, ya que sus emisiones de GEI suelen ser muy bajas.

- Protección de bosques nativos y manejo adecuado del recurso forestal.

Tecnologías de generación utilizadas en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM)

Los equipos instalados en el Sistema Argentino de Interconexión (SADI), se pueden clasificar en tres tipos de acuerdo al recurso natural y a la tecnología que utilizan: Térmico fósil (TER), Nuclear (NU) o Hidráulico (HID). Los térmicos a combustible fósil a su vez se pueden subdividir en cuatro tipos tecnológicos de acuerdo al tipo de ciclo térmico que utilizan para aprovechar la energía: Turbina de Vapor (TV), Turbina de Gas (TG), Ciclo Combinado (CC) y los Motores Diésel (DI).

Existen en el país otras tecnologías de generación que se están conectando al SADI progresivamente, como las eólicas (EOL) y fotovoltaicas (SOL), aunque aun de baja incidencia en cuanto a la capacidad instalada.

La potencia total del parque de generación eléctrica del MEM, a fin de enero del año 2012 era la siguiente (Fig. 5-iii):

Area	TV	TG	CC	DI	TER	NU	HID	EOL	SOL	TOTAL
CUYO	120	90	374		584		1063,1		1,2	1648,3
COM		203	1281	73	1557		4647			6204,0
NOA	261	993	828	171	2253		217	2,1		2472,1
CENTRO	200	503	534	55	1292	648	918			2858,0
GB-LI-BA	3864	1122	5984	274	11244	357	945	0,3		12546,3
NEA		26		233	259		2730			2989,0
PAT		160	188		348		519	84		951,0
TOTAL	4445	3097	9189	806	17537	1005	11039,1	86,4	1,2	29668,7
Porcentaje					59,11	3,39	37,21	0,29	0,00	

Figura 5-iii Potencia total del parque de generación eléctrica del MEM. Fuente: CNEA, 2012.

Cabe aclarar que la capacidad eólica consignada en la tabla precedente, no representa la totalidad de la potencia existente en el país, sino solo la que entrega energía al SADI.

Se pueden observar a continuación las emisiones de CO₂ (Fig. 5-iv) derivadas de la quema de combustibles fósiles en los equipos generadores vinculados al MEM, para el mes de enero de 2012, en millones de toneladas (Fig. 5-v). (CNEA, 2012)

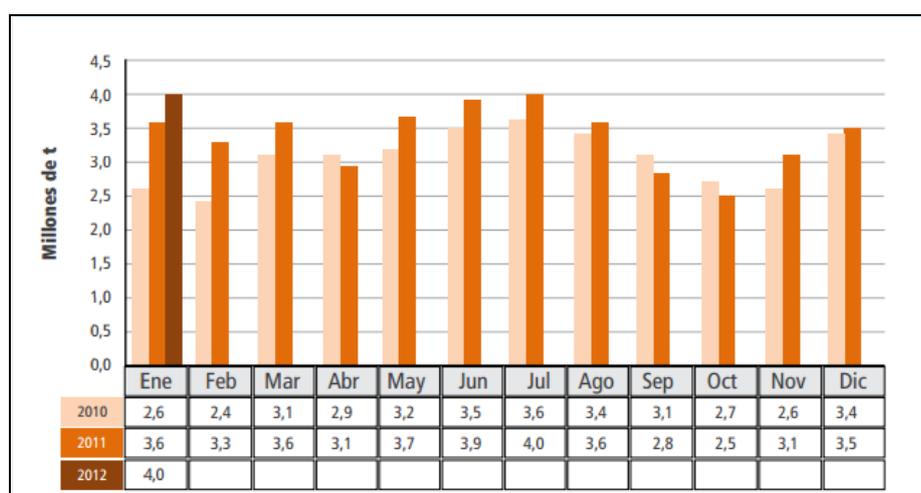


Figura 5-iv Emisiones de CO₂ en la generación eléctrica del Sistema Interconectado Nacional. Fuente: CNEA, 2012.

Emisiones de CO₂ [kt]

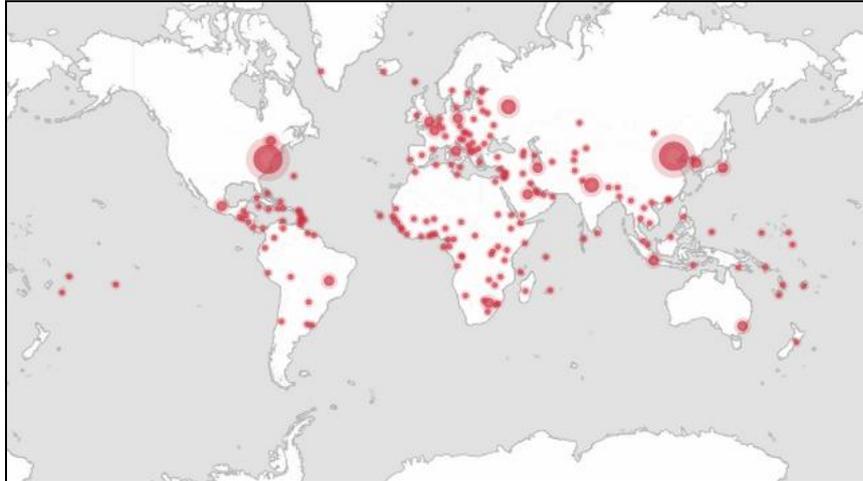


Figura 5-v Emisiones de CO₂ en [kt]. Fuente: Banco Mundial.

Huella de Carbono en Argentina

La huella de carbono es la medida del impacto que provocan las actividades del hombre sobre el ambiente, determinada según la cantidad de gases de efecto invernadero producida, la cual se mide en unidades de dióxido de carbono. (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2014)

La huella de carbono de un argentino con consumo promedio es de 5,71 ton CO₂ al año (Fig. 5-vi).

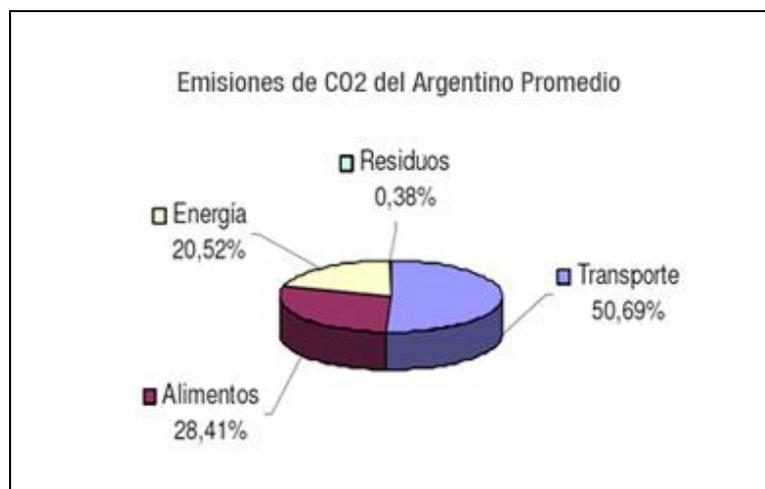


Figura 5-vi Emisiones de CO₂ del Argentino promedio. Fuente: Secretaría de ambiente y desarrollo sustentable de la Nación.

La huella de carbono del argentino promedio es menor que la de los individuos que viven en países como los Estados Unidos y el Reino Unido (Fig. 5-vii).

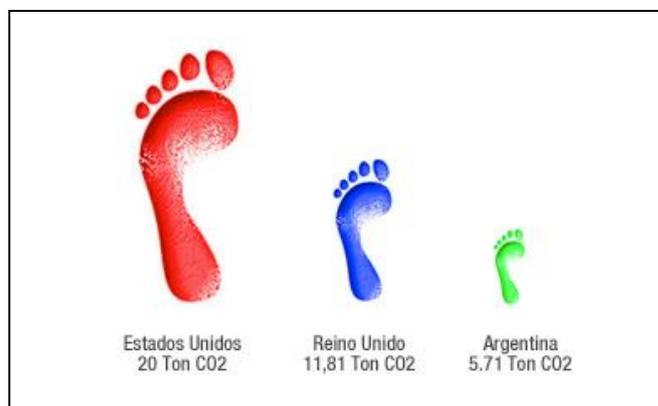


Figura 5-vii Comparación de la huella de carbono del argentino promedio. Fuente: Secretaria de ambiente y desarrollo sustentable de la Nación.

Las diferencia en las huellas de carbono con estos países se pueden deber tanto al nivel de emisiones de los sectores productivos del país, así como, al estilo de vida de sus ciudadanos.

Mecanismo para un Desarrollo Limpio

El Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) fue establecido en el artículo N° 12 del Protocolo de Kyoto. Su propósito es doble: por un lado, ayudar a los países en desarrollo a lograr un crecimiento sostenible y por el otro, ayudar a los países desarrollados a dar cumplimiento a sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de emisiones contraídos en el Protocolo de Kyoto. Esto se logra a través de la transacción de Reducciones de Emisiones Certificadas (CERs), también conocidas como “bonos de carbono”.

