



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional General Pacheco

Ingeniería Civil

PROYECTO FINAL

2017-2018

ANÁLISIS DE APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA LED EN EL ALUMBRADO PÚBLICO

Cátedra:

Ing. Liliana Vega
Ing. Diego Benítez
Ing. Damián Pucill

Alumnos:

Srta. Gisella Velarde
Sr. José Luis Iglesias
Sr. Leandro Honeker
Sr. Luciano Tamburini

17 de Octubre de 2018



Agradecimientos

Se agradece especialmente a las familias y amigos de cada uno de los integrantes del equipo que realizó este Proyecto Final, al Departamento de Ing. Civil de la UTN FRGP, a su Director, al Secretario y a la Srta. Erica Arroyo, y a las siguientes Cátedras de la Carrera:

- Proyecto Final, en especial a su Titular, la Ing. Liliana Vega.
- Desarrollo Local y Gestión de Proyectos.
- Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable.
- Instalaciones Eléctricas y Acústicas.
- Economía.

Además, un agradecimiento especial para los funcionarios de la Municipalidad de Malvinas Argentinas, el Ing. Roberto Caratozzolo Copes y el Lic. Marcelo Baigorria, y también a las autoridades de la Municipalidad de Belén de Escobar, que siempre tuvieron muy buena predisposición para con nosotros.



ÍNDICE

Resumen.....	7
Abstract.....	7
1. Introducción.....	8
1.1. Antecedentes.....	8
1.1.1. Generales y de gestión previa.....	8
1.1.2. Elección del proyecto.....	9
1.1.3. Generales del alumbrado público.....	10
1.2. Marco teórico.....	14
1.3. Diagnóstico del Problema.....	15
1.4. Objetivos del Proyecto.....	16
1.4.1. Objetivo general.....	16
1.4.2. Objetivos específicos.....	16
1.5. Alcance de proyecto.....	16
2. Desarrollo.....	18
2.1. Reconversión de tecnología en alumbrado público en el país.....	18
2.1.1. Reemplazo de tecnología en alumbrado público.....	18
2.1.2. Aplicación de tecnología LED en el alumbrado público en el país.....	19
2.2. Estudio técnico.....	25
2.2.1. Comentarios generales de Luminotecnia.....	25
2.2.2. Lámparas y luminarias utilizadas en el alumbrado público.....	26
2.2.2.1. Lámparas de aditivos metálicos.....	26
2.2.2.2. Lámparas de vapor de sodio, de baja presión.....	27
2.2.2.3. Lámparas de vapor de sodio, de alta presión.....	27
2.2.2.4. Lámparas de LED.....	28
2.2.3. Comparativa de tipos de lámparas.....	30



2.2.4. Conclusión de comparativa de lámparas	33
2.2.5. Comentarios acerca de la utilización de la tecnología LED	37
2.2.6. Configuraciones frecuentes de la disposición de luminarias en las vías públicas.....	39
2.2.6.1. Tramos rectos con única calzada.....	39
2.2.6.2. Tramos rectos con dos o más calzadas con división central	40
2.2.6.3. Tramos con curvas	41
2.2.6.4. Cruces entre vías.....	42
2.2.6.5. Pasos peatonales	42
2.2.6.6. Presencia de árboles	43
2.3. Estudio legal	44
2.3.1. Organismos involucrados en el recambio de luminarias para el alumbrado público.....	44
2.3.1.1. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.....	44
2.3.1.2. Asociación Electrotécnica Argentina	44
2.3.1.3. Dirección Nacional de Vialidad.....	44
2.3.1.4. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable.....	44
2.3.2. Legislación actual para el recambio de luminarias en el alumbrado público	45
2.3.2.1. Marco regulatorio para el comitente.....	45
2.3.2.2. Marco regulatorio para el fabricante.....	47
2.3.2.3. Marco regulatorio para el estudio de recambio	48
2.3.2.4. Marco regulatorio para las tareas de operación	50
2.3.2.5. Marco regulatorio para el cuidado medioambiental.....	51
2.4. Estudio comercial	52
2.4.1. Principales proveedores nacionales	53
2.4.2. Principales proveedores extranjeros.....	57



2.5. Estudio Económico-Financiero	63
2.5.1. Costo Anualizado Total	63
2.5.1.1. Vida Útil	64
2.5.1.2. Costo del ciclo de vida anualizado	66
2.5.1.3. Costo de inversión anual.....	72
2.5.1.4. Determinación del Costo Anualizado Total (CAT)	73
2.5.2. Opciones de financiamiento	74
2.5.2.1. Plan de Alumbrado Eficiente	74
2.5.2.2. Participación Público-Privada.....	75
2.5.2.3. Leasing con una entidad bancaria	78
2.5.2.4. Financiamiento con fondos propios.....	79
2.5.3. Recupero de la inversión inicial	79
2.6. Contaminación Lumínica.....	83
2.7. Reciclaje y reutilización de luminarias.....	86
3. Metodología para el recambio de luminarias	89
4. Recomendaciones.....	94
4.1. Medioambientales.....	94
4.2. De Seguridad Vial.....	94
4.3. Técnicas Operativas	95
4.4. Administrativas	96
5. Aplicación del proyecto al Municipio de Malvinas Argentinas	97
5.1. Antecedentes de gestión previa.....	97
5.2. Características generales del partido.....	97
5.3. Objetivo de la aplicación del proyecto.....	99
5.4. Necesidad del municipio	99
5.5. Alcance y prioridades.....	99
5.6. Descripción de corredores viales y sus contextos	100



5.6.1. Ex Ruta Nacional N°202.....	100
5.6.2. Ex Ruta Nacional N°197.....	101
5.6.3. Ruta Nacional N°8.....	102
5.6.4. Avenida del Libertador General San Martín.....	103
5.6.5. Avenida Presidente Juan Domingo Perón	105
5.6.6. Calle Juan Francisco Seguí.....	107
5.6.7. Calle Eva Perón (Ex Avenida Wilson).....	108
5.6.8. Avenida Olivos	110
5.6.9. Avenida de los Constituyentes	111
5.7. Relevamiento de la situación actual.....	116
5.7.1. De campo.....	116
5.7.2. Según censo de Edenor	119
5.8. Estudio de Impacto Ambiental	127
5.9. Evaluación legal.....	127
5.10. Evaluación técnica	127
5.11. Evaluación comercial	128
5.12. Evaluación económico-financiera.....	129
5.12.1. Costo Anualizado Total	130
5.12.1.1. Vida Útil	131
5.12.1.2. Costo operativo anual	134
5.12.1.3. Costo de inversión anual.....	141
5.12.1.4. Determinación del Costo Anualizado Total (CAT)	141
5.12.2. Opciones de financiamiento	143
5.12.3. Recupero de la inversión inicial	143
5.14. Simulación de performance de luminarias elegida	146
5.15. Determinación de la reutilización, reciclado o disposición final de lo reemplazado.....	146



5.16. Consideración de recomendaciones y adopción de necesarias	149
5.17. Agregado de Energías Renovables	152
5.17.1. Energía solar	152
5.17.2. Energía eólica	152
5.17.3. Geotérmica.....	153
5.17.4. Hidroeléctrica	153
5.17.5. Biomasa	153
5.17.6. Biogás	153
5.17.7. Biocombustibles	154
5.17.8. Situación actual del país.....	154
5.17.9. Aplicación al Municipio de Malvinas Argentinas.....	156
6. Conclusiones.....	157
7. Bibliografía	160
8. Anexos	195



Resumen

El presente Proyecto Final es un documento académico que constituye el punto culmine de la carrera de Ing. Civil de la Facultad Regional General Pacheco, perteneciente a la Universidad Tecnológica Nacional. En el mismo, se aborda la problemática actual de la ineficiencia energética que presenta el alumbrado público con tecnologías tradicionales, y tiene como objetivo el análisis teórico del recambio de las luminarias instaladas hoy en día, a artefactos nuevos con tecnología LED. También pretende ser una fuente de consulta y guía para la aplicación del proceso de renovación a partir de una metodología formulada, en donde se estimula al lector ser partícipe de la situación y comprender nuevos aspectos que, posiblemente, no se tenían en cuenta previamente.

Abstract

The following Final Project is an academic document that constitutes the culmination point in the career of Civil Engineering of the Facultad Regional General Pacheco, belonging to the Universidad Tecnológica Nacional. This project contemplates the actual issue of energetic inefficiency that is present in the public lighting system with traditional technologies, and it has as purpose the theoretical analysis of the replacement of the installed luminaries by new artefacts with LED technology. In addition, it pretends to be a referent source and guide for the application of the process of renovation through a methodology, in which the reader is invited to be part of the situation and understand new aspects that possibly were not taken into account previously.



1. Introducción

1.1. Antecedentes

1.1.1. Generales y de gestión previa

La Cátedra Proyecto Final propuso como metodología para la elaboración del proyecto, la búsqueda de problemáticas sociales en municipios que formen parte del contexto social de los alumnos, o de la facultad y que puedan tener la posibilidad de gestionar reuniones y así obtener información necesaria sobre necesidades que pudiesen ser la base de desarrollo de posibles trabajos académicos a desarrollar.

Se optó por visitar los siguientes municipios:

- Malvinas Argentinas.
- San Miguel.
- Tigre.
- Escobar.

El 16/08/2017 se concretó una reunión con el Secretario de Urbanismo de la Municipalidad de Malvinas Argentinas, el Arq. Nicolás Quiróz. En este encuentro se plantearon varios proyectos: uno de ellos consistía en el saneamiento y entubamiento de un arroyo local, con la posibilidad de proyectar una futura puesta en valor de la zona. Otro proyecto que resultó de interés para el grupo consistía en resolver un polideportivo municipal, con libre acción para plantear el programa de necesidades que resultara pertinente, incorporación de áreas culturales, etc. Finalmente, se planteó la posibilidad de proyectar la estructura de un centro de comandos de cámaras de seguridad, el cual fue descartado por no responder a las expectativas de la Cátedra.

Paralelamente, se mantuvo una serie de reuniones en el Municipio de Tigre. En primera instancia se realizó un breve encuentro con el Arq. Rodolfo Díaz Molina, cuyo cargo es el de Sub-secretario de urbanismo. Los proyectos/problemáticas abordadas fueron varias, por ejemplo, se planteó la posibilidad de buscar una solución a la contaminación lumínica que sufren las aves en los espacios públicos verdes (se descartó esta opción ya que escapa a la incumbencia de la Ingeniería Civil), también se realizó un abordaje sobre el Plan de Integración Territorial de Tigre, el cual constituye un ambicioso proyecto vial que busca dar una mejora a los graves problemas de tránsito que sufre el municipio de Tigre en varios nudos conflictivos. Otros grupos de estudiantes, en años anteriores analizaron un nudo en particular, quedando disponible resolver los faltantes. Luego de un encuentro con el



Arq. Rodolfo Díaz Molina, se pudo realizar una breve reunión con la Ing. Lucia Brid, cuyo cargo es el de Directora General de Infraestructura Hidráulica. En este encuentro, la profesional brindó información acerca de un conjunto de proyectos necesarios para el municipio, uno de ellos consistía en realizar un ensanche del puente ferroviario de Talar, el cual genera grandes problemas de tránsito en la zona. Otro proyecto a desarrollar, tenía como objetivo finalizar con las constantes inundaciones que se dan en los Barrios Esmeralda y Barrio Gutiérrez debido a las crecidas del Arroyo Darragueira.

El día 30/08/2017 fue posible realizar una visita al Municipio de San Miguel y al Municipio de Escobar, en donde no se pudieron obtener proyectos que resultaran de interés para el grupo.

Finalmente, el alumno José Luis Iglesias propuso de manera individual estudiar la transformación paulatina del alumbrado público mediante tecnologías más eficientes a las actuales. En relación a esto último, la semana del 11 de Septiembre, se asistió a la Feria BIEL Light+Building Buenos Aires 2017 donde se recolectó mucha información sobre el tema, tanto técnica como comercial.

1.1.2. Elección del proyecto

La primera tarea para la elección del proyecto consistió en resumir el número de proyectos que podrían llegar a ser potencialmente de interés propio y de la Cátedra. Los proyectos a tener en cuenta fueron los siguientes:

- Entubamiento del Arroyo Hooke en el Municipio de Malvinas Argentinas.
- Plan de Integración Territorial de Tigre mediante el Sistema BRT.
- Ensanche del puente ferroviario de Talar.
- Transformación paulatina del alumbrado público mediante nuevas tecnologías.

A continuación, se procedió a realizar un segundo análisis sobre las propuestas seleccionadas. El objetivo de esta etapa fue utilizar parámetros brindados por la Cátedra para seleccionar finalmente el proyecto a desarrollar. Algunos de estos criterios fueron el análisis de las viabilidades del proyecto y el alcance del mismo, el impacto que podría llegar a generar partiendo de una línea base, entre otros.

Comenzando con el análisis particular de cada proyecto, se inició el mismo con el estudio del proyecto denominado "Entubamiento del Arroyo Hooke en el Municipio de Malvinas Argentinas", el cual era un proyecto muy atractivo, pero fue perdiendo relevancia cuando se lo sometió a la evaluación del grupo y de la Cátedra. Las principales conclusiones fueron que era un proyecto cuyo alcance se encontraba muy limitado y la urbanización de la



zona se vería muy condicionada debido al poco espacio disponible para generar espacios públicos de interés social.

El siguiente proyecto considerado fue el de “Ensanche del puente de Talar de la Ruta 197”. En esta ocasión, si bien era notorio el conflicto en el tránsito, producto de las dimensiones estrechas del puente, el Municipio de Tigre determinó como solución: la materialización del ensanche del puente en cuestión. Por lo que se trataba de una problemática resuelta, que no requería de previo análisis. Por esta razón, no se tuvo en cuenta este proyecto.

Con respecto al Plan de Integración Territorial de Tigre mediante el Sistema BRT (Bus Rapid Transit), es de gran magnitud y de amplia incidencia en aspectos de la Ingeniería Civil. Se caracteriza por tener varios proyectos por etapas zonales, habiendo sido algunos ya desarrollados por alumnos en años anteriores.

Por último, el proyecto sobre la transformación paulatina del alumbrado público mediante nuevas tecnologías consiste en el análisis y selección de alternativas más eficientes que las actuales para la iluminación de los principales corredores viales.

Se contrastaron las últimas dos opciones y se decidió optar por este último ya que es innovador respecto de los proyectos llevados a cabo en años anteriores. Además, se apreció un interés particular por parte de la Cátedra en hacer este proyecto de manera genérica para que cualquier municipio que se vea atraído, pueda ejecutarlo.

1.1.3. Generales del alumbrado público

El alumbrado público es un servicio consistente en la iluminación de las vías transitables, parques, y demás espacios de libre circulación que no se encuentren a cargo de ninguna persona física o jurídica, diferente del municipio, con el objetivo de proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades.

Por lo general, el alumbrado público en las ciudades es un servicio que brinda el municipio y éste es quien se encarga de su instalación. Este tipo de alumbrado en la actualidad resulta ser un servicio vital dentro de las localidades y ciudades de todo el mundo.

Sin este tipo de servicio, muchas de las actividades que las personas podrían realizar serían muy difíciles e imposibles de hacer. El alumbrado público proporciona la visibilidad necesaria y adecuada para transitar y gozar de actividades de manera normal.



Todas las personas necesitan y requieren de este servicio para gozar aún más de los espacios públicos. Por ejemplo: poder realizar una caminata tranquila y segura de noche en un parque es imposible sin la iluminación apropiada.

Cuidar de la misma es una de las principales responsabilidades que tienen los ciudadanos, para poder disfrutar de una mejor iluminación pública.

Las luces en las ciudades han recorrido un largo camino desde que se utilizaron por primera vez en el siglo XV, cuando la gente utilizaba cera de abeja, aceite de pescado y otras sustancias para alimentar la luz de sus lámparas.

En ese momento no había luz de gas, pero el entonces alcalde de Londres, Sir Henry Barton, dictaminó que todos los ciudadanos debían colgar lámparas en sus casas durante las noches de invierno. Esta costumbre fue rápidamente imitada por otras grandes ciudades, como París, en 1524. Durante más de 200 años, las grandes ciudades y pequeñas comunidades rurales obligaron a sus ciudadanos a colgar lámparas de aceite durante las noches, con multas para aquellos que desobedecieran esta orden.

En 1792, William Murdoch, un ingeniero e inventor británico, utilizó el gas y cambió toda la forma de vida en el mundo civilizado. Después de encender su casa de campo, Murdoch comenzó a experimentar con diferentes tipos de gas natural y determinó que el gas producido a partir del carbón era el mejor combustible. Hizo una presentación pública de las luces de gas que dejó al público asombrado.

No pasó mucho tiempo antes de que los gobiernos de las ciudades comenzaran a darse cuenta del potencial de las luces de gas. La primera calle pública en ser iluminada fue la de Pall Mall, Londres, en 1807. En 1812, ya estaba iluminado totalmente el Puente de Westminster.

El uso de las luces de gas en las calles de las ciudades se extendió rápidamente y llegó por primera vez a América a la ciudad de Baltimore en 1816. Otras ciudades en todo Estados Unidos siguieron rápidamente con esta tendencia, y así, la Casa Blanca se encendió en 1848.

Durante el siglo XX, con el descubrimiento de la luz eléctrica, comenzó el declive de las luces de gas por razones obvias. La mayoría de las ciudades vieron que se podían iluminar las calles de una forma mucho más barata con luz eléctrica y rápidamente todo cambió.

En Argentina, la primera mención conocida sobre alumbrado público data de 1744 y corresponde a un bando de buen gobierno dado por el entonces gobernador Domingo Ortiz de Rozas, quien ordenaba que tiendas y pulperías colocaran faroles desde la oración y



hasta las 10 horas en verano y 9 en invierno, para evitar “ofensas contra Dios”. Más adelante, siendo gobernador el futuro virrey Juan José de Vértiz y Salcedo reiteró similares instrucciones, en 1770, 1772 y también en 1774 puesto que no se cumplían las disposiciones observadas. Esta vez, el propósito del alumbrado era más completo ya que servía para “evitar robos, muertes y otros excesos” y, a su vez, era “a ejemplo de las ciudades principales de Europa”. Los faroles contaban con un armazón de madera recubiertos con papel, y eran provistos de velas de sebo.

Con el tiempo los faroles fueron mejorando, se les agregó velas de estearina y el papel se reemplazó por vidrio, pero éstos solían ahumarse, lo que hacía a que la iluminación, muchas veces fuera ilusoria.

El sistema de atención por parte de los vecinos fracasó por el permanente descuido y en 1778, ya con Juan José De Vértiz y Salcedo como virrey del Río de la Plata, se redoblaron los esfuerzos para alumbrar las tenebrosas calles porteñas y se “privatizó” el servicio, pero esto tampoco funcionó. En 1792, el Cabildo resolvió cambiar el alumbrado a vela por el de aceite, pero la falta de fondos echó a perder la iniciativa. En 1797, el Cabildo hizo un nuevo intento para mejorar la situación y asumió la administración del alumbrado público, pero no tuvo mucho éxito en su gestión, ya que los vecinos se quejaban de que las velas eran tan pequeñas que en mitad de la noche ya estaban consumidas y por ende, los faroles apagados, sin prestar utilidad alguna.

A comienzos de 1808, ya había alrededor de 700 faroles con velas de sebo, iluminando la ciudad de Buenos Aires, pero era un servicio que no satisfacía a nadie.

Se hicieron nuevos intentos. Se reemplazaron las velas por mecheros alimentados con aceite de semillas de nabo y hasta con grasa de potro, pero las calles de la ciudad siguieron sin buena iluminación. Recién en 1823, con las primeras experiencias que realizó el Ingeniero Bevans, comenzó a hablarse de la iluminación a gas.

En Noviembre de 1822, durante el gobierno de Martín Rodríguez, llegó a Buenos Aires el Ingeniero inglés en Hidráulica, James Bevans y fue designado para ocupar el cargo de Ingeniero en Jefe del Departamento de Hidráulica, que se había creado recientemente por iniciativa de Bernardino Rivadavia y, el 25 de Mayo de 1823, Bevans realizó en Buenos Aires el primer ensayo de iluminación de gas.

Unos meses después, el 29 de Junio de 1823, dirigió una carta a sus hijos, que se habían quedado estudiando en un colegio de Londres. En la misma les describió este ensayo con gas hidrógeno bicarbonatado diciendo: “El mes de Mayo, que es el de la independencia de este país, me encargaron la iluminación de la plaza principal. Aunque el



término que me dieron para esto, era de diez días, alcancé a iluminar con gas la casa de la Policía, trabajo que se realizó con elementos improvisados pues aquí no hay fundiciones y se carece de todo. Hice hacer letras con caños de fusil para formar la frase ¡Viva la Patria! Proyecté e hice dos fuentes de agua cuyos chorros iluminé, ofreciendo un espectáculo que gustó mucho al pueblo y al gobierno. Tengo encargo de alumbrar con gas las principales calles de la ciudad y de construir un local para Mercado. Algunos se han resentido por mi éxito en la iluminación y he visto estropeadas, por tres veces, mis máquinas, lo que desmejoró algo el alumbrado que constó de 350 luces”. Los farolillos de Bevans, alimentados con gas, fueron colocados también en el Cabildo, en la Pirámide de Mayo y en otros edificios que rodeaban la plaza. Luego de este ensayo, Manuel Moreno, hermano de Mariano, que era químico, además de diplomático y había estudiado en la Universidad de Maryland (Baltimore) y que el 17 de Abril de 1822 había sido designado por Rivadavia para ocupar el cargo de Profesor de Química en la flamante Universidad de Buenos Aires, en 1827, logró encender cuatro lámparas de gas en su laboratorio y promovió así, sobre tales ensayos, una reforma que propuso al gobierno con miras a iluminar toda la ciudad con ese fluido.

El 3 de Septiembre de 1853, se realizó en Buenos Aires la primera experiencia de iluminación eléctrica que tuvo lugar en el país. Por entonces, todavía se utilizaban faroles alimentados con aceite para el alumbrado público y recién comenzaba a instalarse la iluminación a gas. El autor del primer ensayo de luz eléctrica fue un dentista de origen francés llamado Juan Etchepareborda, que había nacido en los Bajos Pirineos en 1823 y apenas recibido llegó a estas tierras, donde se estableció. Logró ser uno de los más importantes profesionales en su especialidad y, en 1852, fue nombrado Examinador Oficial para la reválida de títulos extranjeros. Pero, además, Etchepareborda era un apasionado de las novedades científicas y técnicas y se mantenía bien informado debido a la correspondencia que mantenía con muchos países del mundo.

Entusiasmado con los usos de la electricidad, realizó la prueba inicial en su propia casa, ante la presencia de varios profesores. Pocos días después, el 10 de Noviembre, repitió la prueba en el Regimiento de Granaderos a Caballo y al año siguiente sorprendió a todos presentando la luz públicamente en la Plaza de Mayo, el día 25 de Mayo.

Todavía pasarían 30 años antes de que se instalara la primera usina eléctrica que dió luz a la Ciudad de Buenos Aires (29 de Noviembre de 1893).



Hoy, si bien aún hay muchos sitios donde no ha llegado la electricidad, es casi impensado al menos en las grandes ciudades, vivir sin gozar de la energía eléctrica. Pero nuevamente cabe reiterar que **la energía eléctrica debe ser utilizada adecuadamente**.

Luego se crearon las lámparas incandescentes, los tubos de cuarzo-iodo, las lámparas mezcladoras, etc., pero todos con grandes consumos.

Hasta que aparecieron las lámparas de descarga gaseosa, como los tubos fluorescentes, las lámparas de mercurio, de sodio, mezcladoras, etc., que iluminaban muy bien y a un costo notablemente menor que las anteriores.

Posteriormente, sobrevinieron las lámparas de mercurio halogenado, que revolucionaron la iluminación pública, y específicamente la iluminación deportiva, dada su gran capacidad de iluminación, su alto rendimiento, durabilidad y ahorro energético. Pero aún faltaba algo más.

Por ello, aparecieron las lámparas de bajo consumo, cuyo rendimiento doméstico es aún mayor que las anteriores, y con un consumo mucho más bajo, aunque no tanto en la durabilidad y la intensidad luminosa (no son aptas para la iluminación deportiva).

Y por fortuna, hoy en día se puede disponer de la **tecnología LED**, que además de ahorrar una gran cantidad de energía, brinda la misma o más iluminación que con lámparas convencionales y aún con mercurio halogenado, con mucho menos consumo eléctrico y mayor durabilidad.

Esto es válido y útil siempre y cuando no se abuse de los LEDs, puesto que utilizados en exceso provocan fenómenos como los de perturbación, deslumbramiento, entre otros, significando entonces, que **aún con el uso de LEDs, debe proyectarse con criterio sustentable**.

1.2. Marco teórico

El eje principal para el desarrollo disciplinar del proyecto se basará en:

- 1) Los conceptos teóricos y prácticos vistos en los capítulos de la materia Proyecto Final como ser el desarrollo de los estudios teóricos.
- 2) La materia Instalaciones Eléctricas y Acústicas, y específicamente el apartado que versa sobre la Luminotecnia y puesta a tierra.
- 3) Los conceptos de la materia Vías de Comunicación I, ya que el proyecto sirve al espacio vial público.



- 4) La unidad de Análisis de Costos vista en la materia Organización y Conducción de Obras.
- 5) La evaluación de impacto ambiental de la asignatura de Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable.
- 6) El estudio del contexto social y diagnóstico de la problemática, según la Cátedra Desarrollo Local y Gestión de Proyectos.

1.3. Diagnóstico del Problema

La República Argentina está inmersa en una crisis energética desde hace años. En el 2007, el Gobierno Nacional mediante el Decreto 140/2007, declaró de interés y prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía.

Posteriormente, en Diciembre de 2015 mediante el Decreto 134/2015, se declaró emergencia del Sector Eléctrico Nacional en todo el país. Desde el 2016 hasta la fecha, el gobierno está cambiando la política de subsidios a las energías, lo que ha incrementado los costos de las mismas para los diferentes usuarios.

El sistema de alumbrado público tradicional es ineficiente. Las consecuencias que se presentan a raíz de esto son:

- Mala calidad de iluminación, que impacta en la seguridad vial y ciudadana.
- Mayor consumo energético.
- Alto impacto ambiental, debido a la emisión de gases de efecto invernadero.
- Disminución de la vida útil de las luminarias, que conlleva en mayores costos operativos y de mantenimiento.

En cuanto a las causas, se identifican las siguientes:

- Falta de mantenimiento, debido a la carencia de recursos disponibles, tanto económicos como de equipamiento, y de capacitación al personal.
- Falta de aplicación de políticas sustentables, potenciadas por la insuficiente concientización y compromiso ciudadano.
- **Uso de tecnología obsoleta y/o antigua.**

Particularmente, ésta última es ocasionada por los altos costos de importación, el insuficiente desarrollo productivo de la industria nacional y **la carencia de un análisis teórico de tecnologías más eficientes, dentro de las cuales mundialmente se destaca el LED.**



Desde el alcance académico del proyecto, el foco del problema se centrará en la última causa mencionada, excluyendo del análisis lo que las otras razones implican. No obstante, no se subestimaré su importancia, sobre todo en relación a la necesidad de aplicación de políticas sustentables, la concientización ciudadana y la optimización de los recursos disponibles.

1.4. Objetivos del Proyecto

1.4.1. Objetivo general

Analizar teóricamente la reconversión progresiva de luminarias para el alumbrado público actual por tecnología de iluminación mediante LED (Light Emitting Diode, o Diodo Emisor de Luz en español).

1.4.2. Objetivos específicos

- Relevar tecnologías instaladas en el alumbrado público.
- Relevar y analizar las tecnologías eficientes implementadas en la actualidad, para el alumbrado público.
- Estudiar los aspectos legales que enmarcan al proyecto.
- Estudiar los aspectos económicos y financieros que influyen en los costos de la renovación.
- Analizar los aspectos técnicos y comerciales de la oferta de luminarias posibles a instalar y determinar la más adecuada según características de calidad de iluminación y eficiencia energética.
- Desarrollar una metodología general para la implementación de la reconversión de luminarias del alumbrado público, en una localización determinada.
- Validar la metodología desarrollada a través de la simulación de una aplicación piloto.

1.5. Alcance de proyecto

El alcance del presente proyecto está definido por el análisis teórico de los parámetros a tener en cuenta para la elección de los artefactos de alumbrado público, en relación a la necesidad de un recambio de las tecnologías tradicionales al sistema de iluminación por LED.



Se limitará el alcance únicamente a la iluminación de los corredores viales públicos, como ser calles principales y avenidas, de una localización genérica.

Por otra parte, se desarrollará a modo de aplicación concreta de los estudios realizados, la propuesta de recambio de la tecnología de iluminación en un sector del Municipio de Malvinas Argentinas.



2. Desarrollo

2.1. Reconversión de tecnología en alumbrado público en el país

2.1.1. Reemplazo de tecnología en alumbrado público

El primer antecedente de interés concreto de nuestro país en el uso eficiente de la energía se remite al año 1994, mediante la Ley N° 24.295, que aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y por la Ley N° 25.438, en el año 2001, incorporándonos al Protocolo de Kioto (PK) de esa Convención, con el objeto de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global y fomentar la eficiencia energética en los sectores pertinentes a la economía nacional.

Luego de 6 años, el 21 de diciembre del año 2007, el Gobierno Nacional dio a conocer el Decreto N° 140/2007, el cual declaró de interés y prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía y se aprobaron los lineamientos del Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE), destinado a contribuir y mejorar la eficiencia energética de los distintos sectores consumidores de energía.

Un segundo decreto de gran importancia fue el Decreto N° 231 de fecha 22 de diciembre de 2015, el cual estableció que son objetivos de la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética dependiente de la Secretaría de Planeamiento Energético Estratégico del Ministerio de Energía y Minería, proponer, implementar y monitorear programas que conlleven a un uso eficiente de los recursos energéticos, promoviendo nuevas iniciativas, así como la efectiva implementación de los programas existentes.

Otra resolución importante fue la N° 96 de fecha 1 de Junio de 2016 del Ministerio de Energía y Minería, en la cual se delegaron en la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética las facultades vinculadas a la ejecución del PRONUREE (Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía) y se autorizó a la Secretaría de Planeamiento Energético Estratégico de dicho Ministerio a aprobar los desembolsos correspondientes a la ejecución de dicho Programa (PRONUREE).

Recientemente, el 12 de Abril del año 2017 el Ministerio de Energía y Minería creó, mediante la Resolución N° 84, el Plan de Alumbrado Eficiente con los objetivos de:

- 1) Contribuir a la eficiencia.
- 2) Promover el desarrollo e implementación de metodologías de relevamiento de los Sistemas de Alumbrado Público.



- 3) Construcción de una base de datos en donde consten las características principales de dichos sistemas, en coordinación con las jurisdicciones que correspondan.

2.1.2. Aplicación de tecnología LED en el alumbrado público en el país

A fin de dar a conocer un panorama general sobre la implementación de tecnología LED (Light Emitting Diode, o Diodo Emisor de Luz en español) en el alumbrado público, se investigó en todo el país acerca del estado de avance del recambio de luminarias; indicando además aquellos en los que aún no se inició el proceso de reconversión.

A continuación, se presenta un cuadro informativo con los datos obtenidos de las ciudades más representativas del país.

Municipio/Urbe	Financiamiento	Proveedores de artefactos	Porcentaje de luminarias reemplazadas	Orden de renovación
San Isidro	Provincia Leasing.	S/D	48%	Avenidas principales.
Belén de Escobar	B.A. Desarrollo S.A.	S/D	10% (primera etapa terminada), se estima llegar al 25% (segunda etapa en proceso).	Avenidas, rutas, zonas alrededor de colegios y jardines, accesos y lugares de recorrido de transporte públicos.
Vicente López	PLAE.	General Lighting Systems y Philco.	16%	Avenidas, calles internas, plazas, espacios públicos.
San Miguel	PLAE.	S/D	S/D	Avenidas y calles principales.
Tigre	PPP.	S/D	S/D	Avenidas y calles principales.
Malvinas Argentinas	S/D	Philips.	S/D	Centros comerciales de Polvorines y Grand Bourg.
Pilar	PLAE.	General Electric.	S/D	Accesos principales.
Quilmes	PLAE.	S/D	7%	Accesos principales y avenidas.
Pinamar	S/D	S/D	30%	Principales arterias y calles asfaltadas.
Puerto Madryn	PLAE.	STRAND.	20%	Zona costera y avenidas principales.



Municipio/Urbe	Financiamiento	Proveedores de artefactos	Porcentaje de luminarias reemplazadas	Orden de renovación
Gualedguaychú (Entre Ríos)	Gobierno de Entre Ríos.	ENERSA.	42%	Avenidas principales, plazas y centros comerciales.
Godoy Cruz (Mendoza)	PLAE.	Philips.	14%	Avenidas principales.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires	Plan de eficiencia energética de alumbrado público con tecnología LED.	Philips.	87%	Todas las arterias.
Rosario (Santa Fe)	PLAE.	S/D	24%	Avenidas, centros comerciales, espacios verdes, entornos universitarios y de salud, área histórica.
Córdoba (Córdoba)	S/D	S/D	47%	Avenidas principales, plazas, espacios verdes.
Salta (Salta)	PLAE.	LuSal.	15%	Avenidas principales.
Mendoza (Mendoza)	S/D	S/D	S/D	S/D
Santa Rosa (La Pampa)	Fondos de Nación. Convenio con Cooperativa Popular de Electricidad.	S/D	20%	Avenidas principales y calles de acceso a barrios.
San Salvador de Jujuy (Jujuy)	PLAE.	S/D	38%	Avenidas y plazas.
Neuquén (Neuquén)	PLAE y PPP.	S/D	S/D	S/D

Referencias:

PPP: Participación Público-Privada.

PLAE: Plan Alumbrado Eficiente.

S/D: Sin Datos.

Figura 1: Aplicación de tecnología LED en alumbrado público en urbes del país. *Fuente:*

Elaboración propia, Año 2018.

Por otra parte, tomando información de las diferentes fuentes oficiales de cada provincia, se elaboró un mapa nacional con el estado de avance de la reconversión de luminarias en cada provincia.

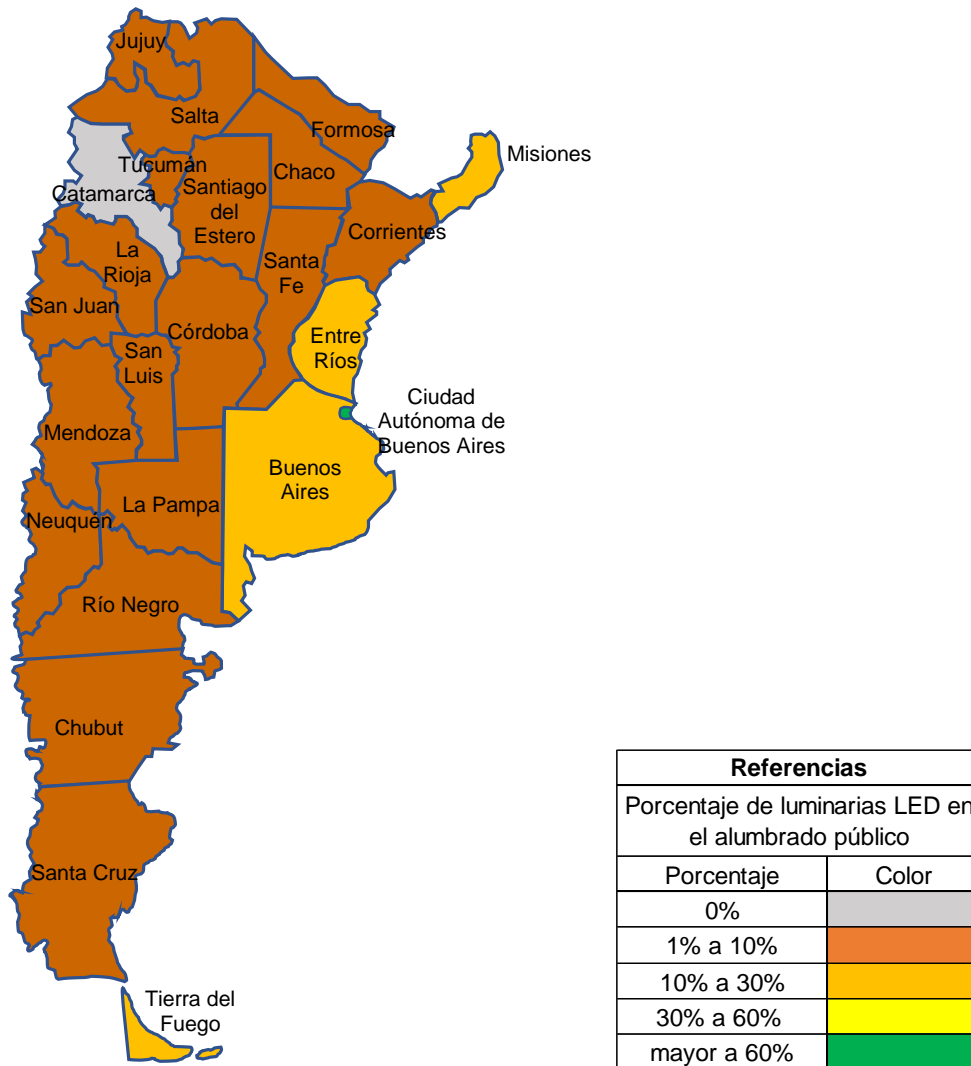
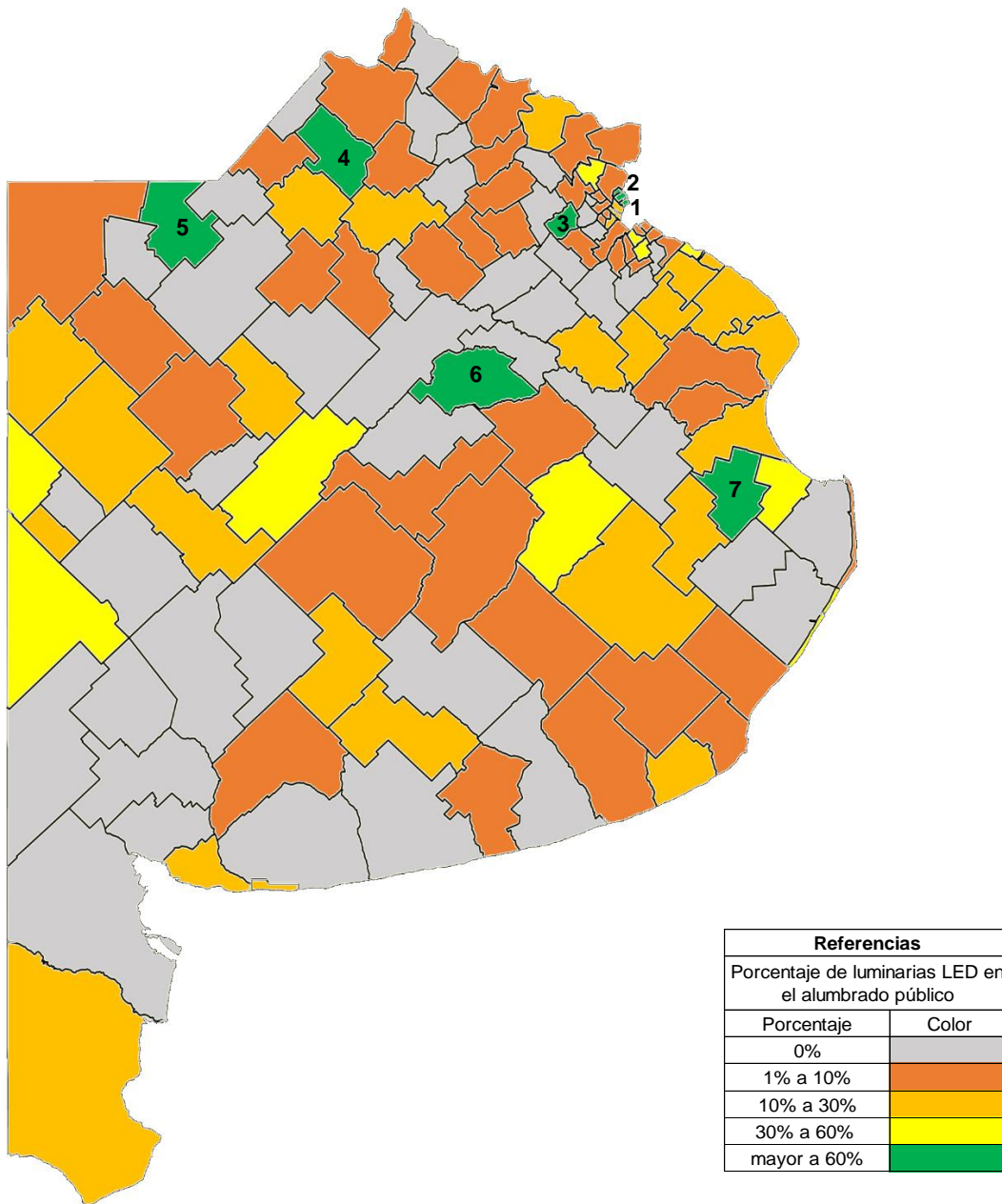


Figura 2: Mapa de la República Argentina, que refleja la situación actual del recambio de luminarias en el alumbrado público. Fuente: *Elaboración propia, Año 2018.*

A nivel nacional, las provincias de Entre Ríos, Misiones y Tierra del Fuego son las que presentan mayores avances con 11,42%, 11,55% y 17,35%, respectivamente. En cuanto al resto de las provincias, se observan tasas de avance muy bajas (inferiores al 10%), siendo Catamarca la única que tiene un 0% de porcentaje de recambio de luminarias con tecnología tradicional por las que tienen LED.

A continuación, se presentan dos mapas con el estado de avance del recambio de luminarias del alumbrado público en todos los municipios de la provincia de Buenos Aires, uno a nivel general y otro con los partidos que componen el AMBA (Área Metropolitana de Buenos Aires). Ambos mapas fueron elaborados con información oficial de cada uno de los 135 municipios que componen la provincia.



- 1: Vicente López (67%).
- 2: San Isidro (70%).
- 3: General Rodríguez (81%).
- 4: Rojas (78%).
- 5: General Pinto (69%).
- 6: Saladillo (68%).
- 7: Dolores (71%).

Figura 3: Estado de avance del recambio de luminarias LED en la Provincia de Buenos Aires.

Fuente: Elaboración propia, Año 2018.

Aquí, cabe destacar que el progreso del recambio de luminarias en la Provincia Buenos Aires se encuentra en términos bajos, ya que el promedio del porcentaje de avance en el mismo es de un 12%. Se destacan municipios como Dolores, General Pinto, Rojas y Saladillo, superando el 60% de luminarias con tecnología LED en su parque de alumbrado público. Sin embargo, la gran mayoría del resto de los municipios de la provincia presentan porcentajes de recambio muy bajos, siendo nulos en algunos casos.

En el Área Metropolitana de Buenos Aires, también se puede apreciar esta disparidad en la renovación analizada, como lo muestra el siguiente mapa.

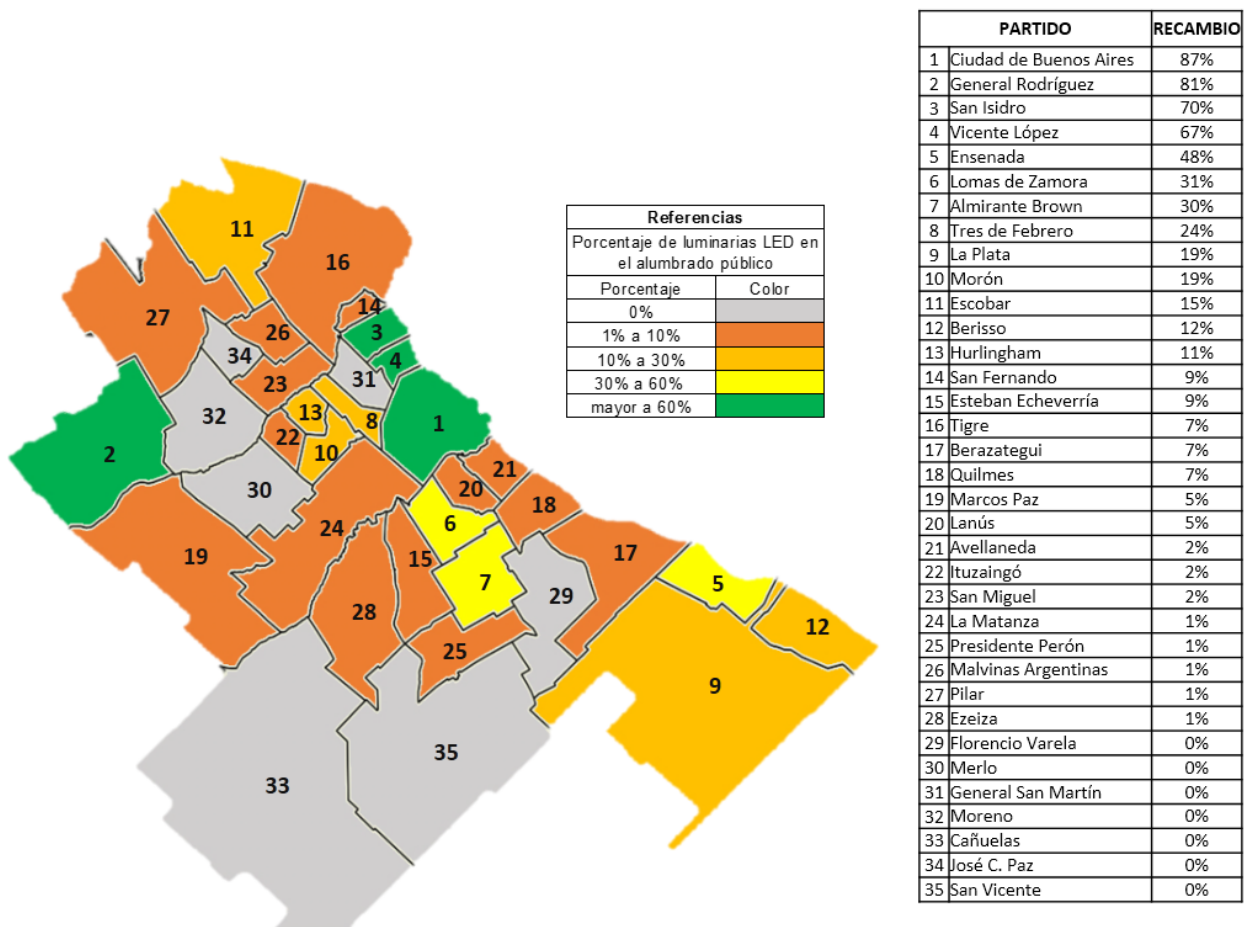


Figura 4: Estado de avance del recambio de luminarias LED en el AMBA.

Fuente: Elaboración propia, Año 2018.

Sobresalen los municipios de General Rodríguez, San Isidro, Vicente López, y Capital Federal, con 81%, 70%, 67% y 87% correspondiente a cada uno.

Finalmente, se presenta un mapa con el estado de avance del recambio de luminarias del alumbrado público en todas las comunas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

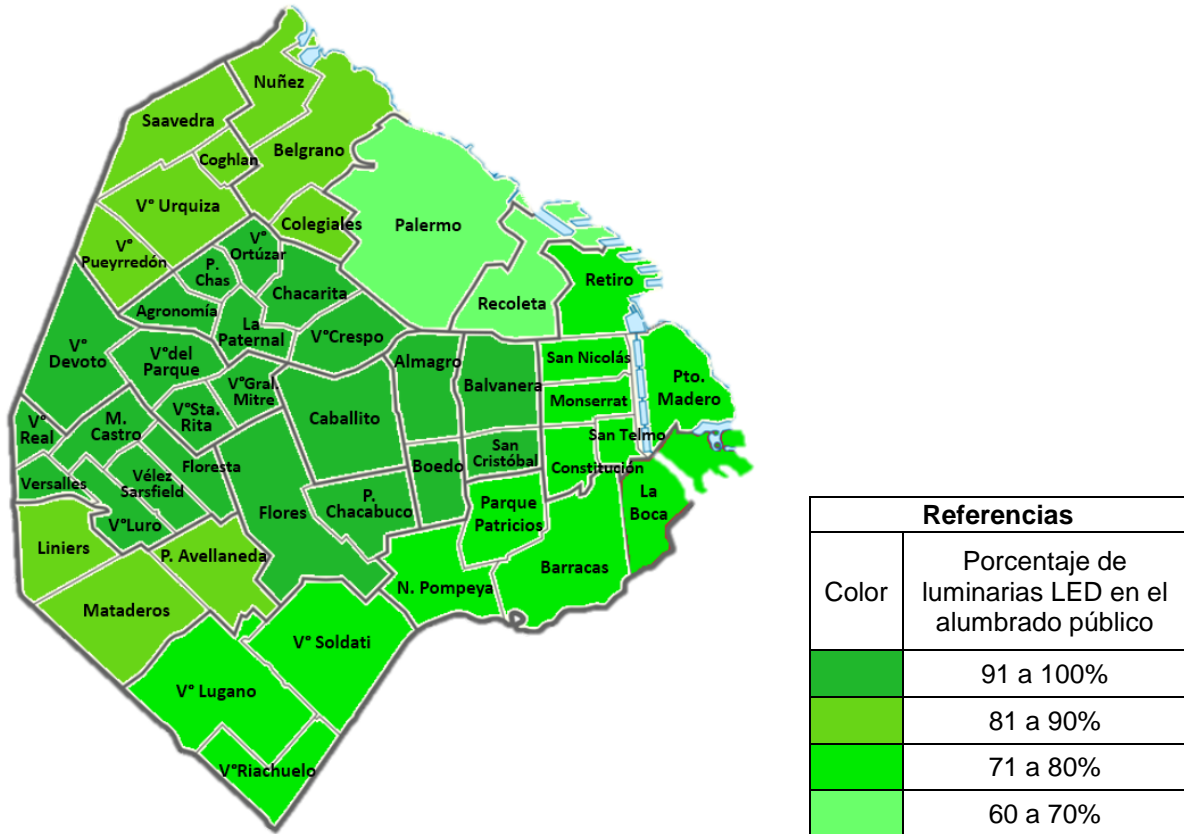


Figura 5: Estado de avance de la reconversión de tecnología de alumbrado público en C.A.B.A.
Fuente: Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Año 2018.

A partir de analizar los mapas, se concluyó que el mayor grado de avance de la reconversión del sistema de iluminación en el alumbrado público se concentra en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Actualmente, tiene un alto porcentaje (87%) de luminarias con tecnología LED.



2.2. Estudio técnico

Detrás de los cálculos y recomendaciones sobre alumbrado de vías públicas, existe un importante desarrollo teórico sobre diferentes temas relacionados. La *Commission Internationale de l'Eclairage* (Comisión Internacional de la Iluminación, en adelante CIE) ha estudiado desde el año 1931 todos los asuntos relacionados con la ciencia, la tecnología y el arte en los campos de la luz y la iluminación. El presente estudio técnico se fundamenta en documentos emitidos por este organismo, en los cuales se explican ciertos conceptos (que se encuentran adjuntados en el anexo 8.1. *Conceptos generales de la iluminación*), y se brindan recomendaciones. Además, se indicarán las exigencias técnicas mínimas a cumplir en el alumbrado vial según las normas de la Dirección Nacional de Vialidad.

2.2.1. Comentarios generales de Luminotecnia

Es imprescindible aclarar y reforzar un concepto que más de una vez pasa desapercibido, y se trata de **la luz correctamente utilizada**. Esto significa sin desperdiciarla, es decir, utilizando elementos adecuados y realmente preparados para transferir la iluminación deseada y obtener el efecto esperado.

Al decir sin desperdiciar la luz y con elementos adecuados, se hace referencia a no mantener sitios u objetos iluminados indistintamente (sea o no necesario iluminarlos) en horarios inapropiados, y con artefactos y/o luminarias ineficientes.

Iluminar indiscriminadamente

Se pueden citar un sinnúmero de casos de iluminación indiscriminada. Muchas veces los profesionales responsables del diseño no sólo de la iluminación, que está implícita en el diseño arquitectónico, sino de la arquitectura en general, se ocupan de la iluminación de edificios públicos, privados, paseos, plazas, fachadas en general, etc., pero sin prestar la suficiente atención que requieren actualmente tales proyectos luminotécnicos.

Apremios en los plazos de las obras y premios económicos:

Hoy en día, parece ser que el tiempo de ejecución de una obra debe reducirse a la mitad o menos de su estándar normal, ya que es cierto que “el tiempo es dinero” (de allí el premio económico).

Esto trae aparejado que a algunas cosas no se les dedique la atención que requieren y merecen, como es el caso de la iluminación.

Un principio fundamental que guía a la Ingeniería junto con el Diseño Arquitectónico, es la UNIDAD. Hace referencia a la acción simultánea que tiende al mismo fin, armonía, proporción de las partes, concordancia, acuerdo, equilibrio. Normalmente una



obra se fracciona en partes, tanto para la elaboración del proyecto, como del proyecto ejecutivo, como para su construcción, donde finalmente todos deben converger en un **diseño multidisciplinario**.

2.2.2. Lámparas y luminarias utilizadas en el alumbrado público

Las lámparas son los aparatos encargados de generar la luz. En la actualidad, en el alumbrado público se utilizan mayormente las lámparas de descarga de vapor de mercurio a alta presión y las de vapor de sodio a baja y alta presión. Sin embargo, hace aproximadamente cinco años en el país, se está implementando el reemplazo de estas lámparas por las de tecnología LED.

Las luminarias, son aparatos destinados a alojar, soportar y proteger la lámpara y sus elementos auxiliares, además de concentrar y dirigir el flujo luminoso de esta. Para ello, adoptan diversas formas, aunque en alumbrado público predominan las de flujo asimétrico con las que se consigue una mayor superficie iluminada sobre la calzada. Las podemos encontrar montadas sobre postes, columnas o suspendidas sobre cables transversales a la calzada, en catenarias colgadas a lo largo de la vía o como proyectores en plazas y cruces.

A continuación, se describe brevemente el principio de funcionamiento de las lámparas que se utilizan en el alumbrado público.

2.2.2.1. Lámparas de aditivos metálicos

Son lámparas de vapor de mercurio a alta presión que adicionalmente, contienen halógenos como el Dysprosio (Dy), Holmio (Ho) y el Tulio (Tm). Estos halógenos son en parte vaporizados cuando la lámpara alcanza su temperatura normal operativa. El vapor de halógenos, se disocia posteriormente dentro de la zona central caliente del arco en halógeno y en metal, consiguiendo de esta manera aumentar considerablemente la eficacia luminosa y aproximar el color al de la luz diurna solar. Se utilizan diversas combinaciones de halógenos (sodio, yodo, ozono) a los que se añade indio, litio, escandio, talio, entre otros. En particular, las de vapor de mercurio de baja presión, la luz se produce al convertir la radiación ultravioleta de la descarga de mercurio en radiación visible, utilizando un polvo fluorescente en la superficie interna.

El vidrio externo de la ampolla de las lámparas de halógenos está hecho de vidrio duro o de cuarzo. También existen algunas que no poseen ampolla externa.

Las condiciones de funcionamiento de estas lámparas requieren estar conectadas en serie con un balastro limitador de la corriente, necesitando un condensador de compensación. Debido a los aditivos, la tensión de encendido de estas lámparas es elevada,



necesitando el empleo de un cebador o de un aparato de encendido con tensiones de choque de 0,8 a 5 kV.

En su gran mayoría, permiten un re-encendido inmediato con las lámparas en caliente (después de ser apagadas), a través del empleo de tensiones de choque de 35 a 60 kV. De no ser así, es necesario que se enfríen entre cuatro y quince minutos para ser encendidas de nuevo.

2.2.2.2. Lámparas de vapor de sodio, de baja presión

En este tipo de lámparas, la luz se hace visible al producirse la descarga directa del sodio, dentro del vidrio tubular vacío. El gas neón contenido dentro de la lámpara, sirve para iniciar la descarga y para desarrollar el calor suficiente como para vaporizar el sodio metálico en forma gradual. Debido a eso se produce la característica luz amarilla monocromática.

La ampolla de la lámpara se reviste en su superficie interna con una fina película de material reflector infrarrojo, el cual sirve para reflejar la mayor parte de la radiación de calor que vuelve al tubo de descarga. De este modo se mantiene a la temperatura deseada, mientras que transmite la radiación visible.

Precisan de un equipo auxiliar formado por alimentador con autotransformador o balastro e ignitor con tensión de impulso. También requieren de un condensador de compensación.

Actualmente el flujo luminoso máximo de esta lámpara se logra a los 7 minutos de encendido. Cuando se apaga la lámpara necesita enfriarse unos minutos para encenderse nuevamente.

2.2.2.3. Lámparas de vapor de sodio, de alta presión

Estas lámparas son distintas a las anteriores ya que el tubo de descarga en una lámpara de sodio de alta presión, contiene una gran cantidad de sodio para dar condiciones de vapor saturado cuando la lámpara está en funcionamiento. Adicionalmente tiene un exceso de mercurio para proporcionar un gas amortiguador y se incluye xenón, en cambio de neón, para facilitar el encendido y limitar la conducción de calor del arco de descarga a la pared del tubo.

Las lámparas de sodio a alta presión irradian energía a través de una buena parte del espectro visible. Por lo tanto, en comparación con la lámpara de sodio a baja presión, ofrecen una reproducción de color bastante aceptable.



La forma de la ampolla de esta lámpara puede ser tanto ovoidal como tubular. La ovoidal tiene un revestimiento interno que es simplemente una capa difusa de polvo blanco para disminuir el elevado brillo del tubo de descarga. La ampolla tubular es siempre de vidrio claro.

Precisan de un equipo auxiliar formado por alimentador con autotransformador o balastro e ignitor con tensión de impulso. También requieren de un condensador de compensación.

Actualmente el flujo luminoso máximo de esta lámpara se logra a los 5 minutos de encendido. Cuando se apaga una lámpara debido a la gran presión del quemador, necesita enfriarse entre cuatro y siete minutos para encenderse nuevamente.

2.2.2.4. Lámparas de LED

Se entiende por LED (Light Emitting Diode o Diodo¹ Emisor de Luz) al dispositivo semiconductor que emite luz sin dirección específica de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión P (ánodo) N (cátodo) del mismo y circula por él una corriente eléctrica. El arco que se forma de esta unión produce una luminiscencia² en donde el color depende del material semiconductor empleado en la construcción del diodo y puede variar desde el ultravioleta, pasando por el visible, hasta el infrarrojo.

El funcionamiento físico consiste en los materiales semiconductores, un electrón que al pasar de la banda de conducción a la de valencia, pierde energía; esta energía perdida se puede manifestar en forma de un fotón desprendido, con una amplitud, una dirección y una fase aleatoria.

Algunas características de los LEDs son:

- *Color*: rojo, ámbar, verde, azul, blanco, en distintas frecuencias y matices.
- *Tamaño*: el diámetro de la cápsula del LED varía normalmente entre 3 y 10 mm.
- *Transparencia*: el encapsulado de los LEDs puede variar desde cristal (transparentes) a difusos.
- *Ángulo*: el ángulo de visibilidad está determinado por la forma de la lente y la transparencia. Varían entre 10° y 60°.

¹ Diodo: dispositivo que permite el paso de la corriente en una única dirección.

² Luminiscencia: proceso de emisión de luz cuyo origen no radica exclusivamente en las altas temperaturas si no que, en condiciones de temperatura ambiente sólo ciertas partículas de los átomos de la materia, los electrones, son incitados a producir radiaciones electromagnéticas, entre ellas el espectro de luz visible por el ojo humano.

- *Luminosidad*: determinada por todas las variables antes dichas más la composición y calidad del chip emisor de luz. Se mide usualmente en milicandelas y en carteles varía entre 500 mcd y 7000 mcd.
- *Duración*: Un LED de calidad construido bajo normas ISO 9000 garantiza una duración bajo circunstancias normales de 100.000 horas; esto es más de diez años manteniendo una luz no inferior al 60% de la que tenía al ser nuevo.
- *Tiempo de encendido y apagado*: Es casi instantáneo.

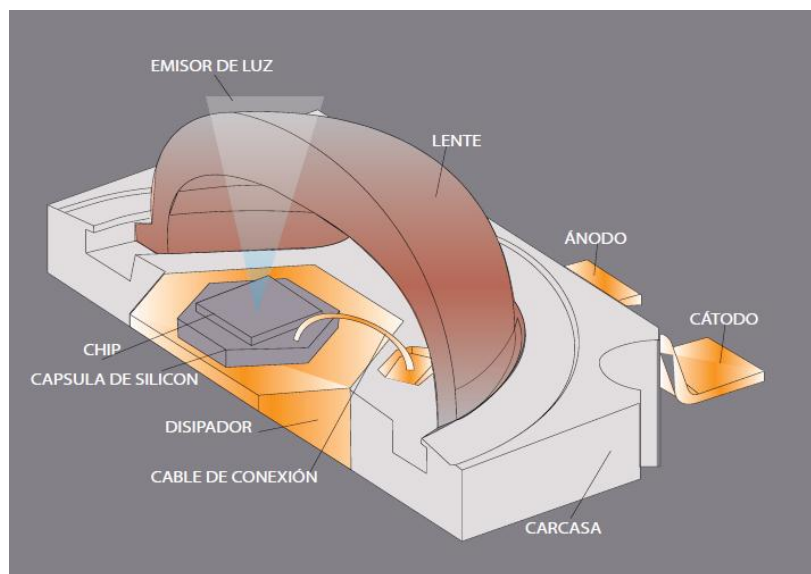


Figura 6: Estructura interna de un LED. Fuente: CIE, Año 2018.