Cada tonelada reducida de emisiones de dióxido de carbono equivalente, una vez verificada y certificada, resultará en la emisión de un CER o bono de carbono.

El Protocolo de Kyoto especifica que las reducciones de emisiones deben producir beneficios relacionados con la mitigación del cambio climático reales, medibles y de

largo plazo. Además indica que la reducción de emisiones debe ser adicional a la que se produciría en ausencia del proyecto.

El despacho que realiza el operador del sistema (CMMESA en nuestro país) optimiza el manejo de los recursos de manera tal de minimizar el precio de la energía. En este marco, las iniciativas que reduzcan la generación térmica (como los proyectos que generan a partir de fuentes renovables) pueden ser proyectos MDL ya que evitarían las emisiones del sistema. Por otra parte los proyectos que reduzcan el consumo de combustible por unidad de energía o que cambien a un combustible fósil “más limpio” también pueden enmarcarse dentro del mecanismo y obtener bonos de carbono.

Para el caso de una fuente renovable, para el cálculo de reducción de emisiones la metodología ACM0002, provee los procedimientos para calcular el factor de emisión del sistema, o sea la cantidad de CO₂ por unidad de energía eléctrica generada. Multiplicando este factor por la generación del proyecto se obtienen las emisiones de la línea de base (o sea las evitadas). (IAE, 2007)

La Secretaría de Energía y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, han realizado los cálculos correspondientes del Factor de Emisión de CO₂ de la Red Argentina de Energía Eléctrica para el año 2012; el cual es de unos 0.535 ton CO₂/MWh o lo que es igual 0.535 Kg CO₂/KWh (Margen de operación promedio años 2008, 2009 y 2010). (Secretaría de Energía, 2012)

5.1.3. Confort y seguridad urbana

Dentro de la esfera social, la iluminación artificial de una ciudad es motivo de interés por distintas razones. Es un servicio que adquiere relevancia para facilitar el desplazamiento nocturno de vehículos y peatones, para orientarse visualmente, reforzar la sensación y las medidas de seguridad en relación a actividades criminales, posibilitar el realce y valorización de edificios, fuentes, monumentos, parques y jardines, arbolado en veredas.

La atmósfera y calidad de la escena urbana reciben del alumbrado una contribución decisiva para presentar a la ciudad, su paisaje, la diversidad de sitios y áreas que agregan belleza y atracción a la contemplación o al tránsito de habitantes y

visitantes. Este es un valor agregado a la economía de la ciudad que forma parte de estrategias de gestión y desarrollo urbano.

Como resumen de lo anterior se puede establecer a nivel social, principalmente, dos tipos de alumbrado en función de los objetivos que se pretenden:

▪ **Alumbrado funcional**

- Ofrece seguridad al tráfico rodado: siendo vital para la prevención de accidentes y pérdidas de vidas.

- Ofrece seguridad al tráfico peatonal: previniendo atropellos.

- Ofrece confianza en la actividad nocturna.

- Evita actividades delictivas.

▪ **Alumbrado ambiental**

- Acompaña a la actividad de ocio nocturna aumentando el horario de disfrute de las áreas recreativas.

- Aumenta la sensación de comodidad y bienestar, aportando valor a estas áreas.

- Ofrece poder de atracción hacia estas áreas.

- Aporta diseño como valor añadido al entorno nocturno y diurno.

Las características más relevantes se mencionan a continuación divididas las acciones en dos grandes grupos:

▪ **Seguridad**

- Visibilidad

En calles y rutas la tarea principal de los conductores de vehículos es la detección de obstáculos, personas, vehículos además de disponer de condiciones de visión adecuadas para leer señales, anticipar movimientos y decidir maniobras. Los peatones deben poder percibir señales de tránsito, vehículos y otras personas. Además deben estar iluminados para facilitar su detección por parte de los conductores.

En veredas el alumbrado público debe facilitar el reconocimiento de personas, lectura de numeración de viviendas, nombre de calles y detección de obstáculos entre otros.

Dos factores importantes para la visibilidad en vías de circulación son el contraste y tamaño de los objetos. El escenario visual principal del conductor de un vehículo es la superficie de la calzada que actúa como telón de fondo sobre el que se observan los objetos. Es por ello que el objetivo principal del alumbrado público es proporcionar suficiente contraste sobre la calzada entre el objeto y el fondo para que sea posible la percepción por un adecuado contraste de color, cuando el tamaño de la tarea visual lo permita. Esta tarea se facilita con iluminación uniforme sobre la calzada y control del deslumbramiento.

- Seguridad y alumbrado público

La ocurrencia de accidentes de tránsito en rutas y vías de circulación es el resultado de diversas causas y condiciones. En particular durante la noche la iluminación artificial puede ser mencionada como un factor que contribuye a la disminución de los accidentes de vehículos en circulación, de vehículos con peatones, con elementos del sistema de iluminación o equipamiento vial.

Sin embargo existen otros factores que pueden contribuir a estos sucesos: educación vial de peatones y conductores de vehículos, horario y día de la semana, características del tránsito, señalización en vías de circulación, aspectos no visuales como fatiga, ingesta de alcohol, edad del conductor, estado de vehículos y rutas, etc.

Las altas tasas de accidentes de tránsito, como por ejemplo en Argentina, están directamente relacionadas a otros factores como estilos de vida, disponibilidad y eficiencia de sistemas de transporte público.

- Apariencia visual del espacio urbano

Las calles, edificios, monumentos y espacios públicos modifican su apariencia de acuerdo a la hora y el estado del clima. Durante el día por efecto del alumbrado natural. Durante la noche por la influencia del color, sombras, brillos y niveles lumínicos provistos por lámparas, artefactos y sistemas de montaje del alumbrado artificial. El impacto en la estética se prolonga durante el día dependiendo de la mayor o menor integración de los sistemas de iluminación artificial con el paisaje urbano.

- Paisaje urbano e iluminación

En este tema se entrelazan tres aspectos de la iluminación del espacio exterior de ciudades. La iluminación que ayuda a la circulación y orientación, la de destaque en edificios y lugares de interés histórico, turístico y/o arquitectónico y la de áreas comerciales, proporcionan iluminación a través de vidrieras, marquesinas y letreros luminosos.

La iluminación contribuye durante la noche a realzar plazas, edificios, monumentos, parques, paseos. Durante el día, el sistema de alumbrado debe integrarse con la arquitectura y el equipamiento urbano y con la vegetación.

La iluminación de áreas comerciales, turísticas y culturales contribuye al interés y atractivo de la ciudad para sus habitantes y visitantes.

El color de la luz de las lámparas de las luminarias es importante para la apariencia visual del espacio urbano nocturno.

▪ **Confort**

La apariencia visual de la ciudad, se vincula con apreciaciones y valoraciones estéticas y prácticas que sumada a los factores ya mencionados definen la calidad de la iluminación.

El confort de las personas que circulan por calles y veredas como así también las que trabajan o descansan en interiores es otro aspecto de este conjunto de factores. La elección y distribución de lámparas, ópticas de luminarias y geometrías de las instalaciones, influyen en la reproducción de colores, el deslumbramiento que producen las fuentes luminosas, la intrusión de la iluminación pública en los ambientes de viviendas y oficinas.

No existen recetas que faciliten soluciones a todas las demandas vinculadas con el confort que debiera proporcionar una instalación de alumbrado y menos en un caso tan complejo como es el de la ciudad y sus diversas zonas. El control de los efectos que pueden molestar e incluso inhibir visualmente a peatones y conductores puede mantener el grado de ofensa dentro de límites tolerables o aceptables. Sin embargo el rigor del

control o de la supresión de efectos molestos se enfrenta con límites económicos, de disponibilidad de tecnologías, de políticas de promoción y/o atracción de una ciudad o zonas de ella. La situación en un área residencial no es comparable a la de centros comerciales y de esparcimiento. En un caso se da prioridad a la satisfacción del usuario y en otros a objetivos de atracción, estimulación y/o de espectáculo.

5.1.4. Mantenimiento del sistema de alumbrado público

El mantenimiento defectuoso o la escasa limpieza de las fuentes de luz pueden reducir un gran porcentaje de la iluminación. En cambio, el mantenimiento adecuado de las luminarias incrementa la vida de las lámparas.

Un factor importante a considerar en este apartado es el costo que representa el mantenimiento, ya que incluye el costo de mano de obra y los insumos necesarios para realizarlo.

Dentro de lo que se considera mantenimiento se encuentran las siguientes acciones:

- Limpieza y repintado de luminarias: se efectuara en ambas caras (interior y exterior).
- Limpieza y repintado de columnas.
- Limpieza y repaso de elementos menores: los tableros de comando y/ o protecciones y sus correspondientes alojamientos.
- Aplomado de columnas: que por efecto del viento no tuvieran una correcta verticalidad.
- Control de nidos de insectos en bases de columnas: evitar corto circuitos.
- Algunas de las consecuencias que pueden surgir por un inadecuado mantenimiento se encuentran las siguientes:

- Artefacto con riesgo de caída;
- Falta de verticalidad en las columnas o riesgo de caída de columnas;
- Cable de alumbrado caído y con riesgo;
- Accidentes vehiculares por transitar zonas poco iluminadas;
- Inseguridad durante la noche; etc.

5.2. Principales impactos ambientales a considerar en el recambio y disposición final de las luminarias

5.2.1. Artefactos en desuso

Cuando la luminaria concluye su ciclo de vida, por considerarse obsoleta o poco eficiente, puede generar grandes problemas de espacios físicos, por su acumulación y almacenamiento si no se planifica una adecuada disposición final. En muchos casos se disponen de manera incorrecta en rellenos sanitarios o en sectores específicos conformando pasivos ambientales y perdiendo cualquier valor monetario potencial.

Además de la existencia de lámparas consideradas en su gran mayoría como residuos especiales, las luminarias presentan diversos elementos a tener en cuenta al ser descartadas.

Las reparaciones inmediatas por fallas de las luminarias son la principal fuente generadora de residuos.

Los elementos principales a tener en cuenta a la hora de descarte o recambio son:

- Lámparas: se procederá a su inmediato reemplazo en caso de verificarse su rotura, agotamiento o que se encuentre quemada. Dependiendo del tipo de lámpara su tratamiento será diferenciado.
- Equipos auxiliares: al verificarse la falla de alguno de sus elementos, este será reemplazado por otro de características y parámetros similares.
- Interruptores fotoeléctricos: serán reemplazados inmediatamente de verificarse su mal funcionamiento.
- Columnas: para los casos de desprendimientos o caídas de columnas, luminarias, etc., se procederá a su restitución.

Entre las acciones principales que se llevan a cabo a la hora de un descarte o recambio de luminarias se encuentran:

- Desmontaje: es el desarme de la luminaria o parte de ella.

- Transporte: es el acto de llevar luminarias u artefactos necesarios para el recambio de un lugar a otro.

- Instalación: es poner en funcionamiento un nuevo equipo, una nueva luminaria.

5.2.2. Lámparas con contenido de mercurio

Más allá de los potenciales beneficios que plantean las lámparas fluorescentes compactas, es necesario considerar el contenido de mercurio de estas, característica que permite catalogarlas como residuos peligrosos según lo establecido por la Ley Nacional N° 2451. Al igual que otras lámparas que contienen mercurio, el residuo que se produce una vez finalizada su vida útil constituye un riesgo para el medioambiente y la salud de las personas. (PNUMA, 2002)

La problemática ambiental de la implementación de uso masivo de lámparas con contenido de mercurio, radica en la potencial acumulación de residuos peligrosos producidos, y la fragilidad de estos ante su manipulación. Es necesario ante este escenario, crear una estructura para la gestión de estos, debido a su alto grado de contaminación ambiental, sus características de toxicidad y bioacumulación.

Las lámparas son una potencial fuente de liberación antropogénica de mercurio al medio ambiente. La cantidad de mercurio por lámpara es pequeña, pero con la implementación masiva de estas pueden aumentar, consecuentemente, las fuentes de emisión.

La constitución propia de las lámparas hace que su transporte, recolección y almacenamiento sean procesos delicados. Entre los aspectos físicos a tener en cuenta se encuentran:

- Fragilidad: dichas lámparas están constituidas en su mayoría por vidrio de décimas de milímetros de espesor, por lo tanto se trata de un producto frágil, lo que afecta considerablemente las condiciones de transporte y almacenamiento.

- Contenido: los componentes son de carácter nocivo, por lo tanto es necesario tomar precauciones durante su manipulación. La rotura del recipiente provoca la fuga de los materiales, resultando inútil cualquier acción posterior sobre la lámpara.

- Relación peso/ volumen: son elementos de poco peso en comparación con su volumen, lo que dificulta su transporte y almacenamiento.

▪ Forma: tienen múltiples formas y tamaños lo que no facilita su almacenamiento.
(Martínez et al., 2012)

El mercurio puede presentarse en diversas formas químicas y cada una de estas tiene un efecto nocivo sobre la salud humana. Las personas pueden estar expuestas al mercurio en diferentes circunstancias y los factores que determinan la severidad del daño causado sobre la salud son los siguientes:

- La forma química del mercurio.
- La dosis.
- La edad de la persona expuesta.
- La duración de la exposición.
- La ruta de exposición: inhalación, ingestión, contacto superficial, otras.
- La salud de la persona expuesta.

Formas químicas del mercurio.

Efectos del metilmercurio

El metilmercurio es la forma más tóxica del mercurio que se produce cuando cualquier forma de mercurio es metilada en ecosistemas acuáticos, ya sea por procesos bióticos (bacterias) o procesos puramente químicos.

Cuando el mercurio presente en atmósfera precipita con la lluvia, puede llegar a los cuerpos de agua superficiales como lagos y arroyos, o al mar. Cuando precipita como deposición seca, puede eventualmente ser lavado a esos cuerpos de agua por la lluvia. Las bacterias presentes en estos medios, así también como reacciones estrictamente químicas, convierten el mercurio a metilmercurio. De esta forma es incorporado por las plantas y animales acuáticos, generándose de esta manera la bioacumulación (fenómeno que suele ocurrir a partir de los contenidos de tóxicos en el agua o en el alimento. Cuando ocurre a partir del agua se da por difusión pasiva a través de las branquias hacia el torrente circulatorio, para depositarse en los tejidos (lípidos o proteínas según el Kow).

El metilmercurio se transfiere desde los niveles inferiores de la trama alimenticia hacia los superiores, produciéndose un incremento de la concentración a lo largo del

proceso. Este fenómeno se denomina bioacumulación. Para que este proceso ocurra el tóxico debe ser bioacumulable.

Entonces, el metilmercurio puede encontrarse en concentraciones tóxicas en peces, mamíferos marinos y moluscos de consumo humano.

El metilmercurio altera el desarrollo neurológico en los embriones, fetos en gestación y los niños. La exposición a metilmercurio en el útero puede ser causada por la ingesta materna de pescados y mariscos conteniendo metilmercurio y puede causar efectos adversos afectando el cerebro y sistema nervioso en desarrollo. En niños que estuvieron expuestos a metilmercurio en el útero, pueden aparecer - alteraciones del pensamiento cognitivo, memoria, atención, lenguaje y habilidades motoras y visuales.

Efectos del mercurio elemental

El mercurio (metálico) elemental causa efectos en la salud, principalmente, cuando este se encuentra en estado gaseoso y sus vapores pueden ser absorbidos a través de los pulmones. Esta exposición puede ocurrir cuando se derrama mercurio elemental o se rompe el objeto donde está contenido exponiendo el mercurio al aire, particularmente cuando ocurre en ambientes que presentan altas temperaturas o poco ventilados.

Los síntomas de intoxicación por inhalación son: temblores; cambios emocionales (por ejemplo: cambios en el humor, irritabilidad, nerviosismo, timidez excesiva, etc.); insomnio; cambios neuromusculares (como debilidad, atrofia muscular, tics, etc.); dolor de cabeza; molestias; cambios en la respuesta nerviosa; déficits en las pruebas de funciones cognitivas. A exposiciones más altas pueden aparecer daño renal, paro respiratorio y muerte.

Efectos de otros compuestos de mercurio (inorgánico y orgánico)

La exposición a una alta concentración de mercurio inorgánico (presente en peces principalmente) puede causar daño gastrointestinal, al sistema nervioso y renal. Ambos compuestos de mercurio (inorgánico y orgánico) se absorben a través del tracto gastrointestinal y afectan otros sistemas vía esta ruta. Sin embargo, los compuestos orgánicos de mercurio se absorben más fácilmente a través de la ingestión que los inorgánicos.

Los síntomas debidos a exposiciones importantes a mercurio inorgánico incluyen: erupciones y dermatitis; cambios de humor; pérdida de la memoria; perturbaciones mentales y debilidad muscular. (Convenio de Basilea, 1992)

5.3. Matrices de Impactos

Matriz de Impactos uso y mantenimiento

REFERENCIAS		Acciones que pueden afectar			
Positivo		Contaminación Lumínica	Calentamiento global y GEI	Confort y seguridad urbana	Mantenimiento del alumbrado público
Neutro					
Negativo					
Factores Ambientales	Características físicas y químicas	Superficie urbana			
		Atmósfera			
	Factores Biológicos	Arbolado urbano			
	Factores Culturales	Estéticos y de interés humano			
		Calidad de vida urbana			
		Impacto socioeconómico			

Tabla 5-1 Matriz de impactos uso y mantenimiento de luminarias. Fuente: Elaboración propia a partir de la matriz de Leopold.