Las luminarias compuestas por lámparas de LEDs, en general poseen componentes fundamentales para su funcionamiento, como los definidos a continuación:

- *Módulo LED*: Sistema comprendido por uno o varios LEDs individuales instalados adecuadamente sobre un circuito impreso con la posibilidad de incluir o necesitar otros elementos como disipadores térmicos, sistemas ópticos o fuentes de alimentación que modificarán las cualidades y garantías que el propio fabricante de LEDs ofrece, haciendo así necesaria su certificación y pruebas de funcionamiento para la correcta oferta de características.
- *Dispositivo de alimentación y control electrónico (DRIVER)*: Elemento auxiliar básico para regular el funcionamiento de un sistema LED que adecua la energía eléctrica de alimentación recibida por la luminaria a los parámetros exigidos para un correcto funcionamiento del sistema.

2.2.3. Comparativa de tipos de lámparas

Para relacionar las lámparas de descarga de gas con las de LED se ha tomado al fabricante Philips ya que es uno de los pocos que aún comercializa las de tecnología tradicional y brinda al público las fichas de especificaciones técnicas (disponibles en el anexo 8.3.11. *Philips-Signify*). De esta manera se ha confeccionado la siguiente tabla y sus consecuentes gráficos comparativos.

TIPO DE LÁMPARA	MODELO	POTENCIA [W]	FLUJO LUMINOSO [lm]	RENDIMIENTO LUMINOSO [lm/W]	TEMPERATURA DE COLOR [K]	IRC	VIDA ÚTIL [hs]	CONTENIDO DE MERCURIO [mg]
Halogenuros Metálicos	MASTER HPI-T Plus	250	20.500	84	4.500	65	20.000	33,00
		400	32.000	84	4.500	65	20.000	29,50
Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular	SON-T	250	28.000	110	2.000	25	28.000	20,40
		400	48.000	123	2.000	25	28.000	24,50
Vapor de Sodio de Alta Presión Oval	SON	250	27.000	106	2.000	25	28.000	20,40
		400	48.000	122	2.000	25	28.000	24,50
LED	RoadFlair BRP392 LED144/NW	120	14.400	120	4.000	> 70	100.000	-
	RoadFlair BRP394 LED312/NW	260	31.200	120	4.000	> 70	100.000	-

Figura 7: Tabla comparativa según fichas técnicas del año 2017. Fuente: Philips, Año 2018.

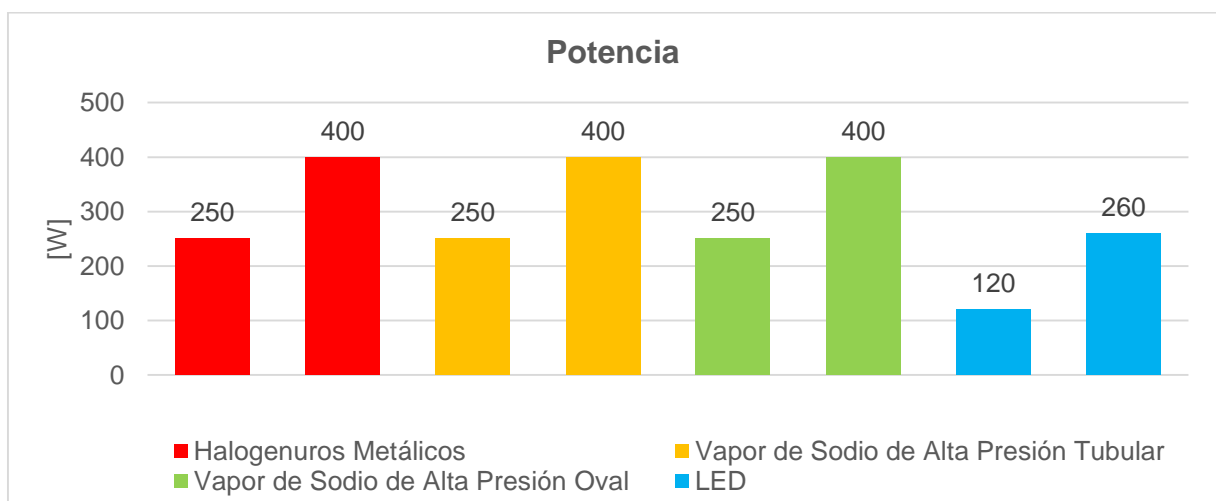


Figura 8: Gráfico de barras comparando las potencias de las lámparas. Fuente: Philips, Año 2018.

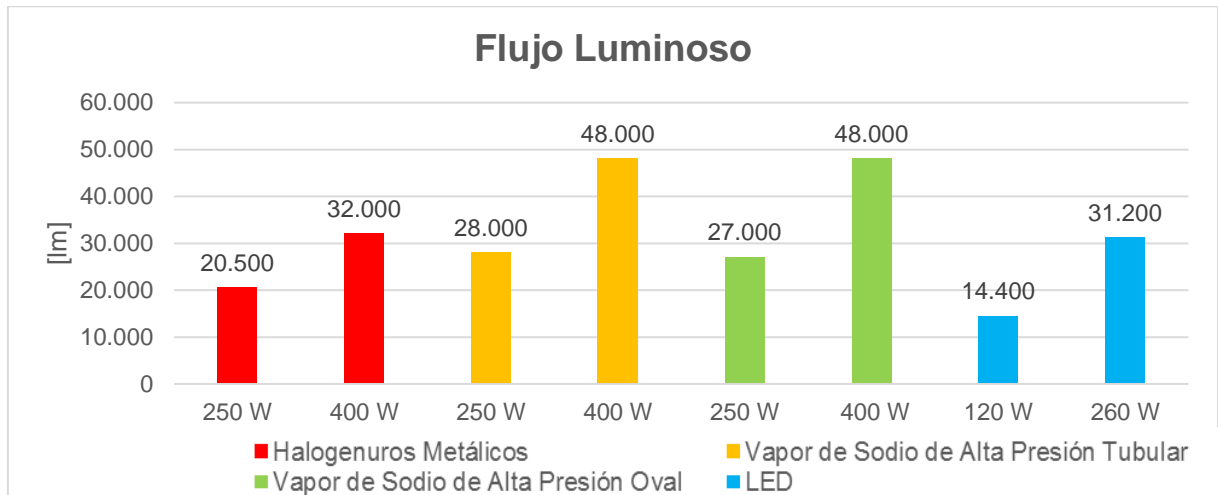


Figura 9: Gráfico de barras comparando el flujo luminoso de las lámparas. Fuente: *Philips, Año 2018.*

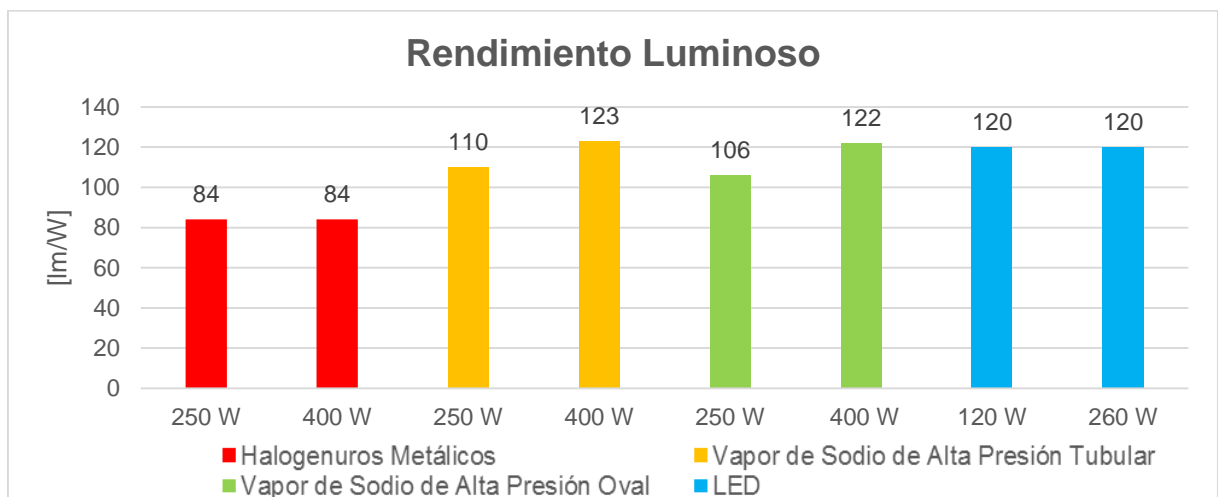


Figura 10: Gráfico de barras comparando el rendimiento luminoso de las lámparas. Fuente: *Philips, Año 2018.*

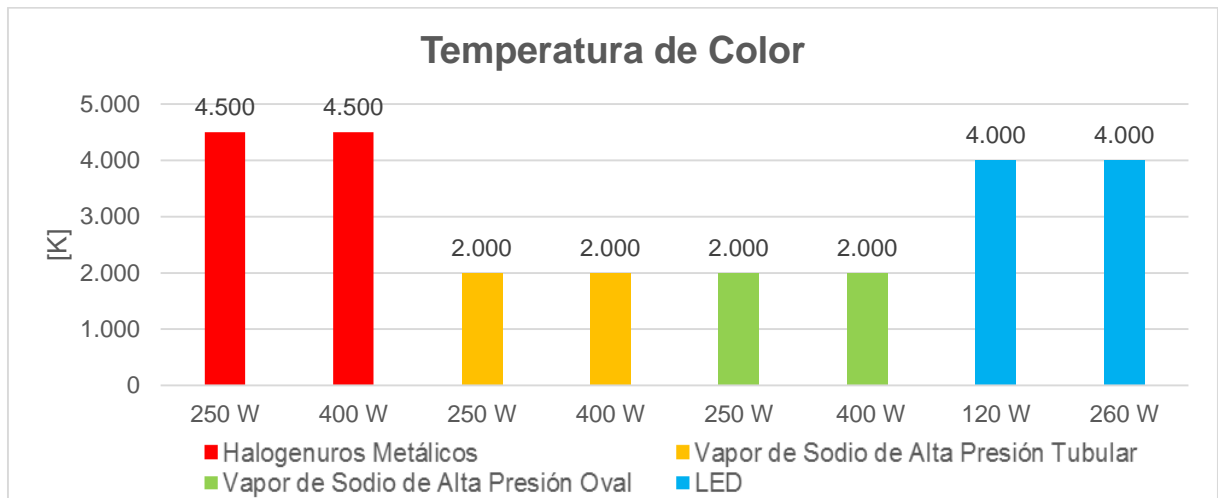


Figura 11: Gráfico de barras comparando la temperatura de color de las lámparas. *Fuente: Philips, Año 2018.*

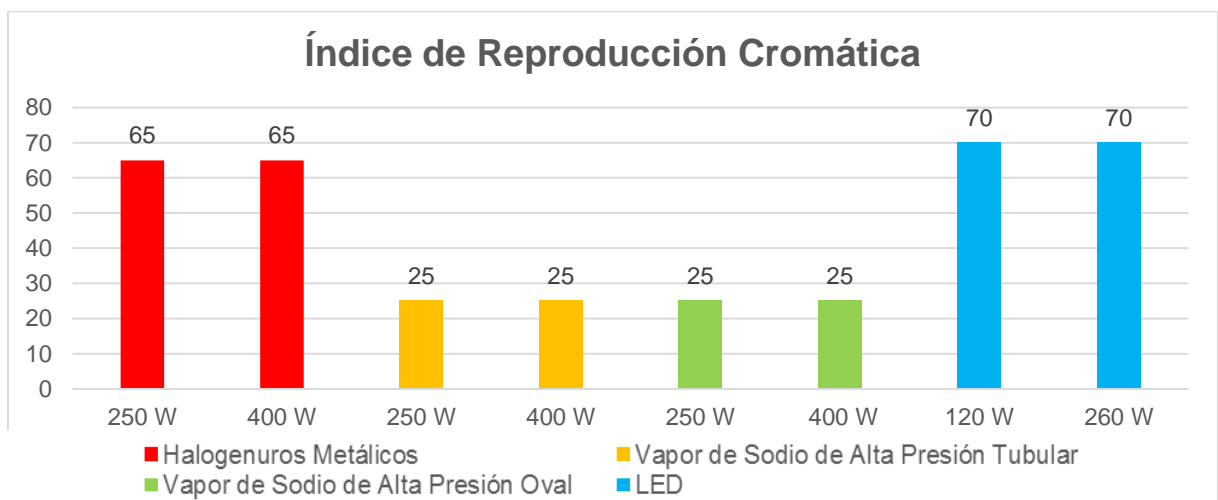


Figura 12: Gráfico de barras comparando el índice de reproducción cromática de las lámparas. *Fuente: Philips, Año 2018.*

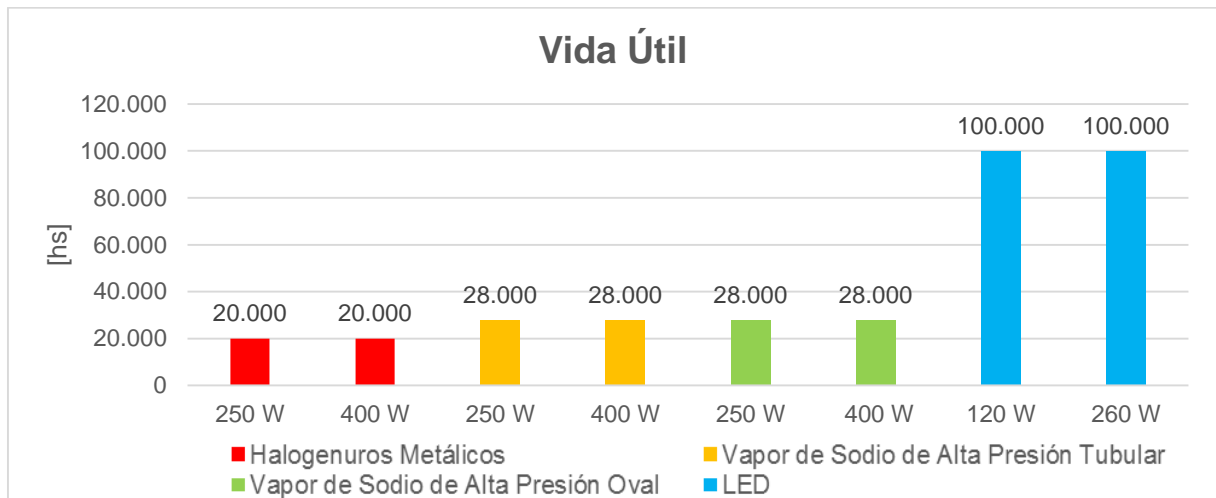


Figura 13: Gráfico de barras comparando la vida útil de las lámparas. Fuente: Philips, Año 2018.

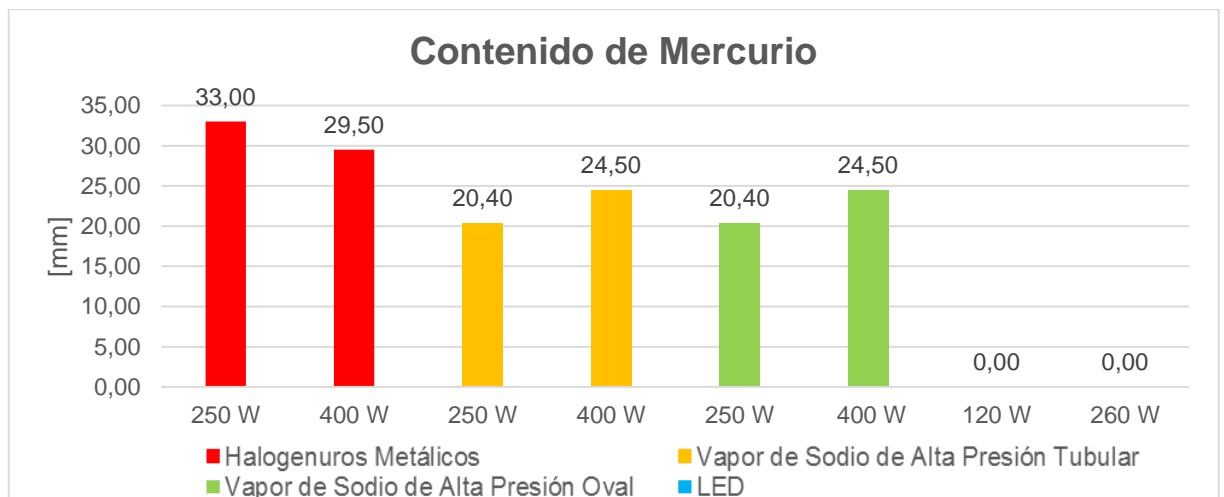


Figura 14: Gráfico de barras comparando el contenido de mercurio de las lámparas. Fuente: Philips, Año 2018.

2.2.4. Conclusión de comparativa de lámparas

Dada la comparativa que se ha llevado a cabo, se puede concluir que las lámparas de tecnología LED poseen los mismos desempeños, y en algunos casos mejores, que las lámparas de descarga de gas. Lo determinante para justificar el recambio es que se puede obtener dicha performance, pero con las siguientes ventajas:

- El ahorro energético a través de una reducción en la potencia consumida que ronda entre un 35% y 50%, a pesar de que algunos rendimientos luminosos son similares.
- El aumento de 2 a 5 veces de la vida útil de la lámpara.



- La eliminación de componentes tóxicos para las personas y el ambiente, como lo es el mercurio.

Para expresar estos datos en valores cuantitativos comparables, se utilizará una fórmula polinómica de elaboración propia, donde los miembros de esta fórmula tendrán una ponderación según los atributos que se detallan:

- **Ahorro Energético (AE)**

Este atributo relaciona el consumo energético para cumplir las mismas prestaciones.

Es la relación de potencia de la lámpara comparada frente a su reemplazo de LED.

Cuanto mayor este valor mejor. Es positivo.

- **Rendimiento Luminoso (RL)**

Este atributo relaciona el flujo luminoso con respecto a cada unidad de consumo.

Es la relación de rendimiento luminoso de la lámpara comparada frente a su reemplazo de LED.

Cuanto mayor este valor mejor. Es positivo.

- **Temperatura de Color (TC)**

Este atributo representa la medida para describir el nivel de “calidez” o “frialdad” de una fuente luminosa.

El valor óptimo debería estar entre 3000 a 4000 °K.

Si cumple se le asignará un valor +2, y si no cumple tendrá un valor +1. Es positivo.

- **Índice de Reproducción Cromática (IRC)**

Este atributo mide la capacidad de la lámpara para reproducir fielmente los colores comparados frente a una luz natural.

El valor óptimo debería estar entre Blanco Cálido 40 a 69 y Blanco Neutral 70 a 84.

Si cumple se le asignará un valor +2, y si no cumple tendrá un valor +1. Es positivo.

- **Vida Útil (VU)**

Este atributo se refiere al incremento de las horas de funcionamiento sin necesidad de mantenimiento.

Se lo va a medir en relación a las cantidades veces frente a la lámpara que tiene menos horas de vida.

Cuanto mayor este valor mejor. Es positivo.

- **Contenido de Mercurio (CM)**

Este atributo mide el contenido de mercurio en mg.



Se determina con la décima parte relativa de su valor en mg y cuanto menor es el mismo, entonces es más favorable. Es negativo.

Fórmula de la Matriz de Importancia (I):

$$I = AE + RL + TC + IRC + VU + CM$$

Comparación de lámpara de Halogenuros Metálicos vs. LED

TIPO DE LÁMPARA	MODELO	POTENCIA [W]	AE	RENDIMIENTO LUMINOSO [lm/W]	RL	TEMPERATURA DE COLOR [K]	TC	INDICE DE REPRODUCCION CROMATICA	IRC	VIDA ÚTIL [hs]	VU	CONTENIDO DE MERCURIO [mg]	CM	I
Halogenuros Metálicos	MASTER HPI-T Plus	250	1	84	1	4500	1	65	2	20	1	33	-3,3	2,7
		400	1	84	1	4500	1	65	2	20	1	29,5	-2,95	3,1
LED	RoadFlair BRP392 LED144/NW	120	2,08	120	1,43	4000	2	> 70	2	100	5	0	0	12,5
	RoadFlair BRP394 LED312/NW	260	1,54	120	1,43	4000	2	> 70	2	100	5	0	0	12,0

$$I_{120} = \frac{12,5}{2,7} = 4,63$$

$$I_{260} = \frac{12}{3,1} = 3,87$$

Comparación de lámpara de Vapor de Sodio de alta Presión vs. LED

TIPO DE LÁMPARA	MODELO	POTENCIA [W]	AE	RENDIMIENTO LUMINOSO [lm/W]	RL	TEMPERATURA DE COLOR [K]	TC	INDICE DE REPRODUCCION CROMATICA	IRC	VIDA ÚTIL [hs]	VU	CONTENIDO DE MERCURIO [mg]	CM	I
Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular	SON-T	250	1	110	1	2000	1	25	1	28	1	20,4	-2,0	3,0
		400	1	123	1	2000	1	25	1	28	1	24,5	-2,5	2,6
LED	RoadFlair BRP392 LED144/NW	120	2,08	120	1,09	4000	2	> 70	2	100	3,6	0	0	10,7
	RoadFlair BRP394 LED312/NW	260	1,54	120	0,98	4000	2	> 70	2	100	3,6	0	0	10,1

$$I_{120} = \frac{10,7}{3,0} = 3,57$$

$$I_{260} = \frac{10,1}{2,6} = 3,88$$

Comparación de lámpara de Vapor de Sodio de baja Presión vs. LED



TIPO DE LÁMPARA	MODELO	POTENCIA [W]	AE	RENDIMIENTO LUMINOSO [lm/W]	RL	TEMPERATURA DE COLOR [K]	TC	INDICE DE REPRODUCCION CROMATICA	IRC	VIDA ÚTIL [hs]	VU	CONTENIDO DE MERCURIO [mg]	CM	I
Vapor de Sodio de Alta Presión Oval	SON	250	1	106	1	2000	1	25	1	28	1	20,4	-2,0	3,0
		400	1	122	1	2000	1	25	1	28	1	24,5	-2,5	2,6
LED	RoadFlair BRP392 LED144/NW	120	2,08	120	1,13	4000	2	> 70	2	100	3,6	0	0	10,8
	RoadFlair BRP394 LED312/NW	260	1,54	120	0,98	4000	2	> 70	2	100	3,6	0	0	10,1

$$I_{120} = \frac{10,8}{3,0} = 3,6$$

$$I_{260} = \frac{10,1}{2,6} = 3,88$$

De esta manera, globalmente se puede concluir que, para los tres casos, las lámparas de tecnología LED superan técnicamente a las lámparas instaladas actualmente en casi 4 veces.

Los LEDs son ideales, o al menos así parece, pero también deben utilizarse con criterio adecuado, en niveles de iluminación razonables que aporten luz y confort al lugar que están destinados, no por ser LEDs y gastar poco deben ser utilizados indiscriminadamente.

El logro del aprovechamiento de la energía eléctrica no autoriza al desperdicio de la misma, de igual modo que en los casos cuando en una calle, avenida, autopista, ruta y carretera, luego de cierta hora se ve disminuido el tránsito, no es necesario mantener la iluminación a pleno, bastará con reducir el nivel de iluminación, con lo cual no sólo el ahorro de energía será enorme, sino que no se producirá la contaminación lumínica. Y además hoy, se dispone de la electrónica que brinda una invaluable ayuda mediante sistemas automáticos de comando de procesos, encendidos, que no requieren casi la intervención del hombre, salvo a la hora de programarlos. El análisis de los horarios, y por ende el manejo adecuado de los encendidos en lugares públicos, es decir, la reducción del nivel de iluminación en horarios determinados, significa una importante reducción de la contaminación lumínica, y del despilfarro de la energía.

Entonces, es fundamental que los ingenieros, arquitectos y profesionales en general, que no están en contra del ahorro de dicha luz, sino todo lo contrario, a favor del buen uso de la misma, pueden y deben hacer que a futuro se tenga un mundo y un planeta



sustentable, que pueda vivirse a pleno y disfrutar de las bellezas naturales que brinda el planeta sin destruirlas ni desmerecerlas.

2.2.5. Comentarios acerca de la utilización de la tecnología LED

Cuestionamientos

Aunque la tecnología LED ha resultado superadora técnicamente respecto a las otras tecnologías instaladas, en los últimos años, con la llegada de estas al mercado, sobre todo aplicadas en el alumbrado público, se ha estado cuestionando el verdadero éxito o fracaso de esta nueva tecnología. Abrumantes son las ventajas técnicas, de ahorro energético, de vida útil, de bajo mantenimiento, de encendido instantáneo y de dimerización, frente a las tradicionales lámparas de descarga de gas.

Sin embargo, diversos estudios de organismos competentes como la Asociación Médica Americana (AMA) y la International Dark-Sky Association (IDA), afirman que la utilización de la tecnología LED no está siendo tan beneficiosa. Informan que actualmente los LEDs más eficientes del mercado son aquellos que emiten luz blanca con mucha cantidad de luz en el espectro azul, es decir, una luz blanca fría con una temperatura de color superior a los 4000K. La consecuencia aparejada es directamente la contaminación lumínica que afecta tanto a las personas, como animales, insectos y al aspecto del cielo.

La AMA advierte que el uso de luces LED de estas características inciden en la segregación de melatonina, una hormona que controla los ritmos circadianos del cuerpo y es protectora frente a diversas enfermedades, como alteraciones degenerativas, desórdenes metabólicos y ciertos tipos de cáncer.

Mientras que la IDA hace lo propio respecto a la atracción de insectos por la luz blanca fría, sobretodo mosquitos, y la afección a las observaciones astronómicas, debido a la dispersión de luz en el cielo nocturno. Afirman que ha aumentado el ratio de contaminación lumínica a escala global y se ha perjudicado la vida salvaje de animales, más que nada de especies migratorias, tanto en su comportamiento como en términos de reproducción. Además del uso de LED con luz en el espectro azul, otra de las causas apreciada es la duplicación de puntos de luz como excusa del menor consumo de las lámparas de tecnología LED.

Recomendaciones para su utilización en el alumbrado público

Analizadas las causas y consecuencias presentadas, se proponen entonces las siguientes recomendaciones para el uso de luminarias LED en el alumbrado público de los



corredores viales, de aquellos municipios donde primen las calles comerciales, de alto tránsito, con zonas de interés turístico o niveles elevados de actividad nocturna:

- Utilizar lámparas de luz blanca cálida, con una temperatura de color superior a los 2700K e inferior a los 4000K, para minimizar la cantidad de luz azulada emitida.
- Utilizar lámparas con una eficiencia luminosa superior a los 100 lm/W.
- Instalar productos compatibles con la telegestión para administrar correctamente su uso a distancia, de manera de prologar su vida útil.
- Considerar la dimerización durante períodos nocturnos de menor necesidad de iluminación.
- Evitar la duplicación innecesaria de puntos de luz o la doble iluminación del mismo sector.
- Iluminar únicamente los espacios necesarios, entendiéndose la calzada para el tránsito vehicular y la vereda para el tránsito peatonal.
- Apantallar las luminarias de manera tal que no se disperse la luz ni hacia el cielo, ni hacia las fachadas de los vecinos.

2.2.6. Configuraciones frecuentes de la disposición de luminarias en las vías públicas

A partir de lo observado en diversos municipios urbanos, se identificaron las disposiciones que se mencionan en diferentes publicaciones de la *Commission Internationale de l'Eclairage* (Comisión Internacional de la Iluminación). Las mismas se detallan a continuación.

2.2.6.1. Tramos rectos con única calzada

En los tramos rectos de vías con una única calzada existen tres disposiciones básicas: unilateral, bilateral tresbolillo y bilateral pareada. También es posible suspender la luminaria de un cable transversal, pero sólo se usa en calles muy estrechas.

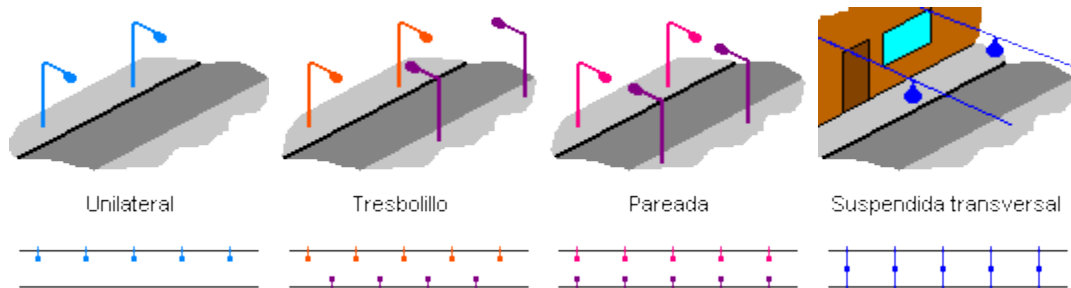


Figura 15: Disposición de luminarias para vía de una calzada. Fuente: García Fernández Javier, Boix I. Aragonès Oriol (2001), *Luminotecnia. Iluminación de Interiores y Exteriores* – Editorial Universidad Politècnica de Catalunya, Año 2001.

Las diferentes distribuciones de ubicación de puntos de luz se recomiendan según la siguiente tabla.

Relación entre el ancho de la vía y la altura de montaje (A/h)	Disposición
$A/h < 1$	Unilateral
$1 \leq A/h \leq 1,5$	Tresbolillo
$A/h < 1,5$	Pareada
Calles muy estrechas	Suspendida

Figura 16: Tabla de recomendación de disposición en función del ancho de vía y altura de luminaria. Fuente: CIE, Año 2018.

2.2.6.2. Tramos rectos con dos o más calzadas con división central

En el caso de tramos rectos de vías con dos o más calzadas separadas por un boulevard o cantero central, se pueden colocar las luminarias sobre el mismo o considerar las dos calzadas de forma independiente. Si la división central es angosta se pueden colocar postes de doble brazo que dan una buena orientación visual y tienen muchas ventajas constructivas y de instalación por su simplicidad. Si el cantero central tiene dimensiones más importantes, como un boulevard, es preferible tratar las calzadas de forma separada. Pueden combinarse los brazos dobles con la disposición al tresbolillo o aplicar iluminación unilateral en cada una de ellas. En este último caso, es recomendable poner las luminarias en el lado contrario a la división central porque de esta forma se incita al usuario a circular por el carril de la derecha.

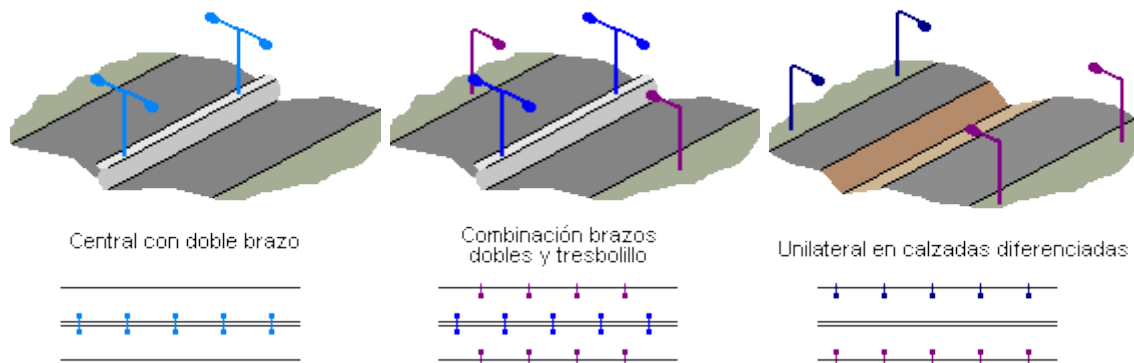


Figura 17: Disposición de luminarias para vía de dos o más calzadas. Fuente: García Fernández Javier, Boix I. Aragonès Oriol (2001), *Luminotecnia. Iluminación de Interiores y Exteriores* – Editorial Universidad Politécnica de Catalunya, Año 2001.