Resumen de impactos

Los **impactos negativos** más significativos fueron los siguientes:

- En la contaminación lumínica en primer lugar, de manera evidente, puesto que estamos hablando de luz que alumbra, muchas veces en exceso, se está produciendo un **impacto socioeconómico** generado por un sobreconsumo energético. Este exceso de energía consumida no sólo tiene efectos económicos, sino que además, esa producción extra conlleva un incremento significativo en el consumo de recursos naturales no renovables (centrales eléctricas con combustibles fósiles) y la consecuente emisión a la atmósfera de sustancias que,

como el CO₂, influyen de manera decisiva en el efecto invernadero u otras, como el SO₂, causantes de las lluvias ácidas. (Peña Pérez, 2001)

La **calidad de vida humana** también se ve afectada principalmente sobre la seguridad vial y ciudadana: deslumbramientos, molestias, fatiga visual y estrés; y sobre la salud y la privacidad: intrusión lumínica: molestias, dificultades para dormir, estrés, etc.

Otro de los impactos negativos se genera sobre el **suelo urbano**. Luz en exceso que produce intrusiones lumínicas en zonas donde no es necesaria la presencia de luz, generando molestias en el confort, la salud humana y en la seguridad vial.

- El calentamiento global y las emisiones de gases de efecto invernadero generan las consecuencias mayores. La acumulación de los GEI provocan un aumento de la temperatura promedio de la atmosfera y, en consecuencia, una alteración significativa en el **clima** y a las consecuencias derivadas del mismo.

Se generan además **Impactos socioeconómicos** como pueden ser perdidas de hábitat costeros, daño a protecciones costeras y aumento de enfermedades causadas por vectores. Además, existen perdidas de recursos naturales renovables y recursos culturales, consecuencias de agricultura y acuicultura, aumento de corrientes migratorias humanas. Otros efectos negativos son los altos costos para proteger ciudades costeras de las tempestades y para replantear el tratamiento de aguas residuales. (Plan de acción Buenos Aires 2030, 2009).

Los **impactos positivos** más significativos son:

- El confort y la seguridad urbana que genera una adecuada iluminación contribuyen a las **vistas panorámicas y paisajes** que reducen accidentes vehiculares, aumentando la sensación de comodidad y bienestar dando un valor agregado a la ciudad, principalmente en la iluminación de plazas, monumentos, etc.

- Contar con un buen mantenimiento es indispensable ya que beneficia la mayoría de los aspectos, entre ellos: la **superficie urbana**: generando espacios de iluminación

correctos y agradables; el **arbolado urbano**: favorece al estado general, aunque es un tema discutible, ya que muchas veces se retiran árboles en buen estado, o se realizan podas selectivas para despeje de luminarias y/o tendidos de cables, cuyo propósito atiende a otros motivos (eliminar sombra) y no a necesidades del propio árbol; los **elementos estéticos y de interés humano**: una limpieza adecuada de las luminarias permite una mejor visualización del entorno a iluminar, genera espacios con mayor iluminación; también la **calidad de vida urbana**: una luminaria y todos sus elementos que presentan un buen mantenimiento tienen muy poca probabilidad de ocasionar riesgos y tanto el confort visual como la seguridad vial mejoran; y por último el **impacto socioeconómico**: una limpieza y mantenimiento periódicos facilita la opción de instalar luminarias de potencias adecuadas y se pagará por consumo de energía lo que realmente se necesita para garantizar la calidad.

Matriz de impacto recambio y disposición final

REFERENCIAS			Acciones que pueden afectar	
			Residuos	Procesos de recambio
	Positivo			
	Neutro			
	Negativo			
Factores Ambientales	Características físicas y químicas	Suelo urbano		
		Atmosfera		
		Agua subterránea		
	Factores biológicos	Arbolado urbano		
	Factores culturales	Estéticos y de interés humano		
		Nivel cultural		
		Impacto socioeconómico		

Tabla 5-2 Matriz de impactos recambio y disposición final de luminarias. Fuente: Elaboración propia a partir de la matriz de Leopold.

Resumen de impactos

Los **impactos negativos** más importantes son:

▪ Los residuos son uno de los principales problemas y afectan en su gran mayoría el **suelo urbano**: generalmente si se descartan los artefactos es el principal receptor de todos los componentes siendo afectado por infiltraciones, escurrimientos, etc.; la **calidad del agua**: los componentes peligrosos de los residuos como el mercurio puede infiltrarse en las aguas subterráneas llegando a las napas y afectando la salud o puede llegar a las aguas superficiales, de ambas formas afectando la composición de la misma; la **calidad del aire**: se puede ver modificada por los componentes de los residuos, por ejemplo el mercurio se dispersa muy fácilmente por el aire y es muy persistente; los **valores estéticos y de interés humano**: resultando poco agradable a la vista de la población y afectando la salud y seguridad principalmente porque entre estos residuos se manipulan residuos peligrosos que tienen que ser tratados como corresponde.

Los **impactos positivos** más significativos son:

• Algunos residuos contienen un beneficio, pudiendo contener un **impacto socioeconómico** positivo. La mayoría de los artefactos y componentes que se generan como residuos contienen un valor monetario o económico, ya sea que se puedan reutilizar, conformar piezas nuevas, vender piezas por separado, vender como chatarra, etc.

▪ Respecto a los procesos de recambio (desmontaje, transporte e instalación) se obtienen beneficios a **nivel cultural**: se genera empleo ya que se necesita mano de obra para todas las acciones a llevar a cabo; se obtiene un **impacto socioeconómico** favorable a partir de dichos procesos.

6. Pautas de Gestión

Los objetivos de las siguientes pautas de gestión pretenden alcanzar el manejo preventivo y sustentable del alumbrado, la mejora de la calidad de iluminación en el área de estudio, optimizar el sistema de iluminación, disminuir el consumo de energía eléctrica, y su consecuente generación de gases de efecto invernadero, como así mismo, disminuir los gastos de mantenimiento entre otros.

Se reconocen como requisitos de partida: interés político, conocimiento, recursos humanos, medios técnicos, recursos económicos, continuidad en el tiempo, etc.

Se considera el manejo preventivo como la iniciativa en el desarrollo de acciones creativas y audaces para generar mejoras. Así mismo la sustentabilidad de un sistema de alumbrado público como una integración de tres aspectos: el diseño del sistema, la gestión de la explotación y el mantenimiento.

La optimización energética se da a partir de una mayor eficiencia energética, un menor consumo energético, una reducción de emisiones de CO₂ y una disminución de la contaminación lumínica.

Por último, la función principal del alumbrado debe ser la creación de un ambiente visual nocturno que permita una visibilidad clara e identificación precisa de las personas y objetos en las vías transitadas. De lo cual se desprenden infinidad de consecuencias positivas como por ejemplo, la disminución de accidentes vehiculares, la seguridad peatonal, etc.

Diagrama de flujo

En principio, se debe realizar un diseño de iluminación contemplando los grandes rasgos que permitan lograr un sistema de alumbrado más eficiente. Luego se debe proceder con la selección de la lámpara a utilizar, ya que es uno de los componentes

más importantes a la hora de evaluar el consumo energético generado por el sistema de alumbrado público.

A continuación, se detallan las pautas para los procesos de instalación y mantenimiento, el cual es de gran relevancia en el costo y en la eficiencia alumbrado público. Por último se determina la disposición final de los principales componentes de la luminaria.

La mejora continua de todos los procesos que conforman el sistema, desde el diseño hasta la disposición final, conducen a obtener acciones sostenibles en el tiempo (Fig. 6-i).