2.2.6.3. Tramos con curvas

En tramos curvos se debe proporcionar una buena orientación visual y hacer menor la separación entre las luminarias cuanto menor sea el radio de la curva. Si la curvatura es grande ($R > 300$ m) se considerará como un tramo recto. Si es pequeña y el ancho de la vía es menor de 1.5 veces la altura de las luminarias, se debe adoptar una disposición unilateral por el lado exterior de la curva. En el caso contrario, se recurrirá a una disposición bilateral pareada, nunca tresbolillo pues no informa sobre el trazado de la carretera.

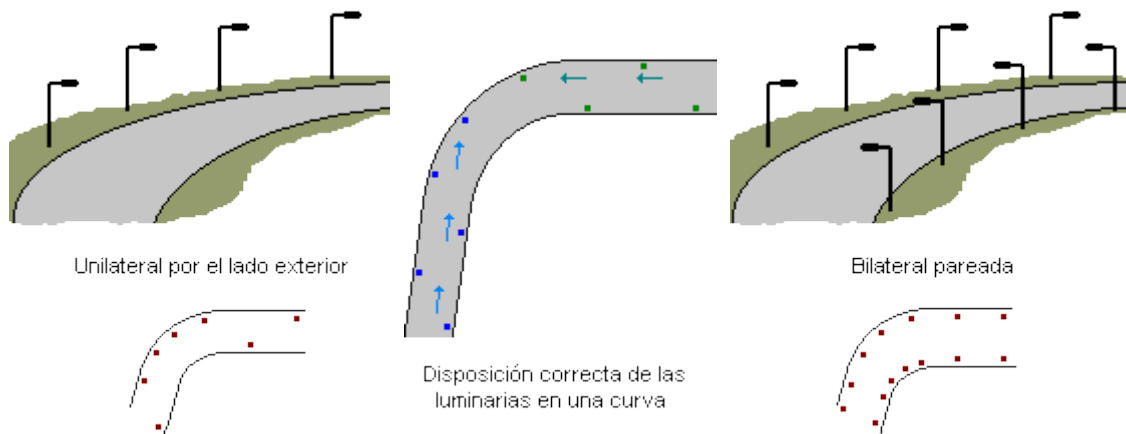


Figura 18: Disposición de luminarias en curva. Fuente: García Fernández Javier, Boix I. Aragonès Oriol (2001), *Luminotecnia. Iluminación de Interiores y Exteriores* – Editorial Universidad Politécnica de Catalunya, Año 2001.

Las diferentes distribuciones de ubicación de puntos de luz se recomiendan según la siguiente tabla.

Radio de curva	Relación entre el ancho de la vía y la altura de montaje (A/h)	Disposición
$R > 300$ m	Indiferente	Como tramo recto
$R < 300$ m	$A/h \leq 1,5$	Unilateral exterior
	$A/h > 1,5$	Bilateral pareada

Figura 19: Tabla de recomendación de disposición en función del radio de curva, ancho de vía y altura de luminaria. Fuente: CIE, Año 2018.

2.2.6.4. Cruces entre vías

En cruces conviene que el nivel de iluminación sea superior al de las vías que confluyen en él para mejorar la visibilidad. Asimismo, es recomendable situar los postes en el lado derecho de la calzada y después del cruce. Si tiene forma de T se debe colocar una luminaria al final de la calle que finaliza. En cruces y bifurcaciones complicados es mejor recurrir a iluminación con proyectores situados en postes altos, más de 20 m, pues desorienta menos al conductor y proporciona una iluminación agradable y uniforme.

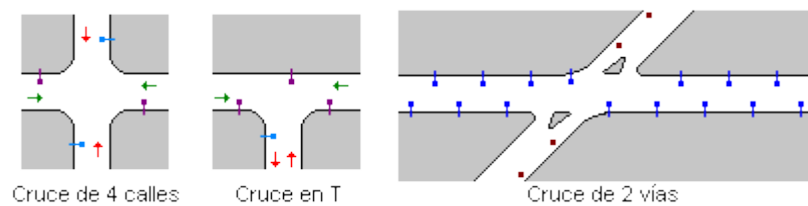


Figura 20: Disposición de luminarias en cruces. Fuente: García Fernández Javier, Boix I.

Aragonès Oriol (2001), *Luminotecnia. Iluminación de Interiores y Exteriores* – Editorial Universidad Politécnica de Catalunya, Año 2001.

2.2.6.5. Pasos peatonales

En los pasos de peatones, las luminarias se deben ubicar antes de los mismos, según el sentido de la marcha, de tal manera que sea bien visible tanto por los peatones como por los conductores.

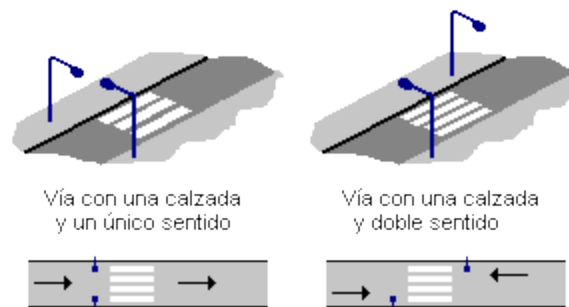


Figura 21: Disposición de luminarias en pasos peatonales. Fuente: García Fernández Javier,

Boix I. Aragonès Oriol (2001), *Luminotecnia. Iluminación de Interiores y Exteriores* – Editorial Universidad Politécnica de Catalunya, Año 2001.

2.2.6.6. Presencia de árboles

Por último, hay que considerar la presencia de árboles en la vía. Si son altos, de unos 8 a 10 metros, las luminarias se situarán a su misma altura. Pero si son pequeños, la ubicación de los artefactos debe superar la altura de los mismos, alrededor de 12 a 15 m de altura. En ambos casos es recomendable una poda periódica de los árboles.

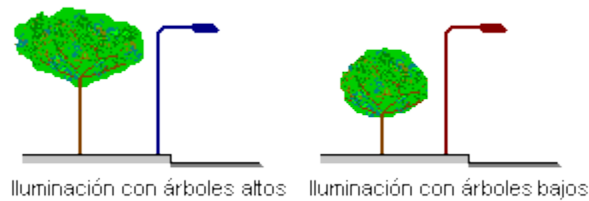


Figura 22: Altura de las luminarias según dimensión de los árboles. Fuente: *García Fernández Javier, Boix I. Aragonès Oriol (2001), Luminotecnia. Iluminación de Interiores y Exteriores – Editorial Universidad Politécnica de Catalunya, Año 2001.*



2.3. Estudio legal

Comprende todas las normativas y regulaciones emitidas por organismos gubernamentales que apliquen a la iluminación de espacios públicos, referidas al proyecto de la implementación de luminarias más eficientes en reemplazo de las instaladas actualmente. Cabe mencionar que algunas de las leyes, normas, reglamentos y disposiciones mencionadas en el presente estudio se encuentran adjuntas en el anexo 8.2. *Estudio legal.*

2.3.1. Organismos involucrados en el recambio de luminarias para el alumbrado público

Existen un conjunto de disposiciones y normativas realizadas por organismos gubernamentales y privados. A continuación, se mencionan los más relevantes:

2.3.1.1. Instituto Argentino de Normalización y Certificación

El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (originalmente: Instituto de Racionalización Argentino de Materiales, IRAM por sus siglas), es una asociación civil sin fines de lucro, dirigido y administrado por el Consejo Directivo compuesto por Cámaras y Asociaciones, Empresas Privadas y Entes Gubernamentales de los diferentes sectores de la Industria, por lo que su campo de trabajo es muy amplio y afecta al sector industrial de la iluminación en nuestro país.

2.3.1.2. Asociación Electrotécnica Argentina

La Asociación Electrotécnica Argentina, AEA por sus siglas, es también una asociación civil sin fines de lucro creada para desarrollar todos los campos de la electrotecnia, incluyendo el alumbrado público.

2.3.1.3. Dirección Nacional de Vialidad

La Dirección Nacional de Vialidad (DNV), comúnmente llamada Vialidad Nacional, es un ente autárquico en la órbita del Poder Ejecutivo Nacional de la Argentina. La DNV se encarga del estudio, proyecto, construcción, administración y conservación de la red vial nacional. A su vez, contiene una serie de requisitos relacionados a la iluminación de espacios públicos viales, tales como rutas y avenidas dentro del territorio en estudio.

2.3.1.4. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable

El Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible promueve el desarrollo sustentable de los lugares en los que vive la población, a través de acciones que garanticen la calidad de vida, la disponibilidad y la conservación de los recursos naturales. Al mismo



tiempo, se encarga de la ejecución de planes, programas y proyectos dedicados al cumplimiento de dichos temas, ocupándose del control, la fiscalización y la prevención de la contaminación.

2.3.2. Legislación actual para el recambio de luminarias en el alumbrado público

Debido a la multiplicidad de acciones y actores presentes en el recambio de luminarias en el alumbrado público (tales como: comitente interesado en el recambio, fabricantes de luminarias, desempeño de la lámpara, acción del recambio, disposición de desechos, entre otras), se identificaron diferentes tipos de legislación dentro del proceso de recambio de luminarias en el alumbrado público.

2.3.2.1. Marco regulatorio para el comitente

En el mes de Diciembre del año 2007, el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios llevó a cabo la declaración del Decreto 140/2007. En el mismo, se ordena la creación del Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE), destinado a aumentar la eficiencia del uso energético en los distintos sectores consumidores, cuyas principales acciones a desarrollar son:

- Reemplazo masivo de lámparas incandescentes por lámparas de bajo consumo, en todos los sistemas de iluminación pública.
- Determinación de estándares mínimos de eficiencias energética, tanto para la producción, como para la importación y/o comercialización de artefactos de iluminación.
- Establecer niveles admisibles de consumo de energía, para todos los artefactos consumidores de la misma, fabricados y/o comercializados en el país, basado en indicadores técnicos pertinentes.
- Contribuir a la eficiencia de los Sistemas de Alumbrado Público.
- Promover el desarrollo e implementación de métodos de relevamiento de los Sistemas de Alumbrado Público y de una base de datos donde se almacenen las características principales de los mismos.
- Llevar a cabo todas las gestiones para implementar regulaciones que tiendan a la mejora de la eficiencia energética de dichos Sistemas.
- Evaluar la conveniencia de la aplicación de equipos y sistemas economizadores de energía en los Sistemas de Alumbrado Público.
- Cada Organismo de la Administración Pública Nacional será responsable del cumplimiento e implementación del programa.



- Incluir en los sistemas de compras del Estado Nacional, criterios de eficiencia energética para la adquisición de bienes y servicios.

Más tarde, el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios emite la Resolución 569/2013, la cual menciona las cláusulas para la evaluación de la implementación del proyecto de recambio:

- El Municipio y/o Provincia se compromete a realizar la sustitución de la totalidad de las lámparas y/o luminarias de alto consumo utilizadas en el alumbrado público y edificios públicos, por otras de mayor eficiencia energética. **En dicha sustitución deberá incorporar la tecnología LED (Diodo Emisor de Luz) en luminarias de alumbrado público**, en luminarias para plazas, paseos públicos y/o similares, localizadas y/o ubicadas en predios de propiedad del Municipio, hasta un 15% del total de lámparas y/o luminarias a recambiar. Cabe destacar que, hasta la fecha, la cláusula no especifica un plazo determinado para la realización de dicha reconversión.
- A los efectos del cumplimiento de las responsabilidades y obligaciones pertinentes al PRONUREE, se presenta en anexos de la Resolución 569/2013 el convenio marco que habrán de asumir las partes (Municipio y/o Provincia y el Ministerio de Planificación Federal) para el cumplimiento de los objetivos de dicho plan.
- El Municipio y/o Provincia y el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios acuerdan que la Universidad Tecnológica Nacional dispondrá la actuación de profesionales para auditar, controlar y fiscalizar la debida aplicación del PRONUREE.

Luego del cambio de gobierno en el año 2015, el Ministerio de Planificación se disolvió y PRONUREE pasó a estar a cargo del Ministerio de Energía y Minería, donde por medio de la Disposición 6-E/2017, emite la Resolución E84/2017 en la que se crea el Plan “Alumbrado Eficiente”, en el marco del Decreto 140/2007, quedando el mismo a cargo de la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia.

Dicha Disposición también aprueba una Especificación Técnica para la adquisición de luminarias LED de Alumbrado Público del Plan “Alumbrado Eficiente”, que contempla las miradas de las partes interesadas, aportes de las industrias, instituciones de investigación y de regulación, referenciando las normas aplicables en la materia. Además, se concluye la obligación del cumplimiento de la Especificación Técnica para todos los proyectos del Plan “Alumbrado Eficiente”. Los objetivos del plan mencionado son los siguientes:



- Contribuir a la eficiencia de los Sistemas de Alumbrado Público en toda la REPÚBLICA ARGENTINA.
- Promover el desarrollo e implementación de metodologías de relevamiento de los Sistemas de Alumbrado Público y de una base de datos en donde consten las características principales de dichos sistemas, en coordinación con las jurisdicciones que correspondan.
- Iniciar las gestiones conducentes al desarrollo e implementación de regulaciones tendientes a la mejora de la eficiencia energética de los Sistemas de Alumbrado Público, en coordinación con las jurisdicciones que correspondan.
- Evaluar la conveniencia de la implementación de equipos y sistemas economizadores de energía de los Sistemas de Alumbrado Público.

Cabe destacar, que este Plan “Alumbrado Eficiente” **no tiene un carácter de adhesión obligatoria**, sino que cada Municipio es libre de decidir su adhesión para obtener los beneficios de financiamiento que este presenta. Si lo hiciera, debe cumplimentar todas las disposiciones del Plan y serviría como incentivo para comenzar el recambio de luminarias.

En resumen, el organismo interesado en el recambio de luminarias en el alumbrado público ya sea provincia o municipio, deberá adherirse al Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE) a través de un convenio marco, teniendo como opción de financiamiento con fondos públicos al Plan de Alumbrado Eficiente (PLAE).

Dado que las legislaciones actuales previamente citadas imponen la utilización de luminarias con tecnología LED para el reemplazo de las tradicionales, entonces **se adopta esta tecnología como la más eficiente para el estudio teórico del proyecto.**

2.3.2.2. Marco regulatorio para el fabricante

Los fabricantes de luminarias LED deberán tener en cuenta normativas inherentes al diseño y calidad de las mismas. Los parámetros a cumplir se reducen a los expuestos por la Resolución 84/17, en la cual se creó el Plan de Alumbrado Eficiente y se mencionan normativas desarrolladas por el IRAM y la DNV.

En primer lugar, el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) creó una serie de normas vinculadas a la luminaria para el alumbrado público, una de las más importantes es la **Norma IRAM-AADL J 2020-4**, la misma contiene una sección llamada “Parte 4” en la cual se hace un análisis en las características de diseño a cumplir para las luminarias LED. Dicha norma apunta al desarrollo de un diseño de la luminaria que permita



el acceso, limpieza y recambio de sus elementos con un mínimo de herramientas de uso corriente. Se hace evidente el hecho de que un artefacto de luminaria de LED contiene una gran cantidad de componentes, y es por ello que se deben cumplir un conjunto de normas IRAM, las cuales se mencionan a continuación:

- IRAM-AADL J 2021: Luminarias para vías públicas. Requisitos y métodos de ensayo.
- IRAM-AADL J 2022-1: Alumbrado público. Parte 1: Luminarias. Clasificación fotométrica.
- IRAM-AADL J 2024: Interruptores fotoeléctricos para iluminación exterior. Definiciones, condiciones generales y requisitos.
- IRAM-NM 280: Conductores de cables aislados.

A grandes rasgos, los principales aspectos desarrollados por dichas normas son:

- Luminaria LED para fijar a un elemento con fijación lateral.
- Requisitos para tareas de operación.
- Sobre-temperatura de los módulos LED debido al diseño de la luminaria.
- Comportamiento del driver o fuente de alimentación.
- Ruido.
- Factor de potencia y distorsión armónica.
- Eficacia luminosa de la luminaria.

Por otro lado, la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) tiene confeccionado un pliego de especificaciones técnicas particulares para iluminación, el cual se respalda en las normas IRAM mencionadas anteriormente. No obstante, a continuación, se detallan algunos aspectos de importancia para el fabricante:

- Requisitos luminotécnicos.
- Requisitos eléctricos.
- Requisitos mecánicos.
- Condiciones fotométricas.

2.3.2.3. Marco regulatorio para el estudio de recambio

Entendiéndose como estudio de recambio al conjunto de análisis técnicos y memorias de cálculo necesarias para la elección de la luminaria más adecuada, como así también para el diseño del proyecto de iluminación, se destacan disposiciones elaboradas por la Asociación Argentina de Electrotécnica (AEA) y por la Dirección Nacional de Vialidad (DNV).



En primer lugar, la Asociación Electrotécnica Argentina desarrolló la AEA 95703: Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas de Alumbrado Público. La misma surge debido a la necesidad de dotar de seguridad al público ante eventos eléctricos y mecánicos en las instalaciones de alumbrado público exterior, permanente o temporario, y de asegurar una prestación mínima del servicio. La reglamentación AEA 95703 es de aplicación en toda la República Argentina para los proyectos y memorias técnicas de diseño de las redes eléctricas de alumbrado público, por lo que no puede dejar de ser tenida en cuenta a la hora de seleccionar y proyectar los sistemas de alumbrado de espacios públicos mediante LED.

Por otro lado, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para Iluminación, elaborado por la DNV en el año 2017, contiene importantes consideraciones para el diseño del proyecto:

- Distancias mínimas para la instalación de las columnas de iluminación.
- Altura libre recomendada para la calzada principal.
- Las columnas para iluminación serán tubulares y de acero, calculadas para soportar los vientos de la zona según las Normas IRAM.
- Niveles máximos y mínimos admisibles para intensidad de iluminación para calzada principal.
- Uniformidades.
- Índices laterales.
- Grado de apantallamiento.

Al mismo tiempo, dicho pliego introduce una serie de requisitos técnicos mínimos a cumplir para la luminaria, sin importar el tipo de calzada, los cuales deben ser tenidos en cuenta a la hora de elección de la luminaria y del diseño del sistema de iluminación. Estos requisitos técnicos se encuentran detallados en la siguiente tabla:



Para cada luminaria propuesta	Valores límite
Vida útil de la luminaria y bloques óptimos.	≥ 50000 horas (incluidos óptica, driver y fuente luminosa con el mantenimiento del 70% del flujo inicial).
Sistema de refrigeración de la fuente de luz.	Mediante disipadores.
Grado de protección grupo óptico IP.	≥ 65
Grado de protección IK.	$\geq 0,8$
Índice de reproducción cromático.	≥ 70
Eficiencia de la luminaria (lm/w). El cálculo del rendimiento lumínico deberá ser realizado considerando la luminaria completa, tanto para el flujo luminoso como para el consumo (incluyendo todos los componentes: placas, driver, etc).	≥ 70
Temperatura de Color del LED utilizado.	$3800^{\circ}\text{K} \geq X \leq 4200^{\circ}\text{K}$
Flujo lumínico mínimo.	≥ 17000 lm (a 530 mA)
Relación de flujo hacia hemisferio superior.	$\leq 1\%$
Tensión de alimentación eléctrica.	$180 \leq V \leq 245$
Factor de potencia.	$\geq 0,95$
Frecuencia.	50-60 Hz
Garantía del producto.	≥ 5 años
Montaje de la luminaria.	En columna según PET.
Temperatura de funcionamiento.	$-20^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$
Tecnología fotométrica de la placa LED.	Multicapa.
LED individual mínimo.	3,3 W
Dimensiones/Peso.	Deberán ser acordes a las características constructivas de las columnas descritas. Serán preferibles las luminarias de menor peso.

Figura 23: Tabla de valores límites, según la DNV. Fuente: DNV, Año 2018.

2.3.2.4. Marco regulatorio para las tareas de operación

Las tareas de operación consisten básicamente en la tarea de manipulación y recambio del artefacto, por lo que es necesario realizar esta acción bajo las estipulaciones detalladas en la Ley N°19587: Ley de Higiene y Seguridad en el trabajo. Es necesario que se desarrolle un programa de seguridad para la acción del recambio por personal profesional y calificado en el tema.



2.3.2.5. Marco regulatorio para el cuidado medioambiental

En cuanto a la manipulación, el almacenamiento, el transporte y la disposición final de los residuos generados por el reemplazo de luminarias, son temas que estarán sujetos a lo establecido en la Ley N° 24.051 sobre Residuos Peligrosos, su Decreto Reglamentario N° 831/1993 y normas complementarias, las Resoluciones del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable N° 177-E-2017 y N° 88-E-2017, la Ley N° 11.720 de la Provincia de Buenos Aires (Generación, manipulación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de residuos especiales), y toda normativa complementaria que establezca la autoridad ambiental competente a tal efecto.



2.4. Estudio comercial

A continuación, se realiza una breve descripción de la demanda y oferta en lo que respecta a la implementación del recambio mediante luminarias con tecnologías más eficientes.

La demanda surge como una necesidad de mejora en el alumbrado público, la misma se limita a aquellos organismos públicos que tengan la iniciativa del recambio.

La oferta representa el número de unidades de un bien o servicio que el oferente estaría dispuesto a brindar a un determinado precio.

Actualmente, la tendencia mundial en relación a la aplicación de tecnologías más eficientes en el alumbrado público es el LED (Diodo Emisor de Luz por sus siglas en inglés), motivo por el cual el foco de estudio se centrará en esta tecnología.

Tal como se mencionó en los antecedentes, los días 13 y 14 de Septiembre de 2017 se asistió a la “Bienal Internacional de la Industria Eléctrica, Electrónica y Luminotécnica (BIEL). 15^{va} Exposición y Congreso Técnico Internacional”. En dicha visita, se presenciaron conferencias y stands con una amplia variedad de ofertas para el alumbrado público. Del listado de proveedores participantes de la BIEL, resultaron de interés los siguientes:

- BAEL Iluminación Profesional.
- BGH.
- LED Roadway Lightning.
- Lumenac.
- Mach Electronics.
- Shenzhen Dianming Tech.
- TrivialTech.
- Urulamp.
- Yutong.

Sin embargo, se desestimaron algunos proveedores que no contaban con representación comercial en el país, tarea que dificultaría el estudio técnico y comercial de las luminarias ofrecidas al mercado.

Por otro lado, se ha buscado información sobre otras empresas que no han participado de la exposición, pero son relevantes en el mercado a nivel local y mundial, tales como:

- IEP Iluminación.
- Osram.
- Philips-Signify.



- General Electric.
- Facoel.
- Philco.

Las fichas técnicas utilizadas de cada luminaria de los proveedores mencionados se encuentran en el anexo 8.3. *Estudio comercial*.

2.4.1. Principales proveedores nacionales

Los principales proveedores nacionales de luminarias con tecnología LED, para alumbrado público, son los siguientes:

- **MACH ELECTRONICS S.A.:**

Mach Electronics S.A. es una empresa de capitales nacionales que inició sus actividades en el año 1982, dedicándose inicialmente al diseño y fabricación de equipamiento para comunicaciones rurales y móviles. En la actualidad, ofrece las siguientes soluciones de iluminación LED de alta eficiencia para el alumbrado público:

MACH ELECTRONICS			
Modelo	Potencia (Watts)	Flujo luminoso (lm)	Vida útil (hs)
LL-RM080-B1	80	9600	50000
LL-RM100-B1	100	12000	50000
LL-RM120-B1	120	13800	50000
LL-RM150-B1	150	17250	50000
LL-RM180-B1	180	20700	50000
LL-RM200-B1	200	23000	50000
LL-RM240-B1	240	27600	50000
LL-RM250-B1	250	28750	50000
LL-RM300-B1	300	34500	50000

Figura 24: Tabla de modelos de MACH ELECTRONICS. Fuente: MACH ELECTRONICS, Año 2018.



- **BGH:**

BGH es una empresa nacional fundada en 1913 bajo el nombre de Boris Garfunkel e Hijos (BGH). Tiene más de 100 años de trayectoria en desarrollo y comercialización de tecnología, tanto en el mercado interior como en el exterior. Desde el año 2006 la empresa ofrece luminarias LED, para el alumbrado público, que utilizan diodos fabricados por la empresa LedScéne, también de origen nacional. Los modelos disponibles son:

BGH			
Modelo	Potencia (Watts)	Flujo luminoso (lm)	Vida útil (hs)
Axion L2 Mini 100W	100	9695	73000
Axion L2 V4 150W	150	15755	73000
Axion L2 Máx 200W	200	21594	73000
Axion L3 250W	250	25984	73000
Axion L3 300W	300	32096	73000

Figura 25: Tabla de modelos de BGH. Fuente: BGH, Año 2018.

- **FACOEL:**

FACOEL es una empresa argentina que inició sus actividades en el año 2012. La misma está radicada en la provincia de Córdoba, pero con oficinas comerciales en la Ciudad de Temperley. Posee trayectoria en el ámbito de la ingeniería industrial, ingeniería eléctrica, industria automotriz, industria petrolera, entre otros. FACOEL también es productor y proveedor de luminarias con tecnología LED para el alumbrado público. Los modelos que ofrece al mercado son:

FACOEL				
Modelo	Potencia (Watts)	Flujo luminoso (lm)	Vida útil (hs)	
FVL	FVL 3600	90,4	8000	70000
	FVL 5200	134	11500	70000
	FVL 6500	153,8	13750	70000
	FVL 7800	196,7	17750	70000
	FVL 10400	256,8	23500	70000

Figura 26: Tabla de modelos de FACOEL. Fuente: FACOEL, Año 2018.



- **LUMENAC:**

Lumenac es otra de las empresas cuyos capitales son nacionales. Dicha empresa fue fundada en el año 1988, dedicándose a la producción y comercialización de productos para iluminación vial, industrial, comercial y residencial. Los productos que ofrece son fabricados en sus dos plantas de producción ubicadas en la localidad de Villa Martelli, Buenos Aires. Las luminarias con tecnología LED para alumbrado público que LUMENAC ofrece al mercado son:

LUMENAC				
Modelo		Potencia (Watts)	Flujo luminoso (lm)	Vida útil (hs)
Aero	Aero 100	100	10000	40000
	Aero 150	150	15000	40000
Apolo	Apolo 100	100	10000	50000
	Apolo 150	150	16500	50000
	Apolo 180	180	18000	50000
Flow	Flow 120	120	13200	50000
	Flow 150	150	16500	50000
	Flow 180	180	19800	50000
	Júpiter 120	120	13200	50000

Figura 27: Tabla de modelos de LUMENAC. Fuente: LUMENAC, Año 2018.

- **TRIVIALTECH:**

TRIVIALTECH S.A. Es una empresa argentina constituida en el año 2012, cuya planta de producción se ubica en la localidad de San Martín. Diseña y fabrica luminarias basadas en tecnología LED de alta potencia, tanto para alumbrado público como para el de espacios industriales. En la actualidad, brinda las siguientes alternativas de luminarias:

TRIVIALTECH				
Modelo		Potencia (Watts)	Flujo luminoso (lm)	Vida útil (hs)
Urban	Urban 32	122	11520	50000
	Urban 40	152	14400	50000
	Urban 48	182	17280	50000
	Eco 48	90	9450	50000
	Eco 60	112	11760	50000

Figura 28: Tabla de modelos de TRIVIALTECH. Fuente: TRIVIALTECH, Año 2018.



• **BAEL:**

BAEL S.A también es una empresa cuyos capitales son argentinos. La misma fue fundada en el año 2006, en la ciudad de Villa Martelli. Produce y comercializa una variada línea de productos para la iluminación de espacios comerciales y públicos. Los modelos disponibles de luminarias para el alumbrado público son:

BAEL				
	Modelo	Potencia (Watts)	Flujo luminoso (lm)	Vida útil (hs)
Galaxy	Galaxy 100	100	12000	100000
	Galaxy 150	150	18000	100000
	Galaxy 200	200	24000	100000
Road	Road 180	180	20000	70000
	Road 220	220	24000	70000
	Road 300	300	32500	70000
Rua	Rua 100	100	13000	70000
	Rua 150	150	19500	70000
	Rua 200	200	26000	70000
	Rua 250	250	32500	70000
	Rua 300	300	39000	70000

Figura 29: Tabla de modelos de BAEL. Fuente: BAEL, Año 2018.



2.4.2. Principales proveedores extranjeros

Los principales proveedores extranjeros de luminarias con tecnología LED, para alumbrado público, son los siguientes:

- **IEP**

“Reflectores IEP” fue fundada en 1922 en España. Desde el año 1998, produce y comercializa sus productos en la Argentina desde la planta de producción que la empresa posee en la localidad de Munro, Provincia de Bs. As. IEP también posee un laboratorio de gestión de calidad, el cual fue construido en el año 2005 para realizar estudios luminotécnicos para el desarrollo de sus productos. Brinda las siguientes luminarias con tecnología LED para el alumbrado público:

IEP				
Modelo		Potencia (Watts)	Flujo luminoso (lm)	Vida útil (hs)
NATH SFX	NATH SFX 48	148	17000	60000
	NATH SFX 48	130	15000	60000
	NATH SFX 40	118	13000	60000
	NATH SFX 40	100	11000	60000
	NATH SFX 32	91	10000	60000
NATH LXF	NATH LXF 128	292	35000	60000
	NATH LXF 128	250	30000	60000
	NATH LXF 80	233	28000	60000
	NATH LXF 80	217	26000	60000
	NATH LXF 64	200	24000	60000
	NATH LXF 64	174	20000	60000

Figura 30: Tabla de modelos de IEP. Fuente: IEP, Año 2018.

- **PHILCO:**

Philco es una empresa fundada en el año 1892 en los Estados Unidos. La presencia de Philco en Argentina inicia en 1930, dedicándose a la producción de electrodomésticos y otras tecnologías (receptores de radio, sistemas de grabación, etc.). En la actualidad, ofrece productos para la iluminación de espacios comerciales, industriales y viales. Los artefactos para el alumbrado público, mediante tecnología LED, son:

PHILCO				
Modelo		Potencia (Watts)	Flujo luminoso (lm)	Vida útil (hs)
Standard	100	100	11400	50000
	120	120	13680	50000
	150	150	17100	50000
	200	200	22800	50000
Premium	90	90	12150	50000
	108	108	14580	50000
	165	165	22275	50000
	185	185	24975	50000

Figura 31: Tabla de modelos de PHILCO. Fuente: PHILCO, Año 2018.

- **OSRAM:**

OSRAM es una empresa de origen alemán fundada en el año 1919, cuya sede central se ubica en la Ciudad de Múnich. Se especializa en la fabricación de soluciones de iluminación en espacios variados. En la Argentina, posee un centro de distribución en la localidad bonaerense de Martínez. Los modelos de iluminación LED ofrecidos al mercado son:

OSRAM				
Modelo		Potencia (Watts)	Flujo luminoso (lm)	Vida útil (hs)
Floodlight 20 Midi Led	5XA7682D1C4A	163	16680	100000
	5XA7682E1C4A	238	24280	100000
	5XA7682D3C4AB	163	19040	100000
	5XA7682E3C4AB	239	27720	100000
	5XA7682D2C4AB	163	18280	100000
	5XA7682E2C4AB	239	27270	100000
Streetlight 20 Maxi Led	LS	238	24000	100000
	LS2	187	20700	100000
	LS3	187	20700	100000
	LS4	238	24000	100000
	LS5	238	21500	100000

Figura 32: Tabla de modelos de OSRAM. Fuente: OSRAM, Año 2018.



• **GENERAL ELECTRIC:**

General Electric Company, también conocida como GE, es una corporación conglomerada multinacional fundada en los Estados Unidos, en el año 1880. Se dedica a la infraestructura de energía, agua, transporte, salud, servicios de financiación, etc. En la Argentina, posee un centro de logística en la localidad de Saavedra, en la C.A.B.A. Los productos ofrecidos al mercado, para la iluminación vial con tecnología LED, son:

GENERAL ELECTRIC				
Modelo		Potencia (Watts)	Flujo luminoso (lm)	Vida útil (hs)
ERS	RX-AX	235	18900	50000
	RX-BX	235	19800	50000
	RX-CX	235	19500	50000
	RX-DX	235	19700	50000
	RX-EX	235	18600	50000
Spinella	SP H/2/F/T/156/40	156	18140	50000
	SP H/2/F/B/156/50	156	18410	50000
	SP H/2/F/C/156/50	156	18220	50000
	SP H/2/F/C/190/30	190	20070	50000
	SP H/2/F/N/190/30	190	20690	50000
	SP H/2/F/T/190/30	190	20890	50000
	SP H/2/F/B/230/30	230	23940	50000
	SP H/2/F/C/230/30	230	23680	50000
	SP H/2/F/F/230/30	230	24170	50000
	SP H/2/F/T/230/30	230	24650	50000
SP H/2/F/T/230/50	230	26440	50000	

Figura 33: Tabla de modelos de GENERAL ELECTRIC. Fuente: GENERAL ELECTRIC, Año 2018.

• **PHILIPS – SIGNIFY:**

Royal Philips es una empresa holandesa fundada en el año 1891. Se dedica a la investigación y desarrollo de tecnología diversificada, logrando innovaciones en áreas del cuidado de la salud, estilo de vida del consumidor e iluminación. La empresa también es líder en artefactos para cuidados cardíacos, cuidados intensivos y cuidados de la salud en el hogar; en soluciones de iluminación energéticamente eficientes y nuevas aplicaciones de iluminación. En la Argentina, Philips posee un centro de distribución ubicado en la localidad de Saavedra, en la C.A.B.A. En cuanto a la iluminación vial, es uno de los proveedores de luminarias más prestigiosos y reconocidos del mercado argentino, bajo la marca *Philips Lighting*, que cambió de nombre en el mes de Mayo de 2018 para ser *Signify*. A continuación, se detallan los modelos más relevantes ofrecidos en el mercado:

PHILIPS-SIGNIFY				
	Modelo	Potencia (Watts)	Flujo luminoso (lm)	Vida útil (hs)
Greenway	BEP S1	100	10648	100000
	BEP L1	200	21300	100000
Exceed	BRP372 M1 48	95,9	10285	100000
	BRP372 M1 64	140,6	14183	100000
	BRP373 L1 96	191	20459	100000
	BRP373 L1 128	278	28630	100000
	BRP373 L1 160	309,6	33617	100000
RoadFlair	BRP392 LED144	120	14400	100000
	BRP392 LED192	160	19200	100000
	BRP394 LED361	320	36100	100000
Xceed-Ve	BRP372	113,9	11458	100000
	BRP373	229,5	23058	100000
	BRP373	272,5	28965	100000

Figura 34: Tabla de modelos de PHILIPS-SIGNIFY. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY, Año 2018.

En base a lo expuesto en los estudios legales y técnicos, se confeccionó un cuadro en el que se sintetizaron los modelos que califican según los requerimientos mínimos para el alumbrado público.

Se analizó el cumplimiento de los parámetros que se listan a continuación:

- Flujo luminoso (lm).
- Eficiencia de la luminaria (lm/w).
- Vida útil de la luminaria (hs).



- Grado de protección grupo óptico (IP).
- Índice de reproducción cromático (IRC).
- Garantía (años).
- Factor de potencia.
- Frecuencia (Hz).
- Temperatura de color del LED utilizado (k).

En primer lugar, se tuvo en cuenta el cumplimiento de la temperatura de color. A partir de este filtro, resultaron 60 modelos calificados.

Luego, se comprobó que de las 60 luminarias sólo 27 cumplían con el factor de potencia necesario, por lo que estas últimas terminaron siendo las aptas para el uso en el alumbrado público.

Por último, considerando el cumplimiento del índice de reproducción cromático, resultaron 23 modelos calificados.

Cabe destacar que los mismos cumplen con el resto de los parámetros que no se tuvieron en cuenta como filtros de calificación.

En resumen, al comienzo de este estudio comercial fueron presentados 122 artefactos, de las cuales solamente califican un total de 23 para ser utilizados, lo que representa un 18,5% de la oferta del mercado analizado.



Proveedor	Modelo		Potencia (Watts)	Flujo luminoso (lm)	Eficiencia (lm/w)	Vida útil (hs)
FACOEL	FVL	FVL 7800	196,7	17750	90	70000
		FVL 10400	256,8	23500	92	70000
IEP	SFX	NATH SFX 48	148	17000	115	60000
	LXF	NATH LXF 128	292	35000	120	60000
		NATH LXF 128	250	30000	120	60000
		NATH LXF 80	233	28000	120	60000
		NATH LXF 80	217	26000	120	60000
		NATH LXF 64	200	24000	120	60000
		NATH LXF 64	174	20000	115	60000
MACH ELECTRONICS	LL-RM150-B1		150	17250	115	50000
	LL-RM180-B1		180	20700	115	50000
	LL-RM200-B1		200	23000	115	50000
	LL-RM240-B1		240	27600	115	50000
	LL-RM250-B1		250	28750	115	50000
	LL-RM300-B1		300	34500	115	50000
PHILIPS-SIGNIFY	Greenway	BEP L1	200	21300	107	100000
	Exceed	BRP373 L1 96	191	20459	107	100000
		BRP373 L1 128	278	28630	103	100000
		BRP373 L1 160	309,6	33617	109	100000
	RoadFlair	BRP392 LED192	160	19200	120	100000
		BRP394 LED361	320	36100	113	100000
	Xceed-Ve	BRP373	229,5	23058	100	100000
		BRP373	272,5	28965	106	100000

Figura 35: Tabla resumen de modelos aptos para alumbrado público. Fuentes: FACOEL, IEP, MACH ELECTRONICS, PHILIPS-SIGNIFY, Año 2018.



2.5. Estudio Económico-Financiero

Tiene como objetivo la implementación de distintos métodos de evaluación que proveen información necesaria para decidir la conveniencia, o no, de efectuar una inversión en luminarias con tecnología LED. Por otro lado, busca informar sobre todas las opciones de financiamiento disponibles para la adquisición de dichos artefactos. Es una herramienta de análisis a la hora de elegir la luminaria más apropiada en términos financieros, determinándose el tiempo de recupero de inversión para cada uno de los artefactos calificados en el apartado 2.4. *Estudio comercial*. Esto último, es un aspecto importante del estudio económico-financiero, ya que las opciones de iluminación LED para alumbrado público requieren una mayor inversión inicial, la cual se recuperaría mediante la reducción del consumo energético y de los costos operativos a lo largo de la vida útil del artefacto.

Existen diferentes procedimientos para cuantificar la rentabilidad del proyecto de recambio de luminarias (mediante indicadores económico-financieros), como así también distintas perspectivas desde dónde hacerlo: la de la distribuidora, la de la sociedad y la del usuario. En este caso, se desarrolló desde la del usuario, describiéndose un único método de evaluación cuya simplicidad, comodidad y difusión resultan convenientes para el presente estudio. Cabe destacar que el análisis se focalizó en la comparación de luminarias de uso para avenidas, por lo que la potencia de las de Vapor de Sodio de Alta Presión ronda los 400 Watts, mientras que las de tecnología LED son de 260 Watts.

2.5.1. Costo Anualizado Total

Los resultados del análisis mencionado anteriormente se pueden expresar a través de distintos factores, tales como: Tasa de descuento, Vida Útil de equipamiento y Período de análisis, Flujo de caja, Valor Actual, Valor Actual Neto (VAN), Período Simple de Repago (PSR), Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Costo Anualizado Total (CAT). De todos ellos, el más sencillo y representativo a la hora de comparar diferentes alternativas de luminarias es el Costo Anualizado Total³.

La determinación del mismo, desde la perspectiva del usuario, requiere de los siguientes datos:

- Consumo de energía de cada alternativa considerada.

³ El Costo Anualizado Total (CAT) es un indicador que se expresa en términos porcentuales anuales, permitiendo establecer los costos y gastos de financiación para cada opción de luminaria.



- El costo y vida útil de los componentes de cada sistema de iluminación a considerar, incluyendo el costo de instalación y de recambio.
- El precio de la energía.
- La vida útil de los componentes de la instalación.

Cabe mencionar que, para facilitar el entendimiento del presente estudio, se realizó un ejemplo de aplicación en el que se tomaron datos de una luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular y de una luminaria LED. Los mismos se sintetizaron en el cuadro que se presenta a continuación.

Tipo de luminaria	Modelo	Potencia [W]	Costo [U\$S]			
			Balastro	Lámpara	Ignitor	Total
Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular	SON-T	400	49,29	21,07	5,36	75,71
LED	RoadFlair BRP394 LED312/NW	260	675,00			675,00

Figura 36: Precios de luminarias de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular y de LED. Fuente: Pelba S.A., Año 2018.

Se destaca que las luminarias elegidas para el ejemplo son del proveedor PHILIPS-SIGNIFY, y son las más caras, teniendo así el escenario más desfavorable en términos de inversión y ahorro. A su vez, se optó por utilizar estas luminarias debido a que las mismas fueron utilizadas en el apartado 2.2 *Estudio técnico*.

2.5.1.1. Vida Útil

La vida útil del artefacto representa la cantidad de horas que el mismo puede permanecer encendido sin sufrir ningún tipo de desperfecto. Para poder calcular el CAT, dicho parámetro debe estar expresado en años, por lo que la vida útil de cada luminaria, y la rentabilidad económica de su sustitución, dependen de las horas de encendido al año.

Los valores de vida útil de las luminarias elegidas se tabularon en el siguiente cuadro.



Tipo de luminaria	Modelo	Potencia [W]	Vida útil [hs]
Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular	SON-T	400	28000
LED	RoadFlair BRP394 LED312/NW	260	100000

Figura 37: Vida útil de luminarias con Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular y LED. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY, Año 2018.

Para estimar la cantidad de horas que una luminaria de alumbrado público permanece encendida durante el día, se tomaron datos de Edesur S.A., empresa prestadora de energía en el sur del Conurbano Bonaerense.

Mes	Horas mensuales [hs]	Cantidad de días [días]	Cantidad de horas por día [hs/día]
Enero	299	31	9,65
Febrero	283	28	10,11
Marzo	372	31	12,00
Abril	388	30	12,93
Mayo	433	31	13,97
Junio	417	30	13,90
Julio	431	31	13,90
Agosto	421	31	13,58
Septiembre	359	30	11,97
Octubre	338	31	10,90
Noviembre	299	30	9,97
Diciembre	298	31	9,61
Promedio diario [hs]			11,87
Total de horas anuales [hs]			4338

Figura 38: Cantidad de horas de encendido por día de una luminaria para alumbrado público. Fuente: Edesur SA, Año 2017.



Finalmente, se calculó la vida útil en años correspondiente a cada luminaria, considerando que:

$$Vida\ útil\ [años] = \frac{Vida\ útil\ [hs]}{Total\ de\ horas\ anuales\ [hs]}$$

Se obtuvieron los siguientes valores:

Tipo de luminaria	Modelo	Potencia [W]	Vida útil [hs]	Vida útil [años]
Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular	SON-T	400	28000	6,46
LED	RoadFlair BRP394 LED312/NW	260	100000	23,07

Figura 39: Vida útil anual de luminarias de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular y de LED.

Fuente: Elaboración propia, Año 2018.

2.5.1.2. Costo del ciclo de vida anualizado

El costo operativo anual es diferente para cada tipo de tecnología.

En relación a las luminarias LED, éstas tienen un costo de mantenimiento anual nulo a lo largo de su vida útil, pero poseen un costo de consumo energético por año (propio de su funcionamiento y potencia) y un costo de instalación, que se da por única vez al momento del reemplazo del artefacto de Vapor de Sodio.

El costo por consumo energético (U\$S/año)⁴ se obtiene multiplicando el precio de la energía (\$/kW)⁵ por la potencia del artefacto (kW/años), es decir:

$$\begin{aligned} \text{Costo por consumo energético} & \left[\frac{U\$S}{año} \right] \\ & = \text{Precio de la energía} \left[\frac{U\$S}{kW * hs} \right] * \text{Potencia del artefacto} \left[\frac{kW * hs}{años} \right] \end{aligned}$$

⁴ Se tomó un valor dólar de \$38, según cotización del BCRA al día 31 del mes de Agosto del año 2018.

⁵ El costo de la energía, al mes de Agosto del año 2018 es de 2,99 \$/kWh. Fuente: Cuadro tarifario Edenor Resolución ENRE N° 33/2018. (ver anexo 8.4.1. Cuadro Tarifario de Edenor).

Donde la potencia del artefacto se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Potencia\ del\ artefacto\ \left[\frac{kW * hs}{años} \right] = \frac{Potencia\ [W] * Horas\ anuales\ [hs/año]}{1000[W/kW]}$$

Entonces, para los modelos elegidos de PHILIPS-SIGNIFY, se obtuvo:

Tipo de luminaria	Modelo	Potencia [W]	Potencia [kW]	Vida útil [hs]	Vida útil [años]	Potencia total [kW/años]
LED	RoadFlair BRP394 LED312/NW	260	26000	100000	23,07	1126,83

Figura 40: Potencia total de una luminaria LED (durante su vida útil). Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

Tipo de luminaria	Modelo	Potencia [W]	Horas anuales [hs]	Potencia [kW/años]	Costo del consumo energético [U\$/año]
LED	RoadFlair BRP394 LED312/NW	260	4338	1126,83	105,29

Figura 41: Costo del consumo energético de una luminaria LED. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

Por otro lado, el costo de la instalación depende del precio y rendimiento de la mano de obra necesaria para dicha tarea. Este último se pudo estimar teniendo en consideración un grupo de tres personas (un capataz y dos ayudantes) con un equipo de elevación y una jornada laboral de 8 hs.

Rubro	Descripción	Unidad	Costo Unitario [\$/hs]
Equipo de elevación	1 Camión con hidro-grúa y barquilla	Hora	1185,80
Mano de obra	1 Oficial	Hora	95,65
	1 Ayudante	Hora	77,57
	1 Ayudante	Hora	77,57

Figura 42: Precios unitarios de equipo de elevación y mano de obra. Fuente: Mercovial y Escala salarial UOCRA, Año 2018.

Utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Costo total [\$]} = \text{Costo Unitario} \left[\frac{\$}{\text{hs}} \right] * \text{Horas de jornada laboral [hs]}$$

Rubro	Descripción	Unidad	Costo Unitario [\$/hs]	Horas de jornada laboral [hs]	Costo Total [\\$]
Equipo de elevación	1 Camión con hidro-grúa y barquilla	Hora	1185,80	8,00	9486,40
Mano de obra	1 Oficial	Hora	95,65	8,00	765,20
	1 Ayudante	Hora	77,57	8,00	620,56
	1 Ayudante	Hora	77,57	8,00	620,56
					11492,72

Figura 43: Costo de la jornada laboral de un grupo de 3 personas y un equipo de elevación.

Fuente: Mercovial y Escala salarial UOCRA, Año 2018.

Considerando un rendimiento de 10 luminarias instaladas por jornada laboral, se determinó un costo (en dólares) de instalación por cada artefacto LED. Para ello, se hizo el siguiente cálculo:

$$\text{Costo unitario de instalación [U\$]} = \frac{\text{Costo Total [\$]}}{\text{Precio del dólar [\$]} * 10 [\text{luminarias}]}$$

Costo unitario de instalación [U\\$]
35,91

Figura 44: Costo unitario de instalación de luminaria LED en dólares. Fuente: Elaboración propia, Año 2018.

Dividiendo el costo unitario de instalación por la vida útil, expresada en años, se obtuvo el costo de instalación anual de la luminaria LED.

$$\text{Costo de instalación anual} \left[\frac{\text{U\$}}{\text{año}} \right] = \frac{\text{Costo unitario de instalación [U\$]}}{\text{Vida útil [años]}}$$

Costo de instalación anual [U\$/año]
1,56

Figura 45: Costo unitario de instalación de luminaria LED por año y en dólares. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

Entonces, el costo del ciclo de vida para una luminaria LED se calculó mediante la siguiente expresión:

$$\text{Costo del ciclo de vida} \left[\frac{\text{U\$S}}{\text{año}} \right] = \text{Costo del consumo energético} \left[\frac{\text{U\$S}}{\text{año}} \right] + \text{Costo de instalación anual} \left[\frac{\text{U\$S}}{\text{año}} \right]$$

Tipo de luminaria	Modelo	Potencia [W]	Costo del consumo energético [U\\$S/año]	Costo de instalación anual [U\\$S/año]	Costo del ciclo de vida [U\\$S/año]
LED	RoadFlair BRP394 LED312/NW	260	105,29	1,56	106,85

Figura 46: Costo del ciclo de vida para una luminaria LED. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

Las luminarias de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular también poseen un costo por consumo energético anual y un costo de mantenimiento periódico.

En primer lugar, el costo por consumo energético se obtuvo siguiendo la metodología de cálculo planteada para las luminarias LED.

Tipo de luminaria	Modelo	Potencia [W]	Horas anuales [hs]	Potencia [kW/años]	Costo del consumo energético [U\\$S/año]
Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular	SON-T	400	4338	1733,59	161,98

Figura 47: Costo del consumo energético anual de una luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

Por otra parte, el costo de mantenimiento periódico consiste en las reposiciones y recompras necesarias para igualar la vida útil de una luminaria con tecnología LED. Por lo que:

$$\text{Costo de mantenimiento} \left[\frac{\text{U\$S}}{\text{año}} \right] = \text{Costo de recompra} \left[\frac{\text{U\$S}}{\text{año}} \right] + \text{Costo de recambio} \left[\frac{\text{U\$S}}{\text{año}} \right]$$

Cabe destacar que la vida útil de la luminaria elegida de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular es de 6,46 años, mientras que la de LED es de 23,07 años. Por lo tanto, la cantidad de reposiciones se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Reposiciones [Unidades]} = \frac{\text{Vida útil de luminaria LED [años]}}{\text{Vida útil de luminaria VSAPT [años]}}$$

Tipo de luminaria	Modelo	Potencia [W]	Vida útil [hs]	Vida útil [años]	Reposiciones [Unidades]
Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular	SON-T	400	28000	6,46	3,57
LED	RoadFlair BRP394 LED312/NW	260	100000	23,07	

Figura 48: Cantidad de reposiciones de una luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular para igualar la vida útil de luminaria LED. Fuente: *Elaboración propia, Año 2018.*

Esto significa que se deberá realizar 3,6 veces la recompra de nuevos artefactos de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular para igualar la durabilidad de uno con tecnología LED. Por lo tanto, conociendo el precio del artefacto y la cantidad de reposiciones necesarias, se estimó el costo de mantenimiento.

Primero, se calculó el costo de recompra. Para ello, se multiplicó el precio del dispositivo por la cantidad de reposiciones, y luego se dividió el valor obtenido por la vida útil del producto.

$$\text{Costo de recompra} \left[\frac{\text{U\$S}}{\text{año}} \right] = \frac{\text{Precio de luminaria VSAPT [U\$S]} * \text{Reposiciones [Unidades]}}{\text{Vida útil de luminaria VSAPT [años]}}$$

Tipo de luminaria	Modelo	Potencia [W]	Vida útil [hs]	Vida útil [años]	Precio [U\\$S]	Reposiciones [Unidades]	Costo de recompra [U\\$S/año]
Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular	SON-T	400	28000	6,46	75,71	3,57	41,84

Figura 49: Costo de recompra de luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular, teniendo en cuenta la cantidad de reposiciones necesarias para igualar la durabilidad de luminaria LED. Fuente: *Elaboración propia, Año 2018.*



Luego, para calcular el costo de recambio de la luminaria, se utilizaron los valores de la mano de obra determinados anteriormente para la luminaria LED, con la diferencia de que en este caso se recambiarían 8 luminarias por jornada de trabajo⁶ (en las luminarias LED se lograba un rendimiento de 10 artefactos por día). De esta forma, considerando:

$$\text{Costo unitario de recambio [U\$S]} = \frac{\text{Costo Total [\$]}}{\text{Precio del dólar [\$]} * 8 [\text{luminarias}]}$$

Donde Costo Total se expresó en la *Figura 8: Costo de la jornada laboral de un grupo de 3 personas y un equipo de elevación.*

Costo unitario de recambio [U\\$S]
44,89

Figura 50: Costo unitario de recambio de luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular en dólares. Fuente: *Elaboración propia, Año 2018.*

Dividiendo el costo unitario de recambio por la vida útil de la luminaria, expresada en años, se obtuvo el costo de recambio anual de la luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular.

$$\text{Costo de recambio anual} \left[\frac{\text{U\$S}}{\text{año}} \right] = \frac{\text{Costo unitario de recambio [U\$S]} * \text{Reposiciones [Unidades]}}{\text{Vida útil [años]}}$$

Costo de recambio anual [U\\$S/año]
24,81

Figura 51: Costo de recambio anual de luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular, teniendo en cuenta la cantidad de reposiciones necesarias para igualar vida útil de luminaria LED. Fuente: *Elaboración propia, Año 2018.*

De esta forma, se determinó el costo de mantenimiento sumando el costo de recompra y el costo unitario de recambio.

⁶ Rendimientos medidos en planta potabilizadora AySA. El recambio demanda mayor tiempo que la instalación de un nuevo artefacto, ya que existe la limpieza de componentes y reemplazo de partes individuales.

Costo de mantenimiento [U\$S/año]		
Costo de recompra [U\$S/año]	41,84	66,65
Costo de recambio [U\$S/año]	24,81	

Figura 52: Costo de mantenimiento de una luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular.

Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

Por último, se calculó el costo del ciclo de vida de la luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular.

$$\begin{aligned} \text{Costo del ciclo de vida } \left[\frac{U\$S}{\text{año}} \right] \\ = \text{Costo del consumo energético } \left[\frac{U\$S}{\text{año}} \right] + \text{Costo de mantenimiento } \left[\frac{U\$S}{\text{año}} \right] \end{aligned}$$

Tipo de luminaria	Modelo	Potencia [W]	Costo del consumo energético [U\$S/año]	Costo de mantenimiento [U\$S/año]	Costo del ciclo de vida [U\$S/año]
Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular	SON-T	400	161,98	66,65	228,63

Figura 53: Costo del ciclo de vida de una luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular.

Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

2.5.1.3. Costo de inversión anual

El costo de inversión anual se refiere a la compra de una luminaria LED para reemplazar a una de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular. Dicha compra se daría por única vez, por lo que es necesario anualizar la misma para poder usar este dato para obtener el CAT.

Para el cálculo del costo de inversión anual de la luminaria LED en cuestión, se dividió el precio de la misma por la vida útil en años.

$$\text{Costo de inversión anual} \left[\frac{U\$S}{\text{año}} \right] = \frac{\text{Precio de la luminaria [U\$S]}}{\text{Vida útil [años]}}$$

Tipo de luminaria	Modelo	Potencia [W]	Vida útil [hs]	Vida útil [años]	Precio [U\\$S]	Costo de inversión anual [U\\$S/año]
LED	RoadFlair BRP394 LED312/NW	260	100000	23,07	675,00	29,25

Figura 54: Costo de inversión anual de una luminaria LED. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

2.5.1.4. Determinación del Costo Anualizado Total (CAT)

Se determinó el Costo Anualizado Total para cada tipo de luminaria (Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular y LED) realizando la suma entre el costo del ciclo de vida y el costo de la inversión anual, correspondientes a cada luminaria.

$$\begin{aligned} \text{Costo Anualizado Total} \left[\frac{U\$S}{\text{año}} \right] \\ = \text{Costo del ciclo de vida} \left[\frac{U\$S}{\text{año}} \right] + \text{Costo de la inversión anual} \left[\frac{U\$S}{\text{año}} \right] \end{aligned}$$

Tipo de luminaria	Modelo	Potencia [W]	Costo del ciclo de vida [U\\$S/año]	Costo de inversión anual [U\\$S/año]	Costo anualizado total [U\\$S/año]
Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular	SON-T	400	228,63	-	228,63
LED	RoadFlair BRP394 LED312/NW	260	106,85	29,25	136,10

Figura 55: Costo anualizado total para cada tipo de luminaria. Fuente: Elaboración propia, Año 2018.

Realizando la diferencia entre el costo anualizado total de cada una de las luminarias, se obtuvo el ahorro anual.



Tipo de luminaria	Modelo	Potencia [W]	Costo del ciclo de vida [U\$S/año]	Costo de inversión anual [U\$S/año]	Costo anualizado total [U\$S/año]	Ahorro anual [U\$S/año]	Porcentaje de ahorro anual [%]
Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular	SON-T	400	228,63	-	228,63	92,53	59,53
LED	RoadFlair BRP394 LED312/NW	260	106,85	29,25	136,10		

Figura 56: Ahorro anual del recambio de una luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular por una con tecnología LED. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

Finalmente, se concluyó que el recambio de luminarias de Vapor de Sodio de Alta Presión por otras con tecnología LED es viable en términos económicos-financieros. A pesar del alto costo de la inversión inicial que requiere una luminaria LED, la mayor vida útil de la ésta y los grandes ahorros en el consumo energético, justifican la inversión necesaria para el recambio.

2.5.2. Opciones de financiamiento

En la actualidad, existen 4 maneras de financiamiento de la compra de artefactos de alumbrado público con tecnología LED, que se presentan a continuación.

- Plan de Alumbrado Eficiente (PLAE).
- Participación Público-Privada (PPP).
- Leasing con una entidad bancaria.
- Fondos propios.

2.5.2.1. Plan de Alumbrado Eficiente

Es una de las alternativas para el financiamiento del recambio de luminarias en alumbrado público. Los objetivos y conceptos generales del plan fueron desarrollados en el apartado 2.3.2.1. *Marco regulatorio para el comitente*. No obstante, existen cuestiones detalladas en el “Reglamento General del Plan de Alumbrado Eficiente” que ameritan ser mencionadas.



En primer lugar, la adhesión al PLAE consiste en un convenio entre la “Unidad Ejecutora” y el “Beneficiario”. La unidad ejecutora es la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética (SSAYE), mientras que el beneficiario del plan será aquella provincia y/o municipio que haya mostrado intención de participar mediante la “Presentación de Propuesta”⁷ y que cumpla con los criterios de selección detallados en el Reglamento General del Plan de Alumbrado Eficiente.

Por otra parte, cabe destacar que los convenios firmados podrán prever alguna de las siguientes modalidades de aplicación del plan:

- Transferencia de fondos no reintegrables al beneficiario por parte del Estado Nacional: La unidad ejecutora establecerá un precio de referencia para la adquisición de luminarias. En base a dicho precio, la misma determinará el monto total de financiamiento, el cual representará hasta el setenta por ciento (70%) de la totalidad de las luminarias incluidas en el proyecto presentado por el beneficiario.
- Provisión de luminarias al beneficiario por parte del Estado Nacional y la instalación de éstas: En este caso, la unidad ejecutora gestionará la provisión de artefactos y su instalación, conforme a lo estipulado en el convenio, bajo la modalidad que determine la SSAYEE.

Por último, con respecto al origen de los fondos para cada modalidad de aplicación del PLAE, los mismos pueden ser en su totalidad del Estado Nacional o terceros, teniendo en cuenta cada situación particular de los proyectos presentados.

Toda la documentación referida al Plan de Alumbrado Eficiente (reglamento, resoluciones y disposiciones) se encuentra en el anexo 8.2.5. *Plan de Alumbrado Eficiente (PLAE)*.

2.5.2.2. Participación Público-Privada

El 30 de Noviembre de 2016 fue promulgada la Ley N° 27.328: Contratos de Participación Público-Privada. Según esta ley, dichos contratos son celebrados entre los órganos y entes que integran el Sector Público Nacional y sujetos privados o públicos con el objeto de desarrollar proyectos en los campos de:

- Innovación tecnológica.
- Vivienda.
- Actividades y servicios.

⁷ La Presentación de Propuesta constituye el paso inicial en la suscripción al PLAE. La misma consiste en una planilla en la que se detallan la propuesta de recambio, la descripción general de la obra, el censo del parque lumínico y la cantidad y características de luminarias LED necesarias.

- Infraestructura.
- Inversión productiva.
- Investigación aplicada.

En la categoría de Infraestructura, puede ser incluido el proyecto de recambio de luminarias en el alumbrado público.

Se consideró conveniente realizar observaciones sobre el presente régimen de contratación para facilitar su entendimiento.

En primer lugar, para incentivar el desarrollo de contrataciones mediante esta metodología, el Ministerio de Energía y Minería, a través de la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética (dependiente de la Secretaría de Planeamiento Estratégico), creó en Enero el llamado “Proyecto de Participación Público-Privada en el Alumbrado Público-Etapa 1”. Su objetivo es verificar el funcionamiento del esquema de PPP, sus resultados y barreras observadas, en el conjunto de municipios de la Provincia de Buenos Aires donde la empresa prestadora de energía sea Edenor o Edesur.