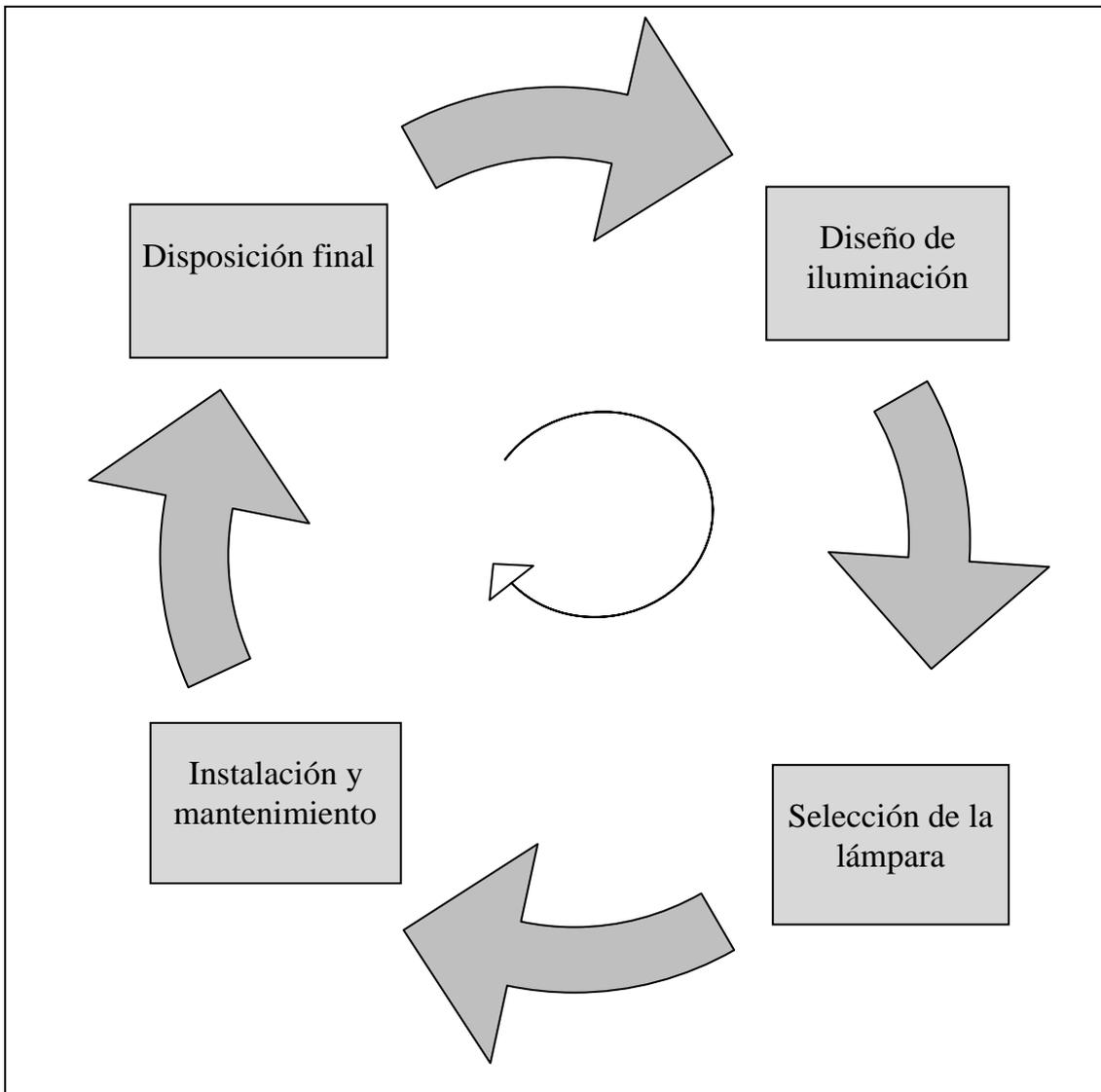


Figura 6-i Diagrama de flujo. Fuente: Elaboración propia.

Diseño de Iluminación

El diseño de iluminación es primordial en la planificación de un sistema de iluminación eficiente.

Las principales medidas a tener en cuenta en un diseño de iluminación se dividen en cuatro ejes principales:

1. Zona a iluminar.

- Considerar el nivel de iluminación recomendable para cada zona.
- Considerar el aspecto estético.
- En zonas en las cuales los árboles puedan presentar problemas por obstruir la iluminación generada por luminarias (efectos de sombra), o riesgos por contacto con los cables eléctricos, se deben programar actividades de poda o tala, las cuales se encuentran reguladas y reglamentadas por las autoridades ambientales.

2. Distribución de luminarias.

- La iluminación no debe ser excesiva ni defectuosa (Fig. 6-ii).
- Definir la distancia entre las luminarias.
- Determinar la altura sobre el suelo de las luminarias.
- La lámpara no debe sobresalir de la boca del reflector.
- La tulipa debe ser plana y transparente.

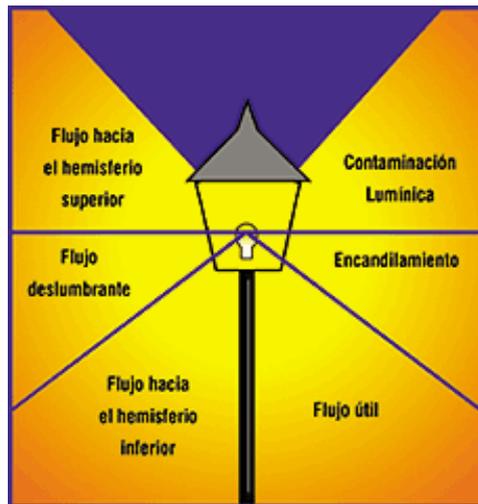


Figura 6-ii Flujo útil. Fuente: Fuente: Curso online de iluminación. Universidad de Cataluña.

3. Nivel de iluminación.

- Reducir el nivel de iluminación a partir de medianoche. Apagado de algunas luminarias, para lo que es necesario contar con doble circuito de cableado que permita apagar o encender la mitad de las lámparas.

- Evaluar las horas de funcionamiento necesarias.

- Mejorar los sistemas de control: apagado de circuitos, circuitos de media noche, balastos doble potencia, controladores de flujos, etc.

4. Gestión

- Capacitación de funcionarios.

- Evaluar los costos y beneficios de tercerizar sectores pertenecientes al alumbrado público como podría ser el caso del mantenimiento, entre otros.

- Generar propuestas para el ahorro de energía en el alumbrado público y para la reducción de la contaminación lumínica.

- Planeamiento del uso de energías renovables para el suministro de la energía que el sector de alumbrado público requiere.

- Recambio de lámparas y luminarias obsoletas.

Selección de luminaria

Con el objetivo de optimizar el sistema de iluminación, logrando una solución eficiente energéticamente, redistribuyendo la energía, reduciendo el consumo eléctrico y así también los costos de mantenimiento se analiza la utilización de luminarias LED. La tecnología LED frente a otras tecnologías cuenta con grandes ventajas como pudimos concluir en el análisis previo.

Equivalencia entre hectáreas plantadas con árboles que se necesitan para compensar las emisiones de CO₂

Los árboles absorben dióxido de carbono (CO₂) atmosférico junto otros elementos en suelos y aire para convertirlos en biomasa.

Aproximadamente 42% a 50% de la biomasa de un árbol (materia seca) es carbono. Hay una captura de carbono neta, únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar madurez.

En estado estable, un bosque en plena madurez aporta la misma cantidad de carbono que captura. Por tanto, no es importante cuanto carbono el árbol captura inmediatamente, sino cuanto carbono captura durante toda su vida.

Para calcular la captura de carbono es necesario conocer el período en cual el bosque alcanzará su madurez. Los índices de captura de carbono varían de acuerdo al tipo de árboles, suelos, topografía y prácticas de manejo en el bosque.

La acumulación de carbono en bosques y suelos llega eventualmente a un punto de saturación, a partir del cual la captura de carbono resulta imposible. Esto sucede, por ejemplo, cuando los árboles alcanzan su madurez o cuando la materia orgánica en los suelos se transforma a su estado original.

Una tonelada de carbono en la madera de un árbol o en la biomasa de un bosque representa alrededor de 3.5 toneladas de CO₂ atmosférico.

Se estima que un bosque de árboles maduros está formado por 400 árboles por hectárea, plantados a una distancia de 5 metros.

Se calcula que 100 ton. de carbono son capturados por hectárea, lo que equivale a 350 ton. de CO₂ por hectárea en 100 años. Esto es igual a una tonelada de carbono y 3.5

ton. de CO₂ por año y por hectárea, sin tomar en cuenta la pérdida de árboles. Calculando la pérdida de árboles en 25% por hectárea. Entonces la captura de carbono es de 75 ton./ha. Equivalente a 2.6 ton de CO₂ por año y por hectárea. (Alejandro De la Vega, 2007)

Para la realización de los siguientes cálculos, no se contemplaron las lámparas con tecnología LED colocadas en el área de estudio; las mismas representan el 0.89 % de la población muestral.

Las lámparas propias a las luminarias en funcionamiento pertenecientes al área de estudio que fueron contempladas en la evaluación fueron lámparas de vapor de sodio a alta presión, vapor de mercurio, mercurio halogenado y sodio doble nivel de potencia; representando estas el 99.11 % de la población muestral.

Además, se utilizó para los siguientes cálculos el Factor de Emisión de CO₂ de la Red Argentina de Energía Eléctrica para el año 2012; el cual es de unos 0.535 ton CO₂/MWh o lo que es igual 0.535 Kg CO₂/KWh.

Se contempla una reducción **del 80% del consumo de energía**, haciendo uso de los resultados de una experiencia pionera en España, concretamente en el municipio de L'Estany (Barcelona); la misma se ha convertido en el primer municipio europeo cuyo alumbrado público funciona en su totalidad mediante tecnología LED.

Tipo de lámpara	Consumo anual [KWh/año]
Vapor de sodio alta presión	7044025,50
Vapor de mercurio	66722,00
Mercurio halogenado	173375,00
Sodio doble nivel de potencia	862860,00
	8146982,50

Tabla 6-1 Consumo anual. Fuente: Elaboración propia.