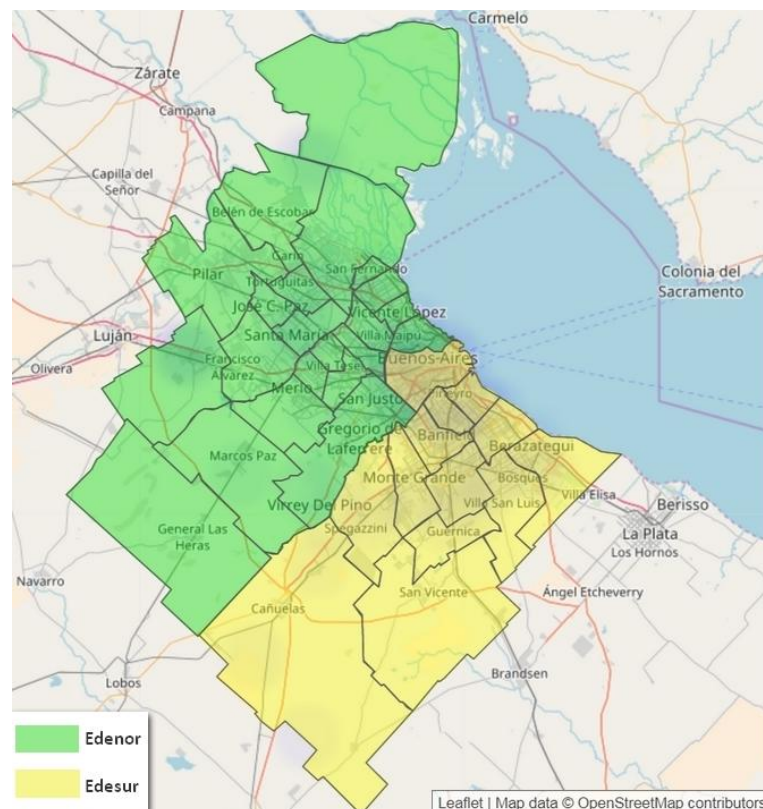


Figura 57: Distribución de empresas prestadoras en el Área Metropolitana de la Provincia de Buenos Aires. Fuente: ENRE (Ente Nacional Regulador de la Electricidad), Año 2018.



Cabe destacar que el plazo total del Proyecto PPP es de 10 años, estimándose un plazo de ejecución de Obras Principales de 1 año. Actualmente, existen 5 municipios que han manifestado interés en esta forma de contratación mediante una carta de intención de suscripción, siendo éstos los municipios de Quilmes, Tres de Febrero, Pilar, Tigre y General Rodríguez.

En segundo lugar, la estructura del Proyecto PPP se compone de las siguientes partes:

- Autoridad convocante: Ministerio de Energía y Minería de la Nación.
- Ente contratante: Ministerio de Energía y Minería de la Nación, a través de la Secretaría de Planeamiento Energético Estratégico. A su vez, se suscribirán convenios entre los distintos niveles de gobierno (Municipios/Provincia/Nación) de manera de establecer la participación y responsabilidades de cada uno.
- Contratista PPP: Será la **entidad ejecutante y financiera** del proyecto, habiendo sido adjudicados en el proceso licitatorio.

Posteriormente, durante la etapa de provisión del Servicio de Alumbrado Público, el retorno generado permite que el Contratista PPP pueda obtener el repago de la inversión comprometida, con niveles de rentabilidad acordes con el mercado, y teniendo en cuenta la ecuación costo-beneficio y costo de oportunidad del inversor. En el proyecto se plantea el siguiente procedimiento para la transferencia de fondos.

- Gestión de cobro de la Contribución Única Municipal y de la Tasa de Alumbrado Público por parte de la distribuidora.
- Compensación de consumos y recaudación por parte de la distribuidora. El consumo de energía eléctrica en Alumbrado Público facturado será menor para las zonas abarcadas por el Proyecto PPP, por la disminución de potencia asociada a la instalación de luminarias LED.
- Retención de fondos comprometidos para el pago de la cuota al Contratista PPP, y depósito de los mismos en un fideicomiso de garantía. El mismo pagará al Contratista PPP el monto correspondiente al período según el Contrato PPP.
- **Transferencia desde la distribuidora al Municipio de la recaudación neta (después del cobro de la energía y la retención de los fondos comprometidos para el pago al Contratista PPP).**

En síntesis, el “Proyecto de Participación Público-Privada en el Alumbrado Público-Etapa 1” se presenta como una prueba piloto para observar los primeros resultados,

beneficios y problemáticas resultantes de esta metodología de contratación, la cual buscará ser expandida y promovida al resto del territorio nacional. La suscripción a dicho proyecto no es obligatoria, por lo tanto, el mismo representa una herramienta de financiamiento para la ejecución del recambio de luminarias en el alumbrado público.

Toda la documentación referida a la Ley N° 27.328, como así también el cuerpo principal del Proyecto PPP, se encuentran en el anexo 8.4.2. *Documentación de Participación Público-Privada (PPP)*.

2.5.2.3. Leasing con una entidad bancaria

El “Leasing” o “Arriendo financiero” es una forma de financiamiento para la adquisición de bienes de alto costo, tal como un conjunto de luminarias para el proceso de recambio. En el leasing, las partes que realizan el contrato de arrendamiento son el arrendador y el arrendatario. El primero es quien cede el derecho de utilizar un determinado bien por un período de tiempo al arrendatario, mientras que este último se compromete a pagar por la cesión de ese derecho de uso, una suma de dinero periódica establecida con anterioridad. La relación entre los actores descriptos se representa con claridad en la siguiente figura.



Figura 58: Relación entre Arrendador y Arrendatario. Fuente: *Debitoor (Diccionario Financiero)*, Año 2018.

Para el caso particular del recambio de luminarias para alumbrado público, existen contratos de leasing entre entidades bancarias y municipios interesados. En la actualidad, el Banco Provincia posee el denominado “Provincia Leasing”, mediante el cual se han concretado más de 30 acuerdos con municipios de la Provincia de Buenos Aires⁸. Además

⁸ Provincia Leasing ha realizado acuerdos con municipios del AMBA. Se destacan José C. Paz, Zárate, General Belgrano, San Isidro, entre otros.



de las luminarias, existe la posibilidad de incorporar al contrato la compra de móviles y herramientas para la tarea de recambio.

Otro banco que ofrece contratos de leasing para la incorporación de luminarias LED es el Banco Nación. Mediante su empresa “Nación Leasing” ofrece alternativas de financiamiento para la situación particular de cada municipio.

Un aspecto a tener en cuenta es que el banco selecciona al proveedor de la luminaria a adquirir, en base a los precios y costos que se ajusten a su conveniencia. Esto hecho puede generar discrepancia con los intereses y gustos propios del municipio en cuestión.

2.5.2.4. Financiamiento con fondos propios

La última alternativa de financiamiento es, en la práctica, la manera más difundida de financiamiento de obras por parte de un ente estatal. En este caso, la provincia y/o municipio adquiere los artefactos con fondos propios, sin ningún tipo de ayuda financiera externa. En general, el precio, la entrega y otras cuestiones de la compra, son gestionadas directamente con el proveedor. Por ejemplo, en el año 2018 el Municipio de Belén de Escobar realizó la compra de aproximadamente 4 mil luminarias bajo este régimen, destacándose el congelamiento del precio en una economía fluctuante e inestable como lo es en la Argentina. A su vez, cada compra de luminarias está regulada por el “**Decreto 1023/2001: Reglamento de contrataciones de la Administración Nacional**” (adjuntado en el anexo 8.4.3. *Decreto 1023/2001*).

Esta forma tradicional de financiamiento sigue siendo utilizada en la actualidad, aunque frente a la aparición de las PPP se espera una importante disminución en su uso.

2.5.3. Recupero de la inversión inicial

El recupero de la inversión inicial es uno de los aspectos más relevantes en el estudio económico-financiero. Consiste en la determinación de los plazos de recupero de la inversión realizada en la compra de luminarias LED para alumbrado público.

Para ello, en primer lugar, se considerarán el valor (ver las cotizaciones⁹ en el anexo 8.3. *Estudio Comercial*, según cada proveedor) y consumo de cada una de las luminarias LED calificadas para uso en avenidas, según el apartado 2.4. *Estudio comercial*.

⁹ Cotizaciones de proveedores al mes de Agosto del año 2018.



LUMINARIAS LED PARA USO EN AVENIDAS							
Proveedor	Modelo		Potencia [Watts]	Flujo luminoso [lm]	Eficiencia [lm/w]	Vida útil [hs]	Precio [U\$S]
FACOEL	FVL	FVL 10400	256.8	23500	92	70000	
IEP	LXF	NATH LXF 128	292	35000	120	60000	863
		NATH LXF 128	250	30000	120	60000	797
		NATH LXF 80	233	28000	120	60000	713
		NATH LXF 80	217	26000	120	60000	745
		NATH LXF 64	200	24000	120	60000	538
MACH ELECTRONICS	LL-RM200-B1		200	23000	115	50000	333
	LL-RM240-B1		240	27600	115	50000	400
	LL-RM250-B1		250	28750	115	50000	417
	LL-RM300-B1		300	34500	115	50000	500
PHILIPS-SIGNIFY	Greenway	BEP L1	200	21300	107	100000	0
	Exceed	BRP373 L1 128	278	28630	103	100000	945
		BRP373 L1 160	309.6	33617	109	100000	1080
	RoadFlair	BRP394 LED361	320	36100	113	100000	725
	Xceed-Ve	BRP373	229.5	23058	100	100000	522
		BRP373	272.5	28965	106	100000	810

Figura 59: Tabla con precios de luminarias LED para uso en avenidas. Fuente: Elaboración propia, Año 2018.

En segundo lugar, deben contemplarse factores tales como: costos de consumo energético, costos de mantenimiento y recambio, tanto para luminarias LED como para las de Vapor de Sodio de Alta Presión. Por un lado, tal como fue mencionado anteriormente, la luminaria LED tiene un costo de mantenimiento anual nulo a lo largo de su vida útil y posee un costo de consumo energético por año (propio de su funcionamiento y potencia) y un costo de instalación, el cual se da por única vez al momento del reemplazo del artefacto de Vapor de Sodio de Alta Presión. Por otra parte, cabe destacar que ésta última tiene un costo por consumo energético anual y un costo de mantenimiento periódico, el cual consiste en la compra de un nuevo equipo, la cantidad de veces que sea necesario para igualar la vida útil de una luminaria LED.

En tercer lugar, se determinará el ahorro anual que se obtiene al reemplazar una luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión por una con tecnología LED. El mismo se obtendrá haciendo la diferencia entre el Costo Anualizado Total (CAT) de ambos dispositivos.

Finalmente, se calculará el plazo de recupero de inversión (en años) mediante la relación entre la inversión inicial de la luminaria LED y el consecuente ahorro.



Teniendo en cuenta los datos de la luminaria LED elegida del proveedor PHILIPS-SIGNIFY y siguiendo el ejemplo presentado, se determinó el tiempo de recupero de la inversión de la misma. Conociendo el precio de la luminaria LED y el valor del ahorro anual, se llegó al siguiente plazo de recupero de inversión.

Tipo de luminaria	Modelo	Potencia [W]	Precio de luminaria LED [U\$S]	Ahorro anual [U\$S/año]	Plazo de recupero de inversión [años]
Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular	SON-T	400	675,00	92,53	7,30
LED	RoadFlair BRP394 LED312/NW	260			

Figura 60: Plazo de recupero de inversión para luminaria LED. Fuente: Elaboración propia, Año: 2018.

En conclusión, para este caso en particular, el tiempo de recupero de la inversión sería de 7,30 años, lo que representa aproximadamente un tercio de la vida útil de la luminaria. Dicho plazo resulta un tanto elevado debido a que la luminaria considerada es una de las de mayor costo de inversión inicial, dentro de los artefactos calificados. Cabe mencionar que, en el caso de haber utilizado una luminaria de menor costo, y con prestaciones similares, el plazo de recupero de inversión habría sido mucho menor (de 2 a 3 años).

Por otro lado, el comitente deberá evaluar las diferentes ventajas y desventajas de cada una de las formas de financiamiento, en los siguientes aspectos:

- Porcentaje del monto de la inversión inicial que puede ser financiado con capital externo.
- Los diferentes intereses por pagar.
- La cantidad y monto de las diferentes cuotas a abonar.
- Tipos de proveedores aprobados según la forma de financiamiento.
- Cantidad máxima de luminarias a adquirir según la alternativa al financiamiento.
- Plazo del crédito financiero (duración del contrato adoptado).



Cabe mencionar que, en el presente estudio económico-financiero, no fueron incluidos los costos de financiamiento por cuestiones de simplicidad del cálculo, **los cuales bajo ningún punto de vista pueden ser descartados al momento de la elección de la alternativa al financiamiento.**



2.6. Contaminación Lumínica

El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) ha adoptado diversas definiciones sobre la contaminación lumínica. Entre las diferentes leyes y organismos españoles, se destaca la del Departamento de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Barcelona que *“entiende por Contaminación Lumínica a la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones y/o rangos espectrales donde no es necesario para la realización de las actividades previstas en la zona alumbrada”*. En otras palabras, significa que cuando se está iluminando sectores, los cuales no son objetivo de dicha iluminación emitida, entonces esas zonas están sufriendo una contaminación lumínica.

Lo importante de este aspecto perjudicial es que no solamente afecta a espacios inertes, como ser el cielo, los frentes de los vecinos, entre otros; sino, que la contaminación lumínica es padecida también por las personas y los animales nocturnos. El exceso de iluminación genera:

- Alteración en el descanso de la población, lo que produce estrés para los seres humanos.
- Deslumbramientos al transitar por los corredores viales.
- Contaminación Lumínica, que provoca la alteración de las poblaciones de insectos y el funcionamiento de los ecosistemas nocturnos, junto con diferentes cambios culturales.
- Consumo excesivo de recursos energéticos, traducidos en mayor liberación de CO₂ a la atmósfera y su consecuente aumento del efecto invernadero, lo que contribuye al cambio climático y ocasionan la pérdida de biodiversidad y la modificación de las floraciones de los vegetales.

Explicitadas todas las consecuencias, las formas de manifestación de la contaminación lumínica son el resplandor, la intrusión y el encandilamiento.

La primera está relacionada con la falta de apantallamiento de las luminarias públicas, lo cual produce que la iluminación se proyecta también en dirección hacia arriba, y la visibilidad de las estrellas (por ejemplo) se vea impedida.

Con respecto a la intrusión, es referida a aquella luz artificial exterior que se difunde en todas direcciones e ingresa a las viviendas sin desearlo.



Por último, el encandilamiento está asociado con la iluminación directa y sorpresiva en los ojos, emitida por la luz de los vehículos y algunas señales de tránsito y/o carteles de publicidad.

Iluminar mediante luminarias ineficientes

Otro factor asociado es la utilización de luminarias cuyas características básicas de diseño y especialmente constructivas, no cumplen con las mínimas normativas técnicas, y por ende representarán una iluminación absolutamente deficiente a la hora de entrar en prácticas reales. Lo cual diferirá de lo que eventualmente “estaba proyectado”. Se menciona “eventualmente” partiendo de la premisa que el proyecto estaba correcto. Si a esto se le suma un proyecto deficiente o con algunas falencias, más la deficiencia propia de los artefactos y/o luminarias, más la eventual mala calidad de lámparas y equipos auxiliares utilizados (que en estos casos seguramente será así), se obtendrá una pésima iluminación, que irá en detrimento de las fortalezas buscadas originalmente.

Es obvio que, si la calidad de los artefactos es regular o mala, la calidad de las lámparas y equipos probablemente también lo sea, y si no lo fuera, el mal diseño del equipo se ocupará de deteriorar las lámparas y equipos auxiliares (entrada de agua, excesivo calentamiento a causa de la mala disipación del calor propio emitido por dichos elementos, etc.), y con el agregado adicional de la mala iluminación, mala distribución de la luz en el campo visual, entre otros.

Iluminación sustentable

La iluminación sustentable es posible, y debe serlo. El mundo apunta al desarrollo sustentable en todos los ámbitos, y la contaminación lumínica colabora a que esto no se pueda alcanzar.

Para ello, no basta conformarse con una mirada reflexiva, sino quienes tienen la responsabilidad no sólo como ciudadanos del planeta, sino como profesionales preparados para realizar proyectos cada vez más ecológicos, más sustentables, y que no dañen en lo absoluto el medio ambiente, deben encararlos con entusiasmo, ética y severa responsabilidad, y en muchos casos dejar de lado el mísero factor económico. Éste incide negativamente en los plazos de obra, e induce a tomar y asumir mayores riesgos en las obras, riesgo que pone en peligro la vida de las personas que las realizan y lo que es aún peor, la vida de las personas que en el futuro las utilizarán.



Una mala iluminación, no conveniente, deficiente, inadecuada, implicará que tarde o temprano las personas que la utilizan tengan problemas de salud, y a largo plazo, se verán manifestados en el deterioro de la calidad de vida de la gente.

En consecuencia, este tema que aparenta ser de alto riesgo y lo es, debe abordarse y resolverse correctamente.

No se trata de apagar la luz y vivir a oscuras como en la edad de piedra, simplemente se trata de aprovecharla en toda su dimensión, pero correctamente, esto es:

- Utilizar y/o contratar profesionales altamente capacitados para el desarrollo de proyectos sustentables, que dispongan de los conocimientos necesarios, adecuados y actualizados, puesto que la tecnología actual cambia segundo a segundo y requiere de una importante dosis de adaptación y actualización permanente.
- Descartar el empleo de equipos no homologados o de deficiente calidad.
- Analizar la utilización de equipamiento moderno, económico y sustentable.



2.7. Reciclaje y reutilización de luminarias

En el recambio de luminarias de tecnologías tradicionales por las de tecnología LED, surge la necesidad de reutilizar o disponer los artefactos y lámparas removidos. Entonces se ocasiona el inconveniente de qué, cómo y dónde realizar estos procesos.

En Argentina, el sistema político y legal para el medio ambiente no está unificado y la red compleja de normativas no cuenta con una coherencia sistemática, impidiendo una estructura dinámica para el accionar de la gestión ambiental. En materia de residuos peligrosos, así como sucede en la gestión de residuos en general, es necesario establecer prioridades. Los instrumentos legales existentes plantean un marco heterogéneo y complejo para la gestión adecuada de lámparas con contenido de mercurio como residuo peligroso, por lo que en este contexto se torna de singular importancia el empleo de medidas de acción específicas que ayuden a la correcta implementación de un sistema integral de gestión de estos residuos en la práctica. En la toma de decisiones no se contempla la jerarquía en la gestión integral de residuos peligrosos y las decisiones para gestionarlos son improvisadas, mayoritariamente luego de haber percibido los efectos e impactos ocasionados.

Las lámparas de descarga poseen cierto contenido de mercurio, como se puede apreciar en la Figura 7 del apartado 2.2.3. *Comparativa de tipos de lámparas*. Este conjunto de lámparas debe ser abordado como una corriente unificada de residuos a la hora de realizar la gestión. Se torna necesario tomar acciones para que el residuo peligroso, reciba el mismo tratamiento y disposición. La unificación de la corriente de lámparas con contenido de mercurio como residuo peligroso a escala nacional facilitará la organización y la gestión integral en cumplimiento con metas ambientales en la toma de decisiones.

Para una efectiva implementación de aprovechamiento y valorización de residuos es necesario que se desarrolle una estructura de oferta y demanda donde puedan reinsertarse los materiales reciclados de las lámparas como residuo. Mientras tanto, será prioritario que al menos se plantee una recolección diferenciada de los residuos y disposición final teniendo en cuenta las características de peligrosidad y los potenciales impactos que puedan generar en el medioambiente y en la salud pública. La implementación de estos lineamientos a un plan de gestión puede ser total, parcial o puntualmente, considerando que existen limitaciones administrativas, técnicas, tecnológicas, sociales y culturales. Sin embargo, esta propuesta se fundamenta en la necesidad de establecer prioridades ambientales para el desarrollo sustentable, teniendo en cuenta la red compleja y complicada de interrelaciones en el abordaje de esta temática.



Todos los agentes que intervienen en el ciclo de vida de las lámparas y luminarias tienen la responsabilidad medioambiental de reducir la huella de carbono. Por ende, los proyectos de sustitución del alumbrado público por sistemas más eficientes de iluminación deben ser acompañados de una adecuada gestión integral de los residuos generados, para que el proceso sea sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

Por su parte, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) ha desarrollado una Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos en donde detallan unas ciertas recomendaciones y lineamientos a tener en cuenta en la manipulación de las lámparas de descarga, y su consecuente reciclaje.

Estas lámparas poseen características específicas, tales como un cierto contenido de sustancias tóxicas por cada una de ellas; una fragilidad importante con un peso reducido y un volumen y forma considerable, lo que hace dificultoso el almacenamiento, transporte y manipulación; una posibilidad de reutilización si aún no han llegado al fin de su vida útil, y de ser así, el reciclaje de los diferentes materiales componentes.

Respecto a dichos materiales, uno de ellos es el mercurio. El mercurio es el único metal líquido que existe en la naturaleza y en las lámparas se presenta en fase de vapor. De romperse el cristal de las mismas, se libera al medio ambiente y puede llegar a ocasionar graves problemas en los seres humanos, afectando a órganos vitales como los riñones, el hígado, el estómago, los intestinos, los pulmones y el sistema nervioso.

Para la gestión de las luminarias con lámparas de descarga, es importante que la Dirección o Secretaría de Medio Ambiente de la entidad pública que realice el recambio, tenga en cuenta los siguientes aspectos para llevar a cabo un **reciclaje** comprometido:

- Recuperar el mercurio con máquinas modulares, que trituran las ampollas de las lámparas y empaican los residuos en contenedores especiales para su posterior procesamiento o reciclado.
- Separar los componentes de las luminarias en vidrio, plástico, cobre, aluminio y hierro; y de las lámparas en vidrio, metal, plástico y mercurio (que una vez destilado, se lo considera como puro).
- Destinar correctamente los materiales recuperados para que sean reutilizados.

Cabe destacar que el sistema de gestión es muy complejo, y será necesario evaluar la viabilidad del reciclaje, considerando las condiciones locales de cada ámbito, los costos involucrados como también sus riesgos y beneficios, la tecnología disponible y la aceptación pública.



Sin embargo, poco a poco es posible y mediante este proceso se ahorra en materias primas y consumo de energía necesario para transformarlas, reduciendo las emisiones de CO₂ y contribuyendo a la preservación del medio ambiente.

Por otro lado, en relación a la **reutilización** de luminarias, algunos municipios, como el de Belén de Escobar, ponen en condiciones aquellas removidas que tienen lámparas de sodio. Una vez acondicionadas, las colocan en nuevos puntos de luz que antes no existían, o las dejan disponibles para futuros reemplazos necesarios. **Esto representa un gran beneficio social para la comunidad, ya que se incorporan nuevos usuarios al alumbrado público, mejorando su calidad.**

En el caso de que las luminarias no se puedan reutilizar, hoy en día los municipios contratan determinadas empresas encargadas de la disposición final de las mismas.



3. Metodología para el recambio de luminarias

Para el planteo de una metodología factible para el recambio de luminarias en el alumbrado público, se tuvo en consideración la experiencia de algunos municipios de la zona norte del Gran Buenos Aires, tales como Escobar, Malvinas Argentinas y Tigre.

En referencia al primero, cabe señalar que a mediados del año 2015 presentaba un elevado deterioro en su parque de luminarias, ya que sólo el 25% de los artefactos para alumbrado público estaba en funcionamiento (sumado al hecho de que las columnas eran postes de madera, por lo que se utilizaba un brazo artesanal para generar el acople poste-artefacto). Con este panorama inicial, se dio inicio a una política de reparación y recambio de los artefactos, aunque recién a fines del año 2017 se colocaron los primeros dispositivos de iluminación con tecnología LED en la denominada primera etapa de reconversión. Durante la misma, se renovó el 15% de luminarias del parque, teniendo como enfoque: las principales vías de comunicación (avenidas principales, accesos, recorridos de autobuses, etc.) y puntos particulares de interés (escuelas, plazas). Se optó por colocar luminarias LED por una cuestión innovadora e inercia del mercado, sin considerar una visión técnica del problema y de su solución. No obstante, los resultados obtenidos al momento indican una fuerte mejora en la iluminación de los espacios públicos, con muy buena recepción por parte de los habitantes del municipio, algo destacable teniendo en cuenta la inexistencia de un estudio técnico previo del entorno. Por último, se destaca que el municipio no tomó como ejemplo director a ningún otro municipio en particular (en el que se haya realizado el recambio).

Con respecto al de Malvinas Argentinas, cabe mencionar que éste también dio inicio a la reconversión del alumbrado público. El municipio presenta un parque de luminarias en buen estado (el último censo de EDENOR registrado en 2016 dio a conocer que el partido se encuentra iluminado casi en su totalidad). Los artefactos a colocar y los recientemente colocados fueron destinados a aquellas avenidas o calles pavimentadas, utilizando tecnología LED (se priorizó la estética antes que el análisis técnico y económico). Actualmente, no existe una política o metodología a seguir por parte de las autoridades, lo que lleva a pensar que los futuros recambios no van a seguir ningún ordenamiento lógico, sino que se van a traducir en renovaciones aisladas y distantes. El municipio se encuentra comprometido a cumplir lo establecido por la ley que regula las cuestiones medioambientales, así como también lo estipulado por el Plan de Alumbrado Eficiente, hecho que promete e incentiva a comenzar a utilizar procesos lógicos y racionales al momento de afrontar la reconversión.



Por último, en cuanto al Municipio de Tigre, cabe destacar la elaboración de un proyecto piloto para el recambio de 5000 luminarias a comienzos del año 2017. Dicho plan de recambio, se centró la atención en las principales avenidas del partido, tales como la Avenida Cazón, Avenida Italia, etc. Lamentablemente, los costos de la reconversión en ese entonces, y la falta de experiencia previa (en materia de la implementación del reemplazo de luminarias), hicieron que la renovación resultara poco viable. Actualmente, la situación es diferente ya que se ha colocado una pequeña cantidad de lámparas con tecnología LED en la Avenida Cazón, hecho que posibilitó que se haya sincerado el costo de kilowatt de alumbrado público de una forma más real, siendo posible solventar una parte del recambio.

El municipio manifestó la intención de continuar con el procedimiento de reconversión en las principales arterias, para luego pasar a cubrir la totalidad del parque de luminarias. Al momento de describir la identificación de la problemática que llevó a la necesidad del recambio, las autoridades aclararon que el objetivo principal era el ahorro energético, quedando la cuestión de la moda relegada a un segundo plano.

En el municipio en cuestión, se destaca la realización de la investigación técnica previa para la implementación del plan de recambio, siendo el espectro de colores y los lúmenes generados un aspecto primordial a analizar (lo cual no se dió en ninguno de los municipios estudiados anteriormente). Por otro lado, la financiación fue mediante el leasing del Banco Provincia, quien da crédito para la financiación de la reconversión. Este mecanismo consiste en: ir con un bien que se quiere comprar para el municipio (vehículo, máquina, luces, entre otros), el banco se encarga de comprarlo al proveedor que el municipio elige, siempre y cuando el precio del bien se encuentre dentro del precio del mercado, luego se lo entrega al municipio y éste lo coloca.

Esto se financia en 36 meses, la forma de hacerlo consiste en que el municipio al momento de comprar el bien, lo divide en 36 cuotas con un interés (establecido por el banco en conjunto con la parte de hacienda del municipio). Lo que sirve de garantía al municipio es que, al colocar las luminarias, el consumo se reduce. Entonces, el ahorro que se obtiene se destina a una cuenta para pagar otras necesidades, como el leasing.

Metodología:

A partir de haber conocido la experiencia de los municipios, se extrajo un procedimiento de la posible metodología de recambio de alumbrado público, estableciendo prioridades de uso.

Al municipio que desee realizar una reconversión de las luminarias del alumbrado público, se propone considerar los pasos de la metodología que se listan a continuación:



1. Conocer la necesidad del municipio: Esto implica comprender causas que motivan el cambio y si las razones son las suficientes para implementarlo. En esta instancia, se establecen los lineamientos futuros para la correcta implementación del recambio.

2. Definición del alcance y orden de prioridades: Se determinarán los corredores viales a intervenir y la prioridad zonal del recambio, según las necesidades de iluminación preponderantes en cada traza del municipio en cuestión.

3. Relevamiento de la situación actual y contexto: Se analizará el entorno de aplicación. Para ello, se deberá conocer el tipo y estado de las luminarias instaladas, características de la sociedad y zonificaciones, tipo de pavimento de la vía o acceso, presencia de flora y fauna, entre otros factores. Serán de utilidad la construcción de mapas conceptuales que simplifiquen las diferentes situaciones relevadas.

4. Estudio de impacto ambiental: Se realizará un estudio de impacto ambiental.

5. Evaluación legal: Se analizarán legislaciones referidas al recambio de luminarias en el alumbrado público, relacionadas con:

- El comitente
- El fabricante.
- El proyecto de recambio.
- Las tareas de operación.
- El cuidado medioambiental.

6. Evaluación técnica: Se estudiarán parámetros técnicos, que servirán para caracterizar y comparar las luminarias, tales como los que se mencionan a continuación (que están definidos en el anexo 8.1. *Estudio técnico*):

- Vida útil de la luminaria.
- Grado de protección grupo óptico IP.
- Índice de reproducción cromático.
- Eficiencia de la luminaria (lm/w).
- Temperatura de Color del LED utilizado.
- Flujo lumínico mínimo.
- Tensión de alimentación eléctrica.
- Factor de potencia.
- Frecuencia.
- Nivel inicial L_{med} (cd/m^2).
- U_0



- U_L
- TI (%).
- G.
- Nivel inicial promedio E_{med} (LX).
- $G1 E_{min}/E_{med}$.
- $G2 E_{min}/E_{max}$.
- Grado mínimo de apantallamiento.

7. Evaluación comercial: Se compararán los proveedores de luminarias LED presentes en el mercado, que cumplan con todos los requerimientos mínimos técnicos y legales exigidos en cada uno de sus artefactos ofrecidos.

8. Evaluación económico-financiera: Se estudiarán factores económicos y opciones de financiamiento que servirán para caracterizar y comparar las luminarias, tales como:

- Tasa de alumbrado público.
- Contribución única municipal.
- Ahorro por menor consumo.
- Ahorro por mantenimiento.
- Costo de reemplazo de luminaria tradicional a lo largo de su vida útil.
- Gasto de energía consumida.
- Adquisición de luminarias LED.
- Colocación de luminarias LED.
- Costo de financiación según la alternativa de financiamiento adoptada.
- Plazo de recupero de la inversión.

9. Elección de luminarias LED: Luego de llevar a cabo las evaluaciones, se elegirá la solución que mejor cumpla las mismas, acorde a las necesidades y preferencias del municipio.

10. Determinación de la reutilización, reciclado o disposición final de lo reemplazado: En esta instancia, se dispondrá si se reutiliza, recicla o desecha lo que se ha cambiado acorde a las políticas del municipio. Esto último constituye el cierre del ciclo del recambio.

11. Consideración de recomendaciones y adopción de necesarias: Finalmente, el comitente podrá adoptar las recomendaciones del presente estudio que considere pertinentes.



Es importante destacar y aclarar que la aplicación de la metodología requiere un **análisis iterativo en conjunto** de todos los puntos previamente mencionados, y en continuo diálogo con el comitente del proyecto.