	Iluminación existente	Iluminación propuesta (LED)	Ahorro	
[KWh/año]	8146983	1629397	6517586	80%
CO ₂ [Kg/año]	4359	872	3487	
Hectáreas	1676	335	1341	
Árboles	670559	134112	536447	

Tabla 6-2 Comparación de tecnologías de iluminación. Fuente: Elaboración propia.

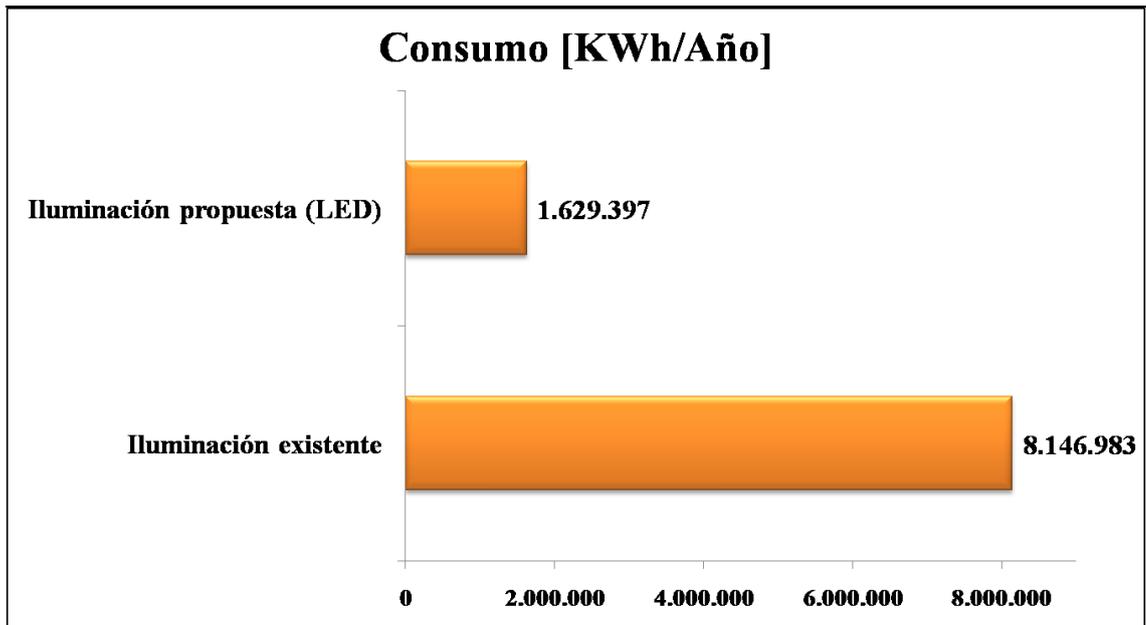


Figura 6-iii Comparación de tecnologías de iluminación. Fuente: Elaboración propia.

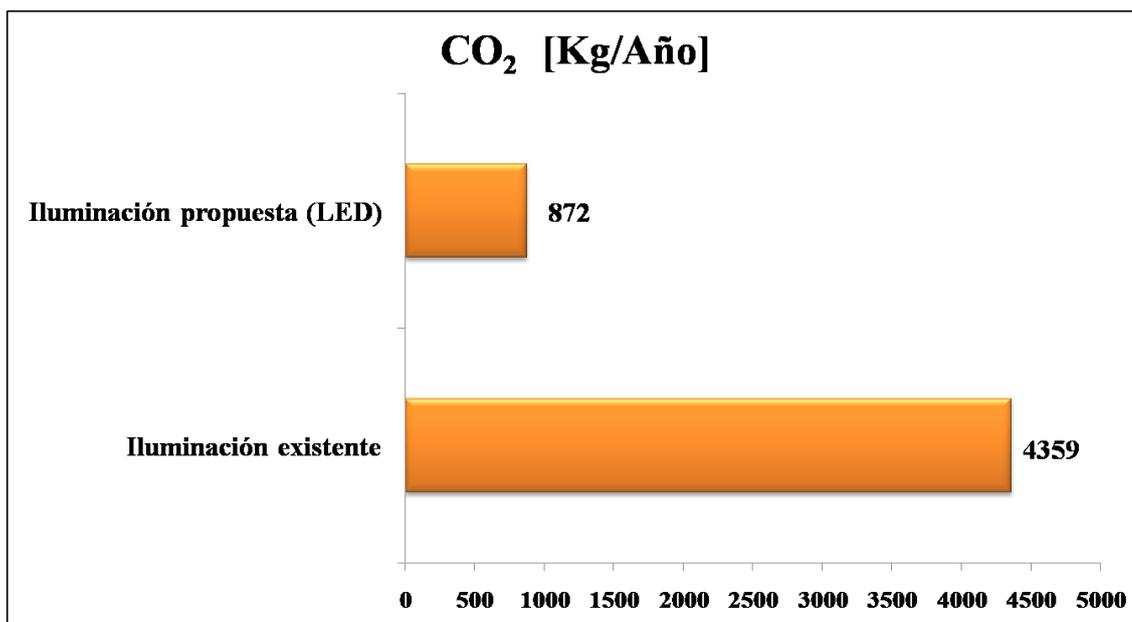


Figura 6-iv Comparación de emisiones de CO₂. Fuente: Elaboración propia.

El consumo anual de energía es de 8146983 [KWh/año]. Con el sistema de luminarias LED (iluminación de estado sólido) el consumo anual se reduce a 1629397 [KWh/año] lo que significa un ahorro de energía del 80% (Fig. 6-iii). Por otro lado se trata de fuentes de luz con una vida útil de unas 50.000 horas, lo que reduce también los costos de mantenimiento.

Aplicando esta propuesta el ahorro de energía anual sería de 6517586 [KWh/año], equivalente a reducir la emisión al ambiente de más de 3487 kilogramos anuales de CO₂ (Fig. 6-iv).

Instalación y Mantenimiento

En el Municipio de General Pueyrredon el mantenimiento ha mejorado a partir de la iniciativa de la participación ciudadana, como se comprobó existe una mayor eficiencia en el servicio con la implementación del programa de atención al vecino.

El mantenimiento del alumbrado público generalmente es correctivo; se programan trabajos cuando se presenta una falla. El objetivo es ubicar la falla, solucionarla y restablecer el funcionamiento de la luminaria.

Sin embargo, se intenta lograr un mantenimiento preventivo mediante la realización de tareas que se anticipen a las fallas. Estas actividades se deben programar dependiendo los períodos estimativos de funcionamiento de cada elemento.

En una instalación nueva, los componentes de una luminaria se encuentran limpios, los contactos eléctricos bien ajustados y los equipos en el inicio de su vida útil. Pero, conforme avanza el tiempo de operación, una instalación de alumbrado público esta expuesta a la contaminación ambiental, a vibraciones y efectos de tipo eléctrico (como variación en la tensión de alimentación proveniente de la red, etc.), los cuales generan deterioro en los componentes, en el conjunto óptico de las luminarias y en la reducción de los niveles de iluminación.

La periodicidad de la limpieza del conjunto óptico de la luminaria y del cambio de las bombillas debe ser tal que garanticen que la instalación de alumbrado público no va a estar funcionando con valores de iluminancia promedio por debajo de los mínimos mantenidos.

En el área de estudio contamos con 458 Km lineales por recorrer al efectuar el mantenimiento (Fig.6-v). Si consideramos que por cada 100 Km se consumen aproximadamente 8 lt de nafta, se necesitaría un total de 36.64 lt. Al valor del litro de nafta a \$12.90 se obtiene un gasto total de \$472.656 anual.



Figura 6-v Cantidad de Km a recorrer en el área de estudio. Fuente: Elaboración propia.

La propuesta es programar en periodos anuales y por zonas las siguientes acciones:

1. **Limpieza de luminarias:** la misma se efectuara en ambas caras (interior y exterior): Reflector y lámpara, Equipo auxiliar, Cristal refractor, Carcasa exterior, etc.
2. **Repintado de luminarias:** considerar repintado de 50% de las luminarias existentes por año, resultando en una frecuencia de pintado por luminaria de cada 2 años.
3. **Limpieza de columnas:** se hará lavando toda su extensión. La tarea previa será la de verificación de la verticalidad y la correcta orientación del brazo. También se procederá a limpiar el tablero y se verificará la aislación del cable de derivación, como asimismo la resistencia del conductor de puesta a tierra, con una frecuencia de dos años.

4. **Repintado de columnas:** considerar repintado del 50% de las columnas existentes por año, resultando en una frecuencia de pintado por columna de cada 2 años.

5. **Limpieza y repaso de elementos menores:** los tableros de comando y/o protecciones y sus correspondientes alojamientos se limpiarán y se ajustarán los elementos componentes de los comandos y protecciones, y se repondrán los elementos defectuosos. Las cajas y buzones de toma se limpiarán en su interior, se aceitarán las bisagras y los dispositivos de cierre, reemplazando aquellas partes que no funcionen satisfactoriamente. Con el mismo sistema y criterio al repintado de columnas, se realizará el de cajas y buzones de toma.