4. Recomendaciones

A modo de cierre del proyecto, se propone una serie de recomendaciones que debería seguir cualquier municipio que desee implementar adecuadamente la reconversión de tecnología de luminarias.

4.1. Medioambientales

1. Realizar el Estudio de Impacto Ambiental, que es un documento en el que se detalla, con informes técnicos, investigaciones, etc., el alcance que un determinado proyecto tiene sobre el medio ambiente.

Se sugiere que este estudio se lleve a cabo antes de realizar el proyecto, ya que sería lo más adecuado, para cuantificar el alcance exacto del impacto ambiental y poder tomar medidas para su control (acciones de mitigación).

2. En lo posible, se buscará obtener la mayor reutilización de luminarias para el alumbrado público. Para ello, se llevarán las luminarias que se hayan cambiado a sitios apropiados, tales como talleres o depósitos, donde se puedan extraer los materiales a reutilizar o poner a las luminarias en condiciones aptas para nuevamente ser usadas en el alumbrado público (en zonas que se encuentren en penumbras).
3. La poda y destronque debe ser autorizada y supervisada por la Dirección o Secretaría de Medio Ambiente del Municipio en cuestión. La misma debe confeccionar un plan de acción que incluya una metodología para la poda y destronque que sea necesaria en los corredores viales. A su vez, en aquellos casos que se lo considere pertinente, se destinarán espacios públicos específicos para la replantación de vegetación arbórea y ornamental.
4. Respetar las medidas recomendables para el uso de luminarias LED en el alumbrado público de los corredores viales, explicitadas en el apartado 2.2.5. *Comentarios acerca de la utilización de la tecnología LED*, con el fin de iluminar sustentablemente y no colaborar con la contaminación lumínica.

4.2. De Seguridad Vial

1. En los corredores viales que se vean afectados, debe existir una planificación y coordinación del tránsito por parte de la Dirección o Secretaría de Seguridad Vial y Transporte de la Municipalidad correspondiente. También, se debe notificar



previamente mediante cartelería a las personas involucradas, tanto residentes linderos como usuarios de tránsito.

2. Confeccionar planos de relevamiento de la situación de las luminarias del alumbrado público, para informar a los ciudadanos (preferentemente los habitantes del Municipio en cuestión) sobre el estado actual del recambio. Hacerlo de forma periódica, como mínimo, dos veces por año.

4.3. Técnicas Operativas

- o Se recomienda contar con el asesoramiento técnico competente que permita:
 - a) Diagnosticar y auditar el estado de la instalación existente.
 - b) Definir objetivamente el sector más apropiado de luminarias a recambiar y la tecnología más adecuada a implantar, en función de: el tipo de instalación actual y su entorno, la capacidad de gestión e inversión del municipio, la posibilidad de acceder a ayuda económica.
 - c) Diseñar y verificar la correcta ejecución de la reconversión de luminarias.
 - d) Garantizar el cumplimiento de la normativa vigente.
 - e) Exigir al fabricante de luminarias los certificados necesarios.
 - f) Se deben anteponer las cuestiones relativas a la seguridad frente al resto, en especial en instalaciones antiguas. Cuando se plantea un recambio no hay que olvidar analizar el estado del resto de la instalación (puestas a tierra, protecciones, soportes, cableados, etc.).
 - g) Se aconseja emplear la luz blanca en aquellas zonas que así lo exijan por reproducción cromática (espacios deportivos, ornamentales, comerciales, etc.) pero no fomentar su uso con carácter general y en especial en lugares de mayor sensibilidad a la componente azul (espacios naturales, observatorios, zonas protegidas, etc.).
 - h) En toda instalación de alumbrado público es preceptivo exigir al fabricante toda la documentación que certifique el cumplimiento de normas de su material.
 - i) En toda instalación de alumbrado público, sea un recambio de luminaria o una nueva ejecución, es preceptivo exigir al instalador de la misma la realización de una verificación final previa a la puesta en marcha y la emisión de un certificado de la instalación. Además, será necesario la inspección de un organismo de control autorizado.



- j) Toda instalación de alumbrado público requiere de la existencia de un mantenimiento posterior, correctivo y preventivo, eficaz y con los recursos suficientes que garanticen la eficiencia y la funcionalidad permanentemente.
- o En determinados puntos, donde la altura del poste se considere fuera de los valores normales y alcance los 7 m u 8 m, se recomienda modificar la altura para lograr un mejor aprovechamiento de la luz.
- o En el caso que no se logren cumplir los requerimientos mínimos con ninguna luminaria con la configuración de postes instalada, se deberá proyectar una modificación de la configuración, como puede ser el caso de achicar la distancia entre postes.
- o Verificar la puesta a tierra y el cableado de cada columna de iluminación, y acondicionarlos de ser necesario.

4.4. Administrativas

1. Previo a la implementación del proyecto, se realizará una evaluación por una agencia calificadora del impacto que el mismo tendría en las finanzas municipales. Se determinarán las garantías que el Municipio está dispuesto a ofrecer desde el punto de vista económico y político (rubros), para que el proyecto sea viable.
2. Se llamará a licitación a aquellas empresas que estén dispuestas a realizar el recambio de tecnología de luminarias de alumbrado público y se relacionen con los proveedores calificados. Los oferentes deberán presentar un plan de gestión de las luminarias a reemplazar, además de uno de control y mantenimiento de la instalación.

5. Aplicación del proyecto al Municipio de Malvinas Argentinas

5.1. Antecedentes de gestión previa

En este apartado, el proyecto académico del Análisis de Aplicación de Tecnología LED en el Alumbrado Público será localizado geográficamente en una ubicación determinada con el fin de ejemplificar lo estudiado y examinado, concretamente.

Debido a la facilidad de contacto con el Municipio de Malvinas Argentinas y a la buena predisposición de los profesionales del mismo, se decidió que la aplicación del proyecto sea analizada en el partido donde se encuentra dicho municipio.

El principal contacto en el Municipio ha sido el Ing. Roberto Caratozzolo Copes, Director General de Obras, junto con el Lic. Marcelo Baigorria, Director de Seguridad e Higiene y Proyectos Eléctricos, quienes han guiado, en función de sus necesidades, y acorde a nuestras inquietudes, a la realización del presente trabajo.

5.2. Características generales del partido

Malvinas Argentinas es uno de los 135 partidos de la provincia argentina de Buenos Aires. Se encuentra en la zona norte del Gran Buenos Aires, en el denominado Conurbano Bonaerense, 35 km. al noroeste de Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Su cabecera es la recientemente creada localidad de Malvinas Argentinas, aunque la misma suele ser confundida como parte de la ciudad de Los Polvorines, que rodea por completo a la pequeña localidad cabecera.

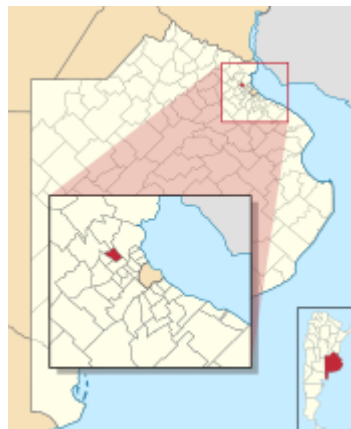


Figura 61: Ubicación de Malvinas Argentinas en Buenos Aires. *Fuente: UrbaSig, Año 2016.*

Limita con los partidos de San Miguel, José C. Paz, Tigre, Pilar y Escobar. Se extiende en 63 km² y cuenta con 322375 habitantes, resultando una densidad demográfica de 5117,1 hab/km², según el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas del Año 2010, realizado por el INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina).



Figura 62: Mapa del partido de Malvinas Argentinas, en Buenos Aires, Argentina. Fuente: Google Maps, Año 2018.

El partido está integrado por las localidades que se mencionan a continuación:

- Área de Promoción (El Triángulo).
- Grand Bourg.
- Ingeniero Adolfo Sourdeaux.
- Ingeniero Pablo Nogués.
- Los Polvorines.
- Malvinas Argentinas.
- Tortuguitas.
- Villa de Mayo.
- Tierras Altas.



5.3. Objetivo de la aplicación del proyecto

Utilizar la metodología para el recambio a tecnología LED en el alumbrado público, realizada en el apartado 3. *Metodología para el recambio de luminarias*, para su aplicación en los principales corredores viales del Partido de Malvinas Argentinas.

5.4. Necesidad del municipio

Acorde al apartado 1.3. *Diagnóstico del Problema*, se adopta la **carencia de un análisis teórico de tecnologías más eficientes, dentro de las cuales mundialmente se destaca el LED**, como la necesidad del municipio para la aplicación de esta tecnología al alumbrado público.

5.5. Alcance y prioridades

El proyecto se enmarcó en determinadas zonas del municipio, específicamente, en las principales vías de comunicación terrestre, tales como avenidas, calles importantes y accesos más comunes al partido; con una prioridad centrada en las zonas cercanas a estaciones del ferrocarril y paradas de colectivos, a pedido de los funcionarios municipales consultados.

Se estudió y analizó únicamente el alumbrado público, focalizando en cuestiones técnicas con ciertos límites a cumplir, como ser, ángulos de incidencia, flujo luminoso, iluminancia, entre otros parámetros. De esta manera, el criterio para definir la unidad de análisis se basó en el alcance de la iluminación que el alumbrado público brinda a los usuarios que transiten por la calzada de los corredores viales de relevancia hasta sus correspondientes veredas peatonales inclusive. Indirectamente, se consideraron los frentes de viviendas, edificios y locales de los mismos, y cabe destacar que el término usuarios hace referencia tanto a los residentes de Malvinas Argentinas, como a aquellas personas que visitan el partido.

Por lo tanto, el estudio de la aplicación de tecnología LED en el alumbrado público se desarrolló en los siguientes corredores viales:

- Ex Ruta Nacional N°202 (en la actualidad, es parte de la Ruta Provincial N°23).
- Ex Ruta Nacional N°197 (actualmente conocida como Avenida del Sesquicentenario).
- Ruta Nacional N°8.
- Avenida del Libertador General San Martín.



- Avenida Presidente Juan Domingo Perón (conecta Villa de Mayo y Los Polvorines).
- Calle Juan Francisco Seguí (vincula las estaciones de ferrocarriles de Grand Bourg, Tierras Altas y Tortuguitas).
- Calle Eva Perón (en Los Polvorines).
- Avenida Olivos.
- Avenida Constituyentes, Raúl Soldi, Directorio y Luis María Drago.

Estos trazados se pueden observar en el anexo 8.5. *Mapa de trazas analizadas*.

5.6. Descripción de corredores viales y sus contextos

Para el estudio del entorno se ha realizado un análisis en el que se han incluido las arterias mencionadas, la composición socioeconómica y la descripción de flora y fauna del área.

En el anexo 8.6. *Mapa de zonificación de Malvinas Argentinas*, se presenta con detalle la zonificación de todo el municipio, para apreciar la correspondiente a cada corredor vial.

5.6.1. Ex Ruta Nacional N°202

La Ruta Provincial N°23 (Ex Ruta Nacional N°202), está compuesta por dos carriles para cada sentido de circulación, y posee una densidad de tráfico importante, tanto de automóviles particulares como colectivos y camiones. En dirección hacia el Partido de San Miguel, se aprecia a la izquierda de la misma, el predio privado de Campo de Mayo perteneciente al Ejército Argentino. Desde el paso bajo nivel que divide el partido de Tigre del de Malvinas Argentinas hasta la primera curva que posee la traza, se observan árboles de gran magnitud, muy añejos y frondosos. Luego de dicha curva, desaparecen los árboles y se empiezan a ver construcciones militares hasta el cruce con la Ruta Nacional N°8.

Del lado de Malvinas Argentinas, la Ruta atraviesa el denominado “CP3b – Corredor Principal 3b”, el cual abarca a los tejidos de evolución que constituyen el eje limitante del partido con Campo de Mayo y su vinculación con los partidos vecinos, conformado por las parcelas frentistas a la Avenida General Lemos, con densidad media y diversidad de usos con imagen de Avenida Jardín, con edificios destinados a usos comerciales, de servicios, mixturados con residencia y usos productivos compatibles. En general, hay casas humildes, pequeños y medianos comercios, fábricas, depósitos, estaciones de servicio, hoteles, lotes baldíos y clubes deportivos a lo largo de toda la avenida desde el paso bajo nivel hasta la rotonda con la RN N°8.



Figura 63: Diferencias del entorno a ambos lados de la RP 23. Fuente: Google Maps, Año 2017.

5.6.2. Ex Ruta Nacional N°197

La Ex Ruta Nacional N°197, actualmente conocida como Avenida del Sesquicentenario, es muy transitada durante todo el año, produciendo fuertes estancamientos en las horas pico (7-8 hs. y 17-18 hs.). Es recorrida por varias líneas de colectivo, como 365, 391, 720, 303, 341, entre otras; y también por vehículos de diferentes tipos, tales como camiones de carga, camiones recolectores de basura, camionetas, autos, motocicletas y bicicletas (en menor medida), entre otros.

En cuanto a la sociedad, la misma se compone mayormente por gente de clase media-baja. Predominan las casas: de techos a dos aguas con tejas coloniales, con paredes revocadas, con 2 o más ventanas en el frente, de 1 y 2 pisos.

Por otra parte, se destaca que la Avenida del Sesquicentenario atraviesa zonas del tipo "CP2a – Corredor Principal 2a", la misma comprende los tejidos de evolución que constituyen el eje de acceso y de organización del territorio, conformado por las parcelas frentistas a la Avenida del Sesquicentenario que se propone como línea municipal continua, mayor densidad y contenedores comerciales con imagen de avenida urbana. Se pudo constatar que el área comercial es amplia, ya que hay diversos comercios destinados a la venta de indumentaria, alimentos, materiales de construcción, plantas y árboles, lotería, remedios, muebles y elementos del hogar, entre otros. Además, hay lugares para socializar y pasarla bien como canchas de fútbol, restaurantes y boliches.



Figura 64: Tránsito y comercios en la Avenida del Sesquicentenario, en Malvinas Argentinas, Bs. As. Fuente: Google Maps, Año 2017.

En relación a la flora del contexto, se resalta la presencia de abundantes árboles cuya altura no supera los 5-6 m. Y con respecto a la fauna, se contempló una gran presencia de perros y gatos callejeros, y aves con nidos en los árboles, pero no sobre los postes de luz.



Figura 65: Árboles en la Avenida del Sesquicentenario, en Malvinas Argentinas, Bs. As. Fuente: Google Maps, Año 2017.

5.6.3. Ruta Nacional N°8

La Ruta Nacional N°8, también conocida como Avenida Presidente Illia, está formada por dos carriles para cada sentido de circulación, y por la misma circulan variados vehículos, desde automóviles hasta autobuses, y camiones, de porte pequeño a grande. En menor proporción, es recorrida por bicicletas y motos.

Con respecto al aspecto social, resulta importante aclarar que las personas son de clase media-baja y que éstas residen en casas de 1 a 2 pisos, con cubiertas de tejas francesas en su mayoría, y con paredes revocadas con aberturas.

Por otra parte, la avenida atraviesa el llamado “CP3c – Corredor Principal 3c2 en el cual se desarrollan los tejidos de evolución que constituye uno de los ejes limitantes del partido y su vinculación con los partidos vecinos, conformado por las parcelas frentistas a la avenida Presidente Illia, entre General Lemos, y Lespada, con densidad media alta y diversidad de usos, con imagen de avenida urbana, con edificios destinados a los usos comerciales, de servicios, mixturados con residencia y usos productivos compatibles. Se observó que abundan: los comercios de alimentos, de ropa, de elementos de construcción, fábricas, lotes baldíos, estaciones de servicio, loterías, restaurantes, clubes de deporte, entre otros.

En cuanto a la flora de la ruta, se destaca la presencia de varios árboles cuya altura no supera los 6 m. Y con respecto a la fauna, se contempló una gran presencia de perros callejeros, y aves con nidos en los árboles, pero no sobre los postes de luz.



Figura 66: Tránsito en la RP 8. Fuente: Google Maps, Año 2017.

5.6.4. Avenida del Libertador General San Martín

Esta avenida de 2 carriles para ambos sentidos de circulación con una división central parecida a un cordón de vereda (sin llegar a ser un boulevard), divide transversalmente el partido de Tigre con el de Malvinas Argentinas, separando así los barrios de Don Torcuato e Ing. Sourdeaux respectivamente.

La Avenida del Libertador Gral. San Martín, hasta las inmediaciones de la Autopista Panamericana, atraviesa la zona “CP3a – Corredor Principal 3a”. La misma comprende los tejidos de evolución que constituyen los ejes limitantes del partido y su vinculación con los partidos vecinos, de carácter local conformado por las parcelas frentistas a las Avenidas Libertador San Martín, y el eje Directorio - Drago - Oliden - Provincia de Buenos Aires, con



densidad media y diversidad de usos, con imagen de Avenida urbana, con edificios destinados a los usos comerciales, de servicios, mixturados con residencia y usos productivos compatibles.

Llegando a la Ex Ruta Nacional N°197 y hasta el enlace con la colectora de la Autopista Panamericana, los alrededores de la avenida se van tornando más fabriles, las casas y los locales comerciales se pierden entre largos muros que resguardan barrios cerrados con frondosa vegetación, a un lado, y galpones industriales a otro. Esto se debe a que en dicho tramo, la avenida se desarrolla a través de la zona “I3 – Industrial 3”, la cual comprende los tejidos cuyo sentido predominante es el instrumento mixturado con el establecimiento residencial a partir de la radicación, de usos productivos, comerciales, de servicios, de almacenamiento de mercaderías, cuyo grado de molestia establecido sea compatible con el uso complementario residencial.

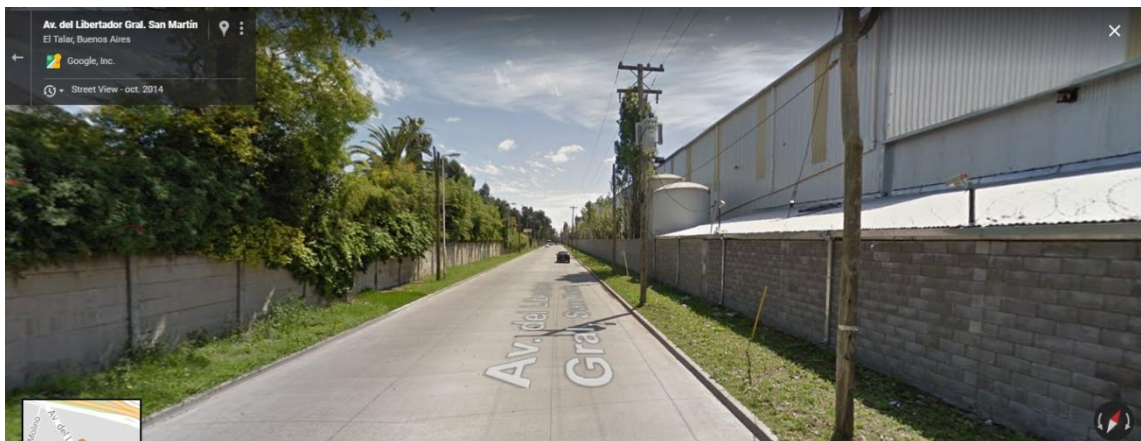


Figura 67: Entorno de la Av. Del Libertador Gral. San Martín entre la ex RN 197 y la colectora Panamericana. *Fuente: Google Maps, Año 2018.*

Finalmente, en un tramo muy corto, la avenida atraviesa una zona de barrio privado catalogada como “Distrito de Urbanización Especial”, la cual corresponde a los barrios San Carlos, Olivos Golf, Champagnat, con tejidos cuyo sentido predominante es la rentabilidad, con usos predominantes residenciales asentados sobre trazados orgánicos, configurando unidades de manzanas a partir de la sucesión de edificaciones de perímetro libre, con autorización de cierre a excepción del Champagnat.

5.6.5. Avenida Presidente Juan Domingo Perón

Esta avenida atraviesa transversalmente al partido, pasando por los barrios de Los Polvorines y Villa de Mayo, y sobre la misma se ubica el Palacio Municipal de Malvinas Argentinas.

La Avenida Juan Domingo Perón presenta altas tasas de tránsito vehicular en todo momento, debido a que constituye una importante vía de acceso al partido, vinculando la Ex Ruta Nacional N°202 con la Ex Ruta Nacional N°197. Al igual que en la calle Eva Perón, existe un gran tráfico de autobuses y camiones de transporte de mercaderías, y de vehículos de pequeño y mediano porte.

El contexto socio-económico se compone mayormente por sociedad de clase media y media-alta. Cabe destacar la presencia de abuelos en las zonas que tienen los centros de encuentro para jubilados y bancos para el cobro de los haberes jubilatorios. En cuanto a las características económicas es importante destacar que, a lo largo de su recorrido, la calle Juan Domingo Perón, según el código urbano del partido, atraviesa zonas categorizadas como "CP2b – Corredor Principal 2b". La misma comprende los tejidos de evolución que constituyen el eje de organización transversal del partido, vinculando los centros de localidad históricos, el área central y las estaciones ferroviarias. Conformado por las parcelas frentistas a las Avenidas Seguí Norte, Sur y Presidente Perón, caracterizado con un tejido de mayor densidad y localización de actividades mixtas, destinadas a los usos comerciales, de servicios, y residencia con imagen de Avenida urbana. Cabe aclarar que se trata de un sector puramente comercial, con establecimientos gastronómicos, venta de indumentaria de media y alta calidad, casino, etc.



Figura 68: Tránsito y comercios en la Avenida Juan Domingo Perón, en Malvinas Argentinas, Bs.

As. Fuente: Google Maps, Año 2017.

Por otro lado, la flora se parece mucho a la de la calle analizada anteriormente, aunque en este caso en particular existe un bulevar central destinado exclusivamente a la implantación de árboles tipo Ibirá Pitá. Con respecto a los animales, se observó una gran presencia de perros y gatos callejeros, y fue posible detectar aves con nidos en los árboles mencionados anteriormente pero no sobre los postes de luz.



Figura 69: Árboles en la Avenida Juan Domingo Perón, en Malvinas Argentinas, Bs. As. *Fuente: Google Maps, Año 2017.*



Figura 70: Palacio Municipal de Malvinas Argentinas, en Los Polvorines. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



5.6.6. Calle Juan Francisco Seguí

La calle Juan Francisco Seguí es una arteria importante dentro del partido, ya que conecta tres estaciones de ferrocarriles de la Línea Belgrano Norte (Grand Bourg, Tierras Altas y Tortuguitas). La misma presenta un elevado tráfico de autobuses y camiones de transporte de mercaderías, y de vehículos de pequeño y mediano porte.

En cuanto al aspecto social, en el relevamiento de trabajo de campo realizado se pudo apreciar que las personas son de clase media-baja y que viven en casas de 1 a 2 pisos, con poco mantenimiento.

En este caso en particular, es la única arteria analizada que se desarrolla en paralelo al recorrido del Ferrocarril Belgrano Norte. Atraviesa las zonas “CP2b – Corredor Principal 2b” (desarrollada en la Avenida Juan D. Perón), “UE5 – Uso Específico Espacio Verde Público” (comprende los espacios verdes públicos del partido cuyo sentido predominante es el esparcimiento, ocio y encuentro de la población) y “DUP – Reserva Distrito de Urbanización Prioritaria”, la cual abarca a todos aquellos tejidos de viviendas a los fines de su regularización dominial, parcelario, y edificatorio que revisten carácter social y en las que de otra forma existe la imposibilidad manifiesta de perfeccionar el derecho a la posesión y a la regularización urbana.

En base a lo expuesto anteriormente, se pudo constatar que a lo largo de la calle hay muchos comercios de alimentos y de ropa, lotes baldíos, estaciones de servicio, loterías, restaurantes, clubes de deporte, entre otros.

Con respecto a la flora, se destaca la presencia de varios árboles cuya altura no supera los 6 metros. Y en relación a la fauna, cabe señalar que se apreció una gran presencia de perros callejeros, y aves con nidos en los árboles, pero no sobre los postes de luz.



Figura 71: Tránsito en la Juan Francisco Seguí (en Estación de ferrocarriles Belgrano Norte, Grand Bourg). Fuente: Google Maps, Año 2017.

5.6.7. Calle Eva Perón (Ex Avenida Wilson)

Esta calle es de carácter importante dentro del partido, ya que conecta dos grandes arterias, como la Avenida Presidente Juan Domingo Perón y la Avenida del Libertador General San Martín. Como algunas otras ya mencionadas, también posee sectores con diferentes tipos de iluminación.

La calle Eva Perón presenta un elevado tránsito vehicular durante todo el año. Se observa la circulación constante de autobuses y camiones de transporte de mercaderías, vehículos de pequeño y mediano porte.

La zona que atraviesa la calle Eva Perón se encuentra catalogada como “Categoría R4 – Residencial Barrial”, la que comprende los tejidos en evolución cuyo sentido predominante es el establecimiento, en general residencial unifamiliar o multifamiliar, mixturado con usos comerciales, de servicio y productivos de pequeña escala y compatibles, configurando unidades de manzanas definidas por un anillo perimetral heterogéneo. La calle en estudio cuenta con diversos comercios a lo largo de toda su extensión, dedicados a la venta de alimentos, ropa, materiales para la construcción y lotería.

En el relevamiento de trabajo de campo se apreció que el contexto socio-económico se compone en su mayoría por personas de clase media-baja.



Figura 72: Tránsito y comercios en la calle Eva Perón, en Malvinas Argentinas, Bs. As. *Fuente: Google Maps, Año 2017.*

Con respecto a la flora del contexto, en tramos cortos (menores a 400 metros) se destaca la existencia de abundantes árboles cuya altura no supera los 6 m, las principales especies relevadas son: álamo, paraíso, pino y palo borracho, entre otras. En cuanto a la fauna, se observó una gran presencia de perros y gatos callejeros, fue posible detectar aves con nidos en los árboles mencionados anteriormente pero no sobre los postes de luz.



Figura 73: Distribución de árboles en la calle Eva Perón, en Malvinas Argentinas, Bs. As. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



5.6.8. Avenida Olivos

La Avenida Olivos, está formada por dos carriles para cada sentido de circulación, y por la misma circulan variados vehículos, desde automóviles hasta autobuses, y camiones, de porte pequeño a grande. Constituye una importante arteria vial para el municipio, ya que constituye un medio alternativo para acceder a la Autopista Panamericana.

Con respecto al aspecto socio-económico, se destaca el hecho de ser un corredor con alta disparidad de clases. Por un lado, atraviesa una serie de Barrios Privados, tales como el Olivos Golf Club y Los abedules, mientras que por el otro, se observa una importante densidad de asentamientos y viviendas de clase media-baja y baja.

Por otra parte, la avenida atraviesa una importante cantidad de diferentes tipos de zonificaciones según el CUMA (Código Urbano de Malvinas Argentinas). En primer lugar, el llamado "CS – Corredor secundario" en el cual se desarrollan los tejidos de evolución que conforma la trama secundaria del partido. Su evolución se prefigura en la concentración de los usos complementarios de los tejidos residenciales de su entorno vinculado con el flujo de tránsito vehicular y el transporte público de pasajeros. En segundo lugar, también se atraviesa la zona denominada "DUE1 – Distrito de Urbanización Especial 1". La misma comprende los barrios San Carlos, Olivos Golf, Champagnat, con tejidos cuyo sentido predominante es la rentabilidad, con usos predominantes residenciales asentados sobre trazados orgánicos, configurando unidades de manzanas a partir de la sucesión de edificaciones de perímetro libre, con autorización de cierre a excepción del Champagnat. Lo expuesto anteriormente se repite con el "Barrio Privado Los Abedules", categorizado dentro del llamado "DUE3 – Distrito de Urbanización Especial 3".

En tercer lugar, llegando al acceso a la Autopista Panamericana, la Avenida Olivos posee una importante densidad de emplazamientos industriales, esto se debe a que la zonificación del lugar se caracteriza como "I1 – Industrial 1". Dicha zona se compone por aquellos predios de superficies mayores a una hectárea que se hallan rodeados de tejidos consolidados o en vías de consolidación que aún no se han integrado a la trama urbana, terrenos baldíos, estaciones de servicio, loterías, restaurantes, clubes de deporte, entre otros.

En cuanto a la flora de la ruta, se destaca la presencia de varios árboles cuya altura no supera los 6 m. Y con respecto a la fauna, se contempló una gran presencia de perros callejeros, y aves con nidos en los árboles, pero no sobre los postes de luz.



Figura 74: Árboles robustos en Avenida Olivos, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*

5.6.9. Avenida de los Constituyentes

La Avenida de los Constituyentes representa el límite del Partido de Malvinas Argentinas con los Municipios vecinos de Pilar y Belén de Escobar. La misma se extiende desde la Ruta Nacional N°9 (Ramal Pilar) hasta la Avenida Pte. Illia (RN N°8), y a lo largo de dicha extensión, tiene diferentes nombres:

- Avenida de los Constituyentes.
- Directorio.
- Raúl Soldi.
- Luis María Drago.

El tramo Avenida de los Constituyentes se desarrolla desde la RN N°9 (Ramal Pilar) hasta la Calle Raúl Soldi. Está formada por un único carril para cada sentido de circulación, y por la misma circulan diversos tipos de vehículos, desde automóviles hasta autobuses, y camiones de porte pequeño a grande. Constituye una importante arteria vial para el municipio, ya que sirve de acceso a la RN N°9 (Ramal Pilar).

Con respecto al aspecto socio-económico del tramo en cuestión, se destaca el hecho de ser un corredor transitado por personas que no habitan en el lugar. Por un lado, en su punto inicial se encuentra emplazado el Tortugas Open Mall, que es uno de los shoppings más importantes del partido. A su vez, la zona tiene una gran densidad de plantas

industriales debido a que allí se encuentra al Parque Industrial de Tortuguitas, por lo que las personas circulan para desplazarse a municipios linderos o sectores cercanos del Partido de Malvinas Argentinas y para realizar sus tareas laborales en dicho parque. La zonificación del lugar, según el CUMA (Código Urbano de Malvinas Argentinas) es la "I2 - Industrial 2". La misma corresponde a espacios que comprenden los tejidos del Parque Industrial Tortuguitas, cuyo sentido predominante es el de instrumento, de usos productivos, de servicios, de almacenamiento de mercaderías y de cargas, tendiente a conformar áreas homogéneas autosuficientes a partir de instalaciones, infraestructuras y servicios específicos comunes, contemplando acciones de mitigación ambiental.

En cuanto a la flora de la avenida, se destaca la presencia de varios árboles con alturas superiores a la de los postes de alumbrado público, aunque los mismos no interfieren con el correcto funcionamiento de las luminarias. Por otro lado, no se pudo constatar la presencia de animales callejeros. Tampoco se observaron nidos de aves sobre los postes.

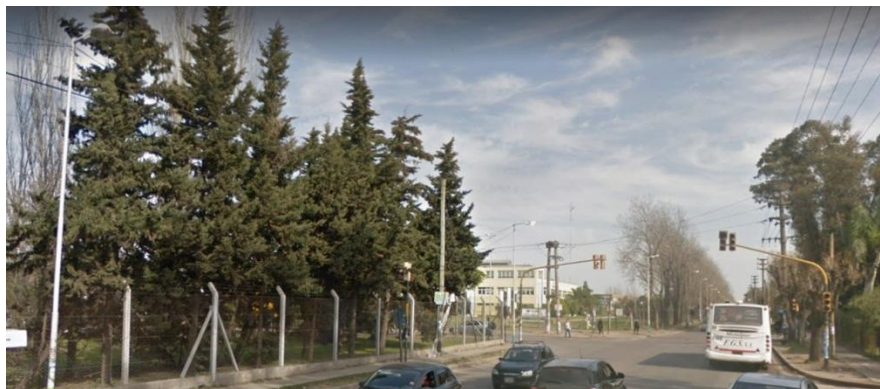


Figura 75: Distribución de árboles en la Avenida de los Constituyentes, en Malvinas Argentinas, Bs. As. Fuente: Google Street View, Año 2018.

El segundo tramo en estudio es Directorio y tiene aproximadamente 200 metros. Las características del sector son similares al primer tramo, con la única diferencia en la zonificación, ya que en este caso el área se encuentra catalogada como "I1 - Industrial 1", la cual tiene los mismos usos y destinos que la I2.

En cuanto a la flora, no existen árboles en la vía pública, ya que los únicos divisados se encuentran dentro de la planta industrial emplazada en el lugar. A su vez, se constató la ausencia de animales callejeros y aves en el lugar.



Figura 76: Distribución de árboles en Raúl Soldi, en Malvinas Argentinas, Bs. As. *Fuente: Google Street View, Año 2018.*

El tercer tramo relevado comprende Raúl Soldi. En cuanto al aspecto socio-económico, es similar a los recorridos analizados anteriormente, con la particularidad de que existen viviendas familiares y comercios frentistas. A su vez, se pudo apreciar que las personas son de clase media-baja y que viven en casas de 1 a 2 pisos, con poco mantenimiento.

La zonificación del tramo en cuestión es “CP3a – Corredor Principal 3a”. Comprende los tejidos de evolución que constituyen los ejes limitantes del partido y su vinculación con los partidos vecinos, de carácter local conformado por las parcelas frentistas a la Avenida Libertador San Martín, y el eje Directorio - Drago - Oliden - Provincia de Buenos Aires, con densidad media y diversidad de usos. Tiene imagen de avenida urbana y edificios destinados a los usos comerciales, de servicios, mixturados con residencia y usos productivos compatibles.

En cuanto a la flora de Raúl Soldi, se destaca la presencia de varios árboles con alturas que no superan los 6 m y no interfieren con el correcto funcionamiento de las luminarias. Con respecto a la fauna, se contempló una gran presencia de perros callejeros y aves con nidos en los árboles, pero no sobre los postes de luz.



Figura 77: Entorno inmediato en Raúl Soldi, en Malvinas Argentinas, Bs. As. *Fuente: Google Street View, Año 2018.*

El último tramo, Luis María Drago, se desarrolla desde el fin de Directorio hasta la Avenida Pte. Arturo Illia (RN N°8). También está formada por un único carril para cada sentido de circulación, y por la misma circulan distintos tipos de vehículos, desde automóviles hasta autobuses, y camiones de porte pequeño a grande. Constituye una importante arteria vial para el municipio, ya que sirve de acceso a la Ruta Nacional N°8 y a la Estación de Tortuguitas, perteneciente al Ferrocarril Belgrano Norte.

Con respecto al aspecto socio-económico, se destaca el hecho de ser un corredor muy transitado ya que existe actividad comercial en la zona. A su vez, acercándose a la Avenida Pte. Arturo Illia, la zona posee gran cantidad de casas quintas, por lo que en este sector los habitantes pueden ser clasificados dentro de la clase media.

Anteriormente fue mencionado que este tramo atraviesa una importante cantidad de emplazamientos comerciales y residencias tipo quintas. Esto se debe a que la zonificación del lugar, es la “CP3a – Corredor Principal 3a” (la misma que en Raúl Soldi).



Figura 78: Actividad comercial en Luis María Drago, en Malvinas Argentinas, Bs. As. *Fuente: Google Street View, Año 2018.*

En relación a la flora del tramo, se destaca la presencia de varios árboles con alturas superiores a la de los postes de alumbrado público, aunque los mismos no interfieren con el correcto funcionamiento de las luminarias. Por otro lado, se pudo constatar la presencia de animales callejeros, en su mayoría perros y gatos en las cercanías de la estación del ferrocarril. No se observaron nidos de aves sobre los postes de las luminarias.



Figura 79: Distribución de árboles en Luis María Drago, en Malvinas Argentinas, Bs. As. *Fuente: Google Street View, Año 2018.*

5.7. Relevamiento de la situación actual

5.7.1. De campo

Se realizó un relevamiento de las luminarias en toda la zona de estudio mencionada, para poder entender la situación actual del área de intervención. En síntesis, se observó que las trazas son muy diversas en cuanto a las configuraciones instaladas, los tipos de lámparas y luminarias utilizadas, la presencia de árboles, cuyo follaje ocasiona sombra sobre algunas calzadas, y la escasez de mantenimiento.

En particular, se analizó en detalle la situación actual de las avenidas, ya que representan el 80% de los corredores viales tenidos en cuenta; y dicho análisis se presenta más adelante en una serie de cuadros.

Corredores viales	Cantidad (Unidades)	Porcentaje de incidencia (%)
Avenidas	7	80
Calles	2	20
Total	9	100

Figura 80: Incidencia de los corredores viales. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*

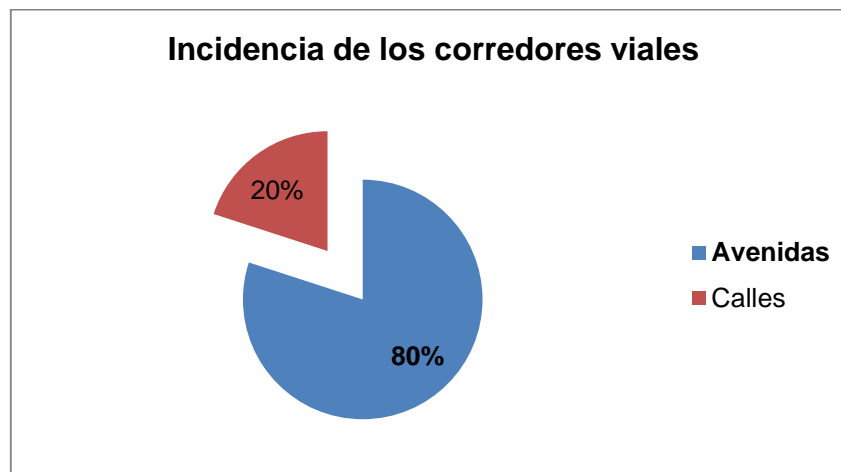


Figura 81: Porcentaje de incidencia de los corredores viales. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*

A continuación, se pueden apreciar algunas fotografías de los postes y luminarias instalados. El relevamiento fotográfico por traza se presenta en el anexo 8.7. *Relevamiento fotográfico de la situación actual.*



Figura 82: Poste en Av. Presidente Juan Domingo Perón, en el partido de Malvinas Argentinas.

Fuente: Elaboración propia, Año 2018.



Figura 83: Artefactos instalados en poste ubicado en Av. Presidente Juan Domingo Perón, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



Figura 84: Postes en Ex Ruta Nacional N°202, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



Figura 85: Artefacto instalado en poste ubicado en Ex Ruta Nacional N°202, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



5.7.2. Según censo de Edeonor

Algunos de los aspectos observados y contrastados con los datos obtenidos del censo de Edeonor del año 2016 (planos en el anexo 8.12. *Relevamiento – Planos de censo Edeonor 2016*), para el análisis fueron:

- Tipo de iluminación (convencional o con LEDs).
- Tipo de artefacto de iluminación.
- Separación entre postes.
- Altura de poste.
- Ángulo.
- Brazo.
- Disposición de poste.
- Ancho de calzada.
- Circulación en la calzada.
- Tipo de calzada.
- Ancho de vereda.

Seguidamente, se presentan cuadros que resumen los datos obtenidos a partir del relevamiento realizado en las avenidas del partido.



Relevamiento del tipo de luminarias instaladas en los Corredores Viales principales del Municipio de Malvinas Argentinas - Buenos Aires

Corredor Vial					Luminaria										Calzada				
Nombre	Distancia (km)	Relevamiento	Entre Calles		Nº plano	Tipo de lámpara	Cantidad de lámparas por artefacto (Un)	Cantidad de artefactos (Un)	Potencia por lámpara (Watts)	Tipo	Separación entre postes (m)	Altura de poste (m)	Ángulo (°)	Brazo (m)	Disposición de postes	Ancho (m)	Circulación	Tipo	Vereda (m)
Av. Gral. Juan Gregorio Lemos (Ex RN N°202)	0,175	5.7.1	Av. Libertador Gral. San Martín	Guiraldes Ricardo	20010	NA 400	1	7	400	CBR-SA-1L	25	8	5	0,5	Postes en tresbolillo.	7 c/u	2 sentidos	Hormigón	0,5
	6,9		Guiraldes Ricardo	Luna Pelagio	20810	NA 400	1	23	400	CBR-SA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	7 c/u	2 sentidos	Hormigón	6
			Luna Pelagio	Húsares	20830	NA 400	1	19	400	CBR-SA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	7 c/u	2 sentidos	Hormigón	6
			Húsares	Henríquez Ureña	20850	NA 400	1	19	400	CBR-SA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	7 c/u	2 sentidos	Hormigón	6
			Henríquez Ureña	Ramón de Escalada	20930	NA 400	1	18	400	CBR-SA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	7 c/u	2 sentidos	Hormigón	6
			Ramón de Escalada	Suiza	20950	S/D	1	25	400	CBR-SA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	8 c/u	3 sentidos	Hormigón	7
			Suiza	Los Eucaliptos	20970	NA 400	1	28	400	CBR-SA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	7 c/u	2 sentidos	Hormigón	6
			Los Eucaliptos	José León Suárez	22350	NA 400	1	52	400	CBR-SA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	7 c/u	2 sentidos	Hormigón	6
José León Suárez	Av. Pte. Illia (Ex RN N°8)	22390	NA 400	1	30	400	CBR-SA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	7 c/u	2 sentidos	Hormigón	6			

Corredor Vial					Luminaria										Calzada				
Nombre	Distancia (km)	Relevamiento	Entre Calles		Nº plano	Tipo de lámpara	Cantidad de lámparas por artefacto (Un)	Cantidad de artefactos (Un)	Potencia por lámpara (Watts)	Tipo	Separación entre postes (m)	Altura de poste (m)	Ángulo (°)	Brazo (m)	Disposición de postes	Ancho (m)	Circulación	Tipo	Vereda (m)
Av. Del Sesquicentenario (Ex RN N°197)	6,1	5.7.2	Av. Pte. Arturo Illia (Ex RN N°202)	Velázquez	22550	S/D	4	S/D	S/D	CBR-CA-1L	50	10	5	1	Postes ubicados en cantero central de 2 metros.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	4
			Velázquez	Batalla de Chacabuco	21970	S/D	4	S/D	S/D	CBR-CA-1L	50	10	5	1	Postes ubicados en cantero central de 2 metros.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	4
			Batalla de Chacabuco	Ejército del Norte	21990	S/D	4	S/D	S/D	CBR-CA-1L	50	10	5	1	Postes ubicados en cantero central de 2 metros.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	4
			Ejército del Norte	Misiones	22030	S/D	4	S/D	S/D	CBR-CA-1L	50	10	5	1	Postes ubicados en cantero central de 2 metros.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	4
			Misiones	Patricias Mendocinas	22050	S/D	4	S/D	S/D	CBR-CA-1L	50	10	5	1	Postes ubicados en cantero central de 2 metros.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	4
			Patricias Mendocinas	Guayaquil	21150	S/D	4	S/D	S/D	CBR-CA-1L	50	10	5	1	Postes ubicados en cantero central de 2 metros.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	4
			Guayaquil	Av. Olivos	21170	S/D	4	S/D	S/D	CBR-CA-1L	50	10	5	1	Postes ubicados en cantero central de 2 metros.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	4
			Av. Olivos	Morse	20590	S/D	4	S/D	S/D	CBR-CA-1L	50	10	5	1	Postes ubicados en cantero central de 2 metros.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	4
			Morse	Cap. Giacchino	20570	S/D	4	S/D	S/D	CBR-CA-1L	50	10	5	1	Postes ubicados en cantero central de 2 metros.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	4
Cap. Giacchino	Av. Libertador Gral. San Martín	20230	S/D	4	S/D	S/D	CBR-CA-1L	50	10	5	1	Postes ubicados en cantero central de 2 metros.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	4			



Corredor Vial					Luminaria										Calzada				
Nombre	Distancia (km)	Relevamiento	Entre Calles		Nº plano	Tipo de lámpara	Cantidad de lámparas por artefacto (Un)	Cantidad de artefactos (Un)	Potencia por lámpara (Watts)	Tipo	Separación entre postes (m)	Altura de poste (m)	Ángulo (°)	Brazo (m)	Disposición de postes	Ancho (m)	Circulación	Tipo	Vereda (m)
Av. Pte. Arturo Illia (Ex RN N°8)	0,85	5.7.3.1	Av. Gral. Juan Gregorio Lemos (Ex RN N°202)	Gutiérrez Juan María	22390	NA 400	1	24	400	CBDC-SA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
	1	5.7.3.2	Gutiérrez Juan María	Darragueira José	22450	NA 400	2	9	400	CBR-DA-1L	80	8	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
			Gutiérrez Juan María	Darragueira José	22450	NA 400	1	9	400	CBR-SA-1L	80	8	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
			Darragueira José	Pedro Medrano	22470	NA 400	2	3	400	CBR-DA-1L	80	8	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
			Darragueira José	Pedro Medrano	22470	NA 400	1	3	400	CBR-SA-1L	80	8	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
			Pedro Medrano	9 de Julio	22470	NA 250	2	13	250	CBDC-SA-2L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
	0,45	5.7.3.3	9 de Julio	Dardo Rocha	22510	NA 400	2	16	400	CBR-DA-1L	80	8	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
			9 de Julio	Dardo Rocha	22510	NA 400	1	15	400	CBR-SA-1L	80	8	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
			Dardo Rocha	Av. Del Sesquicentenario (Ex RN N°197)	22530	NA 400	2	9	400	CBR-DA-1L	80	8	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
			Dardo Rocha	Av. Del Sesquicentenario (Ex RN N°197)	22530	NA 400	1	8	400	CBR-SA-1L	80	8	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
	0,9		Av. Del Sesquicentenario (Ex RN N°197)	Lugones Leopoldo	22550	NA 400	2	16	400	CBR-DA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
			Lugones Leopoldo	Alvear Marcelo T.	22610	NA 400	2	12	400	CBR-DA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	9 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
	5,5		Alvear Marcelo T.	Alsina Adolfo	22610	NA 150	1	13	150	CBR-SA-1L	30	6	5	2,5	Postes ubicados en mano izquierda.	3,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	6
			Alsina Adolfo	Varela Juan	22630	S/D	1	33	150	CBR-SA-1L	30	6	5	2,5	Postes ubicados en mano izquierda.	3,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	6
			Varela Juan	Colonia	22750	S/D	1	40	150	CBR-SA-1L	30	6	5	2,5	Postes ubicados en mano izquierda.	3,5 c/u	3 sentidos	Hormigón	6
Colonia			Puerto Príncipe	22770	S/D	1	25	150	CBR-SA-1L	30	6	5	2,5	Postes ubicados en mano izquierda.	3,5 c/u	3 sentidos	Hormigón	6	
Puerto Príncipe			Drago Luis	22950	S/D	1	24	150	CBR-SA-1L	30	6	5	2,5	Postes ubicados en mano izquierda.	3,5 c/u	3 sentidos	Hormigón	6	
Drago Luis			Lartigau Lespada	22990	S/D	1	27	150	CBR-SA-1L	30	6	5	2,5	Postes ubicados en mano izquierda.	3,5 c/u	3 sentidos	Hormigón	6	



Corredor Vial					Luminaria										Calzada				
Nombre	Distancia (km)	Relevamiento	Entre Calles		Nº plano	Tipo de lámpara	Cantidad de lámparas por artefacto (Un)	Cantidad de artefactos (Un)	Potencia por lámpara (Watts)	Tipo	Separación entre postes (m)	Altura de poste (m)	Ángulo (°)	Brazo (m)	Disposición de postes	Ancho (m)	Circulación	Tipo	Vereda (m)
Av. Libertador Gral. San Martín	3,5	5.7.4	Remedios de Escalada de San Martín	Luján	20010	NA 400	1/1	14/13	400	CBR-SA-1L / CBDC-SA-1L	40/30	10/6	5	0,5/1,5	Postes ubicados en mano izquierda / Postes ubicados en mano derecha.	6 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
			Luján	Rawson	20030	NA 400	1/1	9/8	400	CBR-SA-1L / CBDC-SA-1L	40/30	10/6	5	0,5/1,5	Postes ubicados en mano izquierda / Postes ubicados en mano derecha.	6 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
			Rawson	José María Márquez	20050	NA 400	1	11	400	CBR-SA-1L	40	10	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	6 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
			José María Márquez	Pío XII	20070	NA 400	1	8	400	CBR-SA-1L	40	10	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	6 c/u	2 sentidos	Hormigón	4
			Pío XII	Villa de Mayo	20090	NA 400	1	10	400	CBR-SA-1L	40	10	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	6 c/u	2 sentidos	Hormigón	4
			Villa de Mayo	Manual Artigas	20130	NA 400	1	11	400	CBR-SA-1L	40	10	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	6 c/u	2 sentidos	Hormigón	4
			Manual Artigas	Perito Moreno	20170	NA 400	1/1	13/12	400	CBR-SA-1L / CBDC-SA-1L	40/30	10/6	5	0,5/1,5	Postes ubicados en mano izquierda / Postes ubicados en mano derecha.	6 c/u	2 sentidos	Hormigón	4
	Perito Moreno	Av. Del Sesquicentenario (Ex RN N°197)	20190	NA 400	1	15	400	CBR-SA-1L	40	10	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	6 c/u	2 sentidos	Hormigón	4		
	1,1			Av. Del Sesquicentenario (Ex RN N°197)	Cangallo	20230	NA 150	1	23	150	CBR-SA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	4,5 c/u	2 sentidos	Hormigón
Cangallo				Colectora Ramal Pilar	20250	NA 150	1	12	150	CBR-SA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	4,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	6

Corredor Vial					Luminaria										Calzada				
Nombre	Distancia (km)	Relevamiento	Entre Calles		Nº plano	Tipo de lámpara	Cantidad de lámparas por artefacto (Un)	Cantidad de artefactos (Un)	Potencia por lámpara (Watts)	Tipo	Separación entre postes (m)	Altura de poste (m)	Ángulo (°)	Brazo (m)	Disposición de postes	Ancho (m)	Circulación	Tipo	Vereda (m)
Av. Juan Domingo Perón	2,7	5.7.5.3	Av. Gral. Juan Gregorio Lemos (Ex RN N°202)	Malabia	20950	NA 250	2	20	250	CBR-DA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en cantero central de 1 metro.	5 c/u	2 sentidos	Hormigón	0,5
			Malabia	Rector Barros Pazos	20990	NA 250	2	23	250	CBR-DA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en cantero central de 1 metro.	6 c/u	2 sentidos	Hormigón	0,5
			Rector Barros Pazos	Artigas Manuel	21030	NA 250	2	24	250	CBR-DA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en cantero central de 1 metro.	7 c/u	2 sentidos	Hormigón	0,5
			Artigas Manuel	Moreno Perito	21050	NA 250	2	15	250	CBR-DA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en cantero central de 1 metro.	8 c/u	2 sentidos	Hormigón	0,5
			Moreno Perito	Rivadavia Bernardino	21070	NA 250	2	5	250	CBR-DA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en cantero central de 1 metro.	9 c/u	1 sentido	Hormigón	0,5
	0,5	5.7.5.2	Rivadavia Bernardino	Dr. Baroni Juan Carlos	21090	NA 250	1	18	250	CBR-SA-2L	25	6	45	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	12	1 sentido	Hormigón	0,5
1,1	5.7.5.1	Dr. Baroni Juan Carlos	Av. Del Sesquicentenario (Ex RN N°197)	22070	NA 150	1	44	150	CBR-SA-2L	25	12	10	1,5	Postes ubicados en mano izquierda.	15	2 sentidos	Hormigón	4	



Corredor Vial					Luminaria										Calzada				
Nombre	Distancia (km)	Relevamiento	Entre Calles		Nº plano	Tipo de lámpara	Cantidad de lámparas por artefacto (Un)	Cantidad de artefactos (Un)	Potencia por lámpara (Watts)	Tipo	Separación entre postes (m)	Altura de poste (m)	Ángulo (°)	Brazo (m)	Disposición de postes	Ancho (m)	Circulación	Tipo	Vereda (m)
Av. de los Constituyentes	0,5	5.7.9	Colectora Ramal Escobar	Volta	20350	NA 150	1	35	150	CBR-SA-1L	25	6	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	3,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	6
	1,8		Volta	Colectora Ramal Pilar	20370	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,35		Colectora Ramal Pilar	Patricias Mendocinas	21450	NA 250	1	12	250	CBR-SA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	4,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	6
	2,15		Patricias Mendocinas	El Callao	21470	NA 400	1	40	400	CBR-SA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	4,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	6
			El Callao	Paso de los Patos	21590	NA 400	1	22	400	CBDC-SA-1L	30	10	15	1,5	Postes ubicados en mano izquierda.	4,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	7
0,65		Paso de los Patos	Juan Francisco Seguí	21630	NA 150	1	25	150	CBR-SA-1L	30	8	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	4,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	3	

Corredor Vial					Luminaria										Calzada				
Nombre	Distancia (km)	Relevamiento	Entre Calles		Nº plano	Tipo de lámpara	Cantidad de lámparas por artefacto (Un)	Cantidad de artefactos (Un)	Potencia por lámpara (Watts)	Tipo	Separación entre postes (m)	Altura de poste (m)	Ángulo (°)	Brazo (m)	Disposición de postes	Ancho (m)	Circulación	Tipo	Vereda (m)
Av. Olivos	0,85	5.6.8	Av. de los Constituyentes	Colectora Ramal Pilar	20370	NA 150	1	24	150	CBC-SA-1L	30	6	10	2	Postes ubicados en mano izquierda.	4,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
	0,55		Colectora Ramal Pilar	Bolivia	20390	NA 150	2	18	150	CBR-SA-2L	30	6	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	3,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
	1,7		Bolivia	Uruguay	21390	NA 150	2	8	150	CBR-SA-2L	30	6	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	3,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
			Uruguay	Fragrata Heroína	21370	NA 150	2	18	150	CBR-SA-2L	30	6	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	3,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
			Fragrata Heroína	Benjamín Seaver	21350	NA 150	2	23	150	CBR-SA-2L	30	6	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	3,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
			Benjamín Seaver	Alfárez Sobral	21190	NA 150	2	7	150	CBR-SA-2L	30	6	5	0,5	Postes ubicados en mano derecha.	3,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
	1,7		Alfárez Sobral	Alfonsina Storni	20430	NA 150	2	10	150	CBR-SA-2L	30	6	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	3,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
			Alfonsina Storni	Madame Curie	20490	NA 150	2	17	150	CBR-SA-2L	30	6	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	3,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
			Madame Curie	Cangallo	20510	NA 150	2	10	150	CBR-SA-2L	30	6	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	3,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	3
		Cangallo	Av. Del Sesquicentenario (Ex RN N°197)	20590	NA 150	2	18	150	CBR-SA-2L	30	6	5	0,5	Postes ubicados en mano izquierda.	3,5 c/u	2 sentidos	Hormigón	3	

Referencias	
CBR-SA-1L	Columna de brazo recto - simple artefacto - 1 lámpara por artefacto
CBR-DA-1L	Columna de brazo recto - doble artefacto - 1 lámpara por artefacto
CBR-SA-2L	Columna de brazo recto - simple artefacto - 2 lámparas por artefacto
CBR-CA-1L	Columna de brazo recto - cuatro artefactos - 1 lámpara por artefacto
CBC-SA-1L	Columna de brazo curvo - simple artefacto - 1 lámpara por artefacto
CBDC-SA-1L	Columna de brazo doble curvatura - simple artefacto - 1 lámpara por artefacto
CBDC-SA-2L	Columna de brazo doble curvatura - simple artefacto - 2 lámparas por artefacto

Figura 86: Relevamiento del estado actual de luminarias en avenidas principales de Malvinas Argentinas, según censo año 2016 de Edenor. Fuente: Elaboración propia, Año 2018.



A continuación, a modo de síntesis, se presenta un cuadro que resume la incidencia de las diferentes luminarias, según la potencia.

Lámparas actualmente instaladas					
Nombre del Corredor Vial	Lámparas VSAP 150 W (Unidades)		Lámparas VSAP 250 W (Unidades)		Lámparas VSAP 400 W (Unidades)
	1 por luminaria	2 por luminaria	1 por luminaria	2 por luminaria	1 por luminaria
Av. Gral. Juan Gregorio Lemos (Ex RN N°202)	-	-	-	-	221
Av. Pte. Arturo Illia (Ex RN N°8)	162	-	-	26	189
Av. Libertador Gral. San Martín	35	-	-	-	124
Av. Juan Domingo Perón	44	-	18	154	-
Av. de los Constituyentes	60	-	12	-	62
Av. Olivos	24	258	-	-	-
Av. Del Sesquicentenario (Ex RN N°197)	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Totales	325	258	30	180	596
	42%		15%		43%
	1389				

Figura 87: Incidencia de las distintas lámparas instaladas, según la potencia. Fuente: Elaboración propia, Año 2018.

En conclusión, las lámparas que están instaladas en el Municipio de Malvinas Argentinas y tienen una potencia igual a 400 Watts, representan específicamente el 43% del parque lumínico. Aquellas con una potencia de 150 Watts abarcan el 42% del parque, mientras que, en último lugar, se encuentran las de 250 Watts con el 15%. Cabe destacar que, en muchas ocasiones en las avenidas, las lámparas de 150 W y 250 W son dobles por luminaria.



Figura 88: Porcentajes de lámparas del alumbrado público en avenidas principales. Fuente: Elaboración propia, Año 2018.

Acorde a la cantidad de luminarias, y considerando que algunos artefactos poseen dos lámparas, se realizó un cuadro que muestra la cantidad necesaria de luminarias LED de cada tipo de potencia, teniendo en cuenta que el reemplazo será según el siguiente criterio:

- Luminaria LED de 150 W por luminaria con 1 lámpara de VSAP 150 W.
- Luminaria LED de 150 W por luminaria con 2 lámparas de VSAP 150 W.
- Luminaria LED de 150 W por luminaria con 1 lámpara de VSAP 250 W.
- Luminaria LED de 250 W por luminaria con 2 lámparas de VSAP 250 W.
- Luminaria LED de 250 W por luminaria con 1 lámpara de VSAP 400 W.

Cantidad y tipo de luminarias LED a adquirir						
Cantidad de luminarias a reemplazar	Luminarias con lámpara/s de 150 W (Unidades)		Luminarias con lámpara/s de 250 W (Unidades)		Luminarias con lámpara/s de 400 W (Unidades)	Porcentaje
		325	129	30	90	
LED 150 W	484					41%
LED 250 W			686			59%
Total			1170			100%

Figura 89: Cantidad de luminarias LED necesarias para el recambio. Fuente: Elaboración propia, Año 2018.

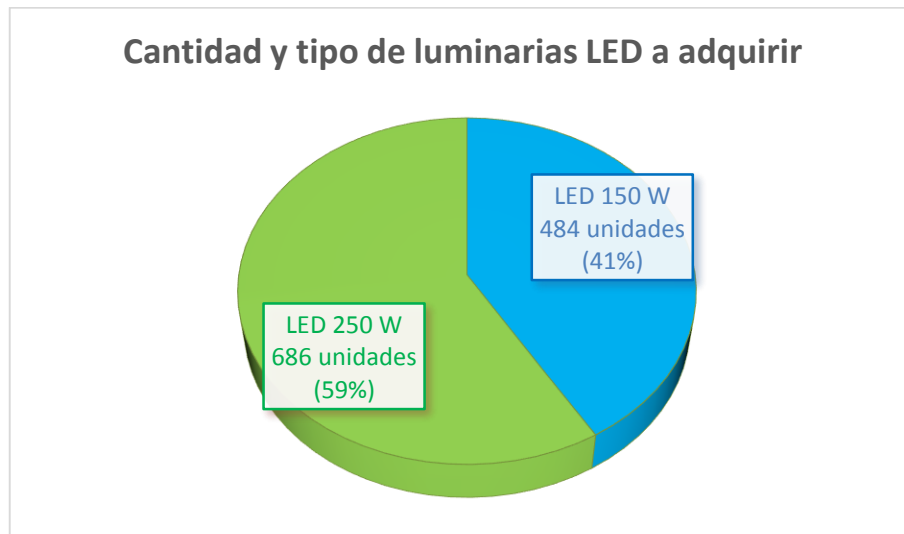


Figura 90: Porcentaje y cantidad del tipo de luminaria LED para el recambio. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*

Con estos datos obtenidos, se procederá más adelante con la evaluación económica-financiera del proyecto, para obtener la inversión necesaria.



5.8. Estudio de Impacto Ambiental

En el anexo 8.8. *Estudio de Impacto Ambiental* se presenta el mismo del proyecto aplicado en los corredores viales del Municipio de Malvinas Argentinas, mencionados en apartado 5.5. *Alcance y prioridades*. El mismo se realizó empleando los conocimientos adquiridos a lo largo de la materia de Gestión Ambiental y Desarrollo Sustentable.

Se elaboró la Matriz de Impacto Ambiental a partir de una metodología estudiada. La misma comprende una manera simple de resumir y jerarquizar los impactos ambientales, y concentrar el esfuerzo en aquellos que se consideren mayores. Su aplicación resultó exitosa ya que se obtuvieron valores finales esperados. Esto significa que el proyecto puede llevarse a cabo, según la perspectiva medio-ambiental.

En conclusión, el proyecto del Análisis de Aplicación de Tecnología LED en el Alumbrado Público tiene un impacto ambiental favorable que contribuye al desarrollo sustentable de la sociedad argentina. A raíz de la eficiencia energética que manifiesta el recambio de tecnología, la no utilización de gases contaminantes, el mejor desempeño técnico y funcional a lo largo del tiempo, aparejado con la extensión de la vida útil en casi cinco veces en relación a las tecnologías anteriores, la renovación es un proyecto benévolo con todos los factores del medio, a excepción de algunas mínimas intervenciones necesarias para su aplicación y operación, como ser la poda y destronque junto con la planificación y coordinación del tránsito.

5.9. Evaluación legal

En la sección anterior del proyecto, específicamente en el punto 2.3. *Estudio legal*, se han analizado los aspectos legales que se deben tener en cuenta