6. **Cables de alimentación:** mientras se realicen los trabajos descritos en los puntos anteriores, se verificará el estado de resistencia de aislación de los conductores subterráneos de alimentación. De registrarse valores bajos, se procederá a los realizar los trabajos necesarios para normalizar la instalación.

7. **Aplomado de columnas:** serán corregidas aquellas que por efecto del viento no tuvieran una correcta verticalidad.

8. **Control de nidos de insectos en bases de columnas:** Se deberá actuar de modo preventivo sobre las bases de las columnas a la altura de la placa de conexión para evitar corto circuitos.

Como sugerencias cabe destacar:

- Realizar campañas de educación ciudadana, para optimizar el rendimiento del servicio del Centro de Atención al Vecino. Hacer hincapié en la numeración y localización de luminarias.

- Optimizar la emisión del reclamo para su posterior reparación por parte del sector. Se encontró como falla la incorrecta especificación en cuestiones de numeración y de localización de luminarias, en casos donde la denominación de las calles del partido presentaban cambios.

- Planificación de la compra de insumos. Para poder llevar a cabo un mantenimiento preventivo se debe contar con los insumos necesarios.

El parámetro más importante a evaluar en la compra de nuevas luminarias en lo referido a mantenimiento es el Índice de Protección.

El IP se observa en la forma como se encuentra sellada la luminaria, siendo menor el IP si la luminaria está abierta (sin protección). El costo de las luminarias es directamente proporcional al grado IP, el criterio de selección del IP depende directamente de la política de mantenimiento por limpieza definida con anterioridad.

- Luminarias con grado IP alto requieren períodos de limpieza más largos.
- Luminarias con grado IP bajo, requieren períodos de limpieza más cortos.

La decisión depende de la evaluación económica de costo luminaria por IP Vs Costos de limpieza proyectados en el tiempo.

Disposición final

En el momento en que la luminaria es considerada como residuo, por razones varias como lo son el recambio por tecnologías más avanzadas, por fallas eléctricas u otros, se recomienda:

Al remover un equipo se deben evaluar sus componentes para darles un destino correcto a los mismos. En principio, se debe analizar el tipo de lámpara, si está es de mercurio deberá separarse y tratarse como corresponde, en rellenos de seguridad (Fig. 6-vi). Así mismo las lámparas de sodio.

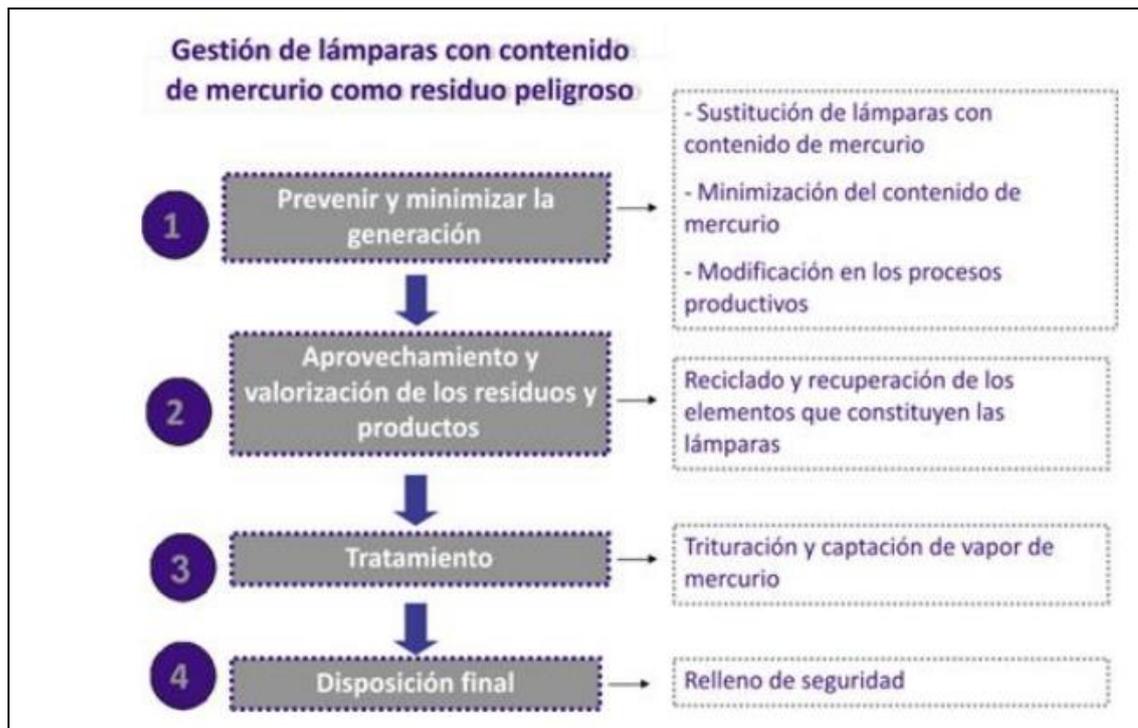


Figura 6-vi Gestión de lámparas con contenido de mercurio. Fuente: Martínez Carolina, 2012

Luego, se debe establecer un criterio de clasificación en el cual se determine cuáles luminarias, como así también sus componentes, podrán tener un reuso, una revalorización y cuáles no.

Se consideran apropiadas para el reuso aquellas luminarias que presentan:

- Buen estado general del cuerpo, sin presencia de fracturas principalmente en cierre y sujeción.
- Operaciones de montaje y desmontaje de la luminaria y, sobre todo las posteriores operaciones de mantenimiento, realizables con facilidad y sin posibilidad de alterar las posiciones del enfoque, fijación, etc.
- Factor de ensuciamiento bajo, debido a que la acumulación de la suciedad en el conjunto óptico de las luminarias afecta el rendimiento, y por lo tanto, disminuye los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado público.
- Elevado índice de protección (IP).
- Materiales resistentes.

Ciertas luminarias pueden ser recicladas por diversas empresas o asociaciones civiles, de modo de insertarlas nuevamente en el circuito de alumbrado público (Fig. 6-vii).

Las empresas tienen a su cargo las tareas de limpieza, pintado y acondicionamiento de las luminarias, y el recambio de los elementos deteriorados.



Figura 6-vii Artefacto reacondicionado. Fuente: EMVIAL.

Aquellas luminarias que no cumplan con los criterios anteriormente expuestos no serán consideradas como reusables.

Por lo tanto el rezago resultante puede ser vendido:

- En sus componentes principales: vidrio, aluminio, plástico a industrias que puedan reutilizarlos, lo que abre en este nicho una oportunidad de negocios.
- Como chatarra toda la luminaria.

En caso que no se destine a ninguna de las opciones anteriores deben ser llevados a rellenos sanitarios y/o de seguridad.

A continuación (Fig. 6-viii) se diagraman los posibles pasos a seguir:

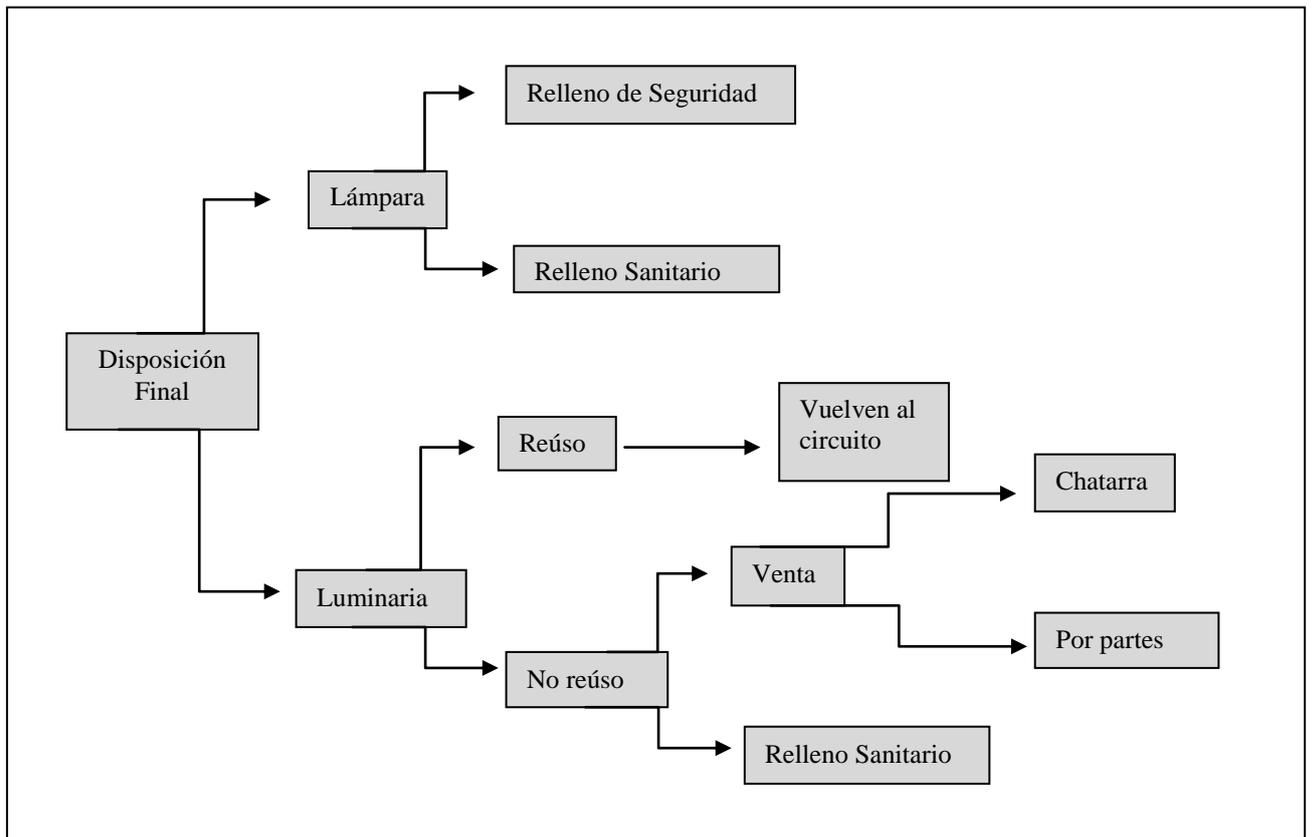


Figura 6-viii Disposición final. Fuente: Elaboración propia.

7. Conclusiones

A lo largo del tiempo las medidas adoptadas por el municipio de General Pueyrredon denotan un interés por la sostenibilidad del mismo, formando parte acciones como una mejora en la eficiencia del servicio de alumbrado público, la optimización de la gestión de recursos y residuos, etc.

Un plan de gestión de Alumbrado Público asegura un éxito en la eficiencia del sistema, la mejora continua de cada eslabón del mismo garantiza acciones sostenibles en el tiempo.

A partir del análisis de indicadores se determinó que la tecnología mas apropiada a utilizar es la tecnología LED. La cual genera una modernización e innovación en el sistema de alumbrado, y frente a otras tecnologías ocasiona una reducción en el consumo de energía, un gasto menor en el mantenimiento y una reducción de las emisiones de CO₂.

Al realizar el recambio de las tecnologías actualmente dispuestas, por la tecnología de iluminación LED, se generaría en el Partido de General Pueyrredon un 80% de ahorro en las emisiones de GEIs.

Una de las actividades más importantes determinadas en el análisis de impactos es el mantenimiento del alumbrado público. Lograr un mantenimiento preventivo, organizando actividades de limpieza y reparación en periodos anuales y zonales. Lo que conlleva un costo mínimo de inversión, por ejemplo para recorrer la zona seleccionada el consumo de nafta es aproximadamente \$472.656 anual, y genera un beneficio mayor. Se puede asegurar que el mantenimiento es una actividad que el costo-beneficio es beneficioso.

Con respecto al medio ambiente se deben considerar los impactos ambientales de las actividades propias del alumbrado público. De especial cuidado es el manejo de las lámparas, por los componentes constituyentes de las mismas. Es necesario conocer las normas y procedimientos específicos para cada tipo de luminaria con el fin de garantizar una adecuada manipulación de elementos con residuos peligrosos, un manejo general de los residuos solidos, su almacenamiento y disposición final.

Por último, no se debe olvidar que el destinatario de aciertos y errores en este aspecto cotidiano de la vida urbana es el habitante y usuario de los espacios. Es por ello de vital importancia incorporar sus aportes en la interpretación de demandas como también en la búsqueda de soluciones. El establecimiento de vías de participación y comunicación con la comunidad favorece la eficiencia de la gestión del alumbrado.

8. Bibliografía

Garzonio Omar, Terraza Horacio y Adler Verónica. *Plan de acción - Mar del Plata sostenible*. Informe inédito. Dirección general de coordinación MGP, 2013.

Asociación Argentina de Luminotecnia. *El Plan Director para el alumbrado público de las ciudades*. Jornadas Regionales de Eficiencia Energética. Argentina, 2012.

Gumar Zapata Acha, Fernando. *Instalaciones eléctricas I*. Bolivia, 2001.

Cova, Roberto Osvaldo. *La iluminación artificial en Mar del Plata*. Mar del Plata, 1995.

Universidad Nacional de Colombia. *Guía didáctica para el buen uso de la energía*. Colombia, 2007. Disponible en: <http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado_Publico.pdf>.

Honorable consejo deliberante, Partido de General Pueyrredon. *Legislación Nacional, Provincial y Municipal*. Disponible en <<http://www.concejomdp.gov.ar>>.

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación de Sevilla, Julián Montes Marín. *Ilumina con eficiencia*, 2014.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Javier Martínez. *Lámparas de descarga*. Argentina, 2005. Disponible en: <[http://www.inti.gob.ar/Unidad 12 Lámparas de descarga](http://www.inti.gob.ar/Unidad_12_Lámparas_de_descarga)>.

Organismo de Control de Energía Eléctrica de la Provincia de Buenos Aires (OSEBA), *Institucional*. Disponible en: <<http://www.oceba.gba.gov.ar/>>.

Centrales de la Costa Atlántica S.A, *Centrales*. Disponible en: <<http://www.centralesdelacosta.com.ar/>>.

EDEA, *Institucional*. Disponible en: <<http://www.edeaweb.com.ar/>>.

Honorable Tribunal de Cuentas. *Ley orgánica de las Municipalidades*. Disponible en: <<http://www.htc.gba.gov.ar/>>.

Axion. *Equipos; Hidrogruas*. Disponible en: <<http://www.maquinariapro.com/equipos/hidrogruas.html>>

Municipalidad de General Pueyrredón. *Informe anual de Alumbrado*. 2013. Disponible en: <<http://www.mardelplata.gov.ar/>>.

Cristina Morente Montserrat. *Curso online de iluminación*. Cataluña, España. Disponible en: <<http://grlum.dpe.upc.edu/manual/>>.

Gordillo, Agustín. *La defensa del usuario y del administrado*. Buenos Aires, 2009. Disponible en: <http://www.gordillo.com/pdf_tomo2/capitulo12.pdf>.

Hernandez Ortiz. *Ahorro de energía y reducción de la contaminación lumínica*. Mexico, 2010.

Universidad Nacional Autónoma de México. *Contaminación lumínica*. Disponible en: <<http://www.astroscu.unam.mx/>>.

. Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. *Aspectos Básicos del Cambio Climático*. Argentina. Disponible en: <<http://www.ambiente.gob.ar/default.asp?IdArticulo=4573>>.

Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. *Indicadores de Desarrollo Sostenible – Emisiones totales de Gases Efecto Invernadero*. Argentina. Disponible en: <<http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=6070>>.

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología Universidad nacional de Tucumán. Carlos Kirschbaum. *Impactos ambientales y sociales del Alumbrado Público*. Argentina.

Banco Mundial. *Emisiones de CO₂*. Disponible en: <<http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT/countries?display=map>>.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. *Conoce tu huella de carbono*. Argentina, 2014. Disponible en: <<http://www.ambiente.gov.ar/?IdArticulo=5495>>.

Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). *Síntesis del Mercado Eléctrico Mayorista de la República Argentina*. Argentina, 2012. Disponible en: <http://www.cnea.gov.ar/pdfs/sintesis_mem/1_2012.pdf>.

El Instituto Argentino de la Energía (IAE), Daniel Perczyk y Mariela Beljansky. *Proyectos de energía en el Mecanismo para un Desarrollo Limpio*. 2007. Disponible en: <<http://www.iae.org.ar/climatico/climatico16.pdf>>.

Secretaría de Energía. *Calculo del Factor de Emisión de CO₂ de la Red Argentina de Energía Eléctrica*. Argentina, 2012. Disponible en: <<http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos7verpagina.php?idpagina=2311>>.

Martínez Carolina, Ayrala Quiroga Marina y Zurbriggenc Natalí. *Lineamientos para la gestión integral de lámparas con contenido de mercurio como residuo peligroso en la República Argentina*. Congreso de Medio Ambiente. Argentina, 2012.

Centro coordinador de Basilea. *Convenio de Basilea*. América Latina y Caribe, 1992. Disponible en: <<http://www.ccbasilea-crestocolmo.org.uy/>>

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Costa Rica, 2003. Disponible en: <<http://www.pnuma.org/deat1/pdf/GEO%20ALC%202003-espanol.pdf>>

Jorge Alejandro De la Vega L. *Calentamiento global*, 2007. Disponible en: <<http://www.textoscientificos.com/node/887>>.

Peña Pérez, J.M. (coord.). *Grupo de trabajo 20: Contaminación lumínica*. V Congreso Nacional del Medio Ambiente, 28 p., Madrid, 2001.

Agencia de Protección Ambiental. *Plan de acción contra el cambio climático Buenos Aires 2030*. Ciudad de Buenos Aires, 2009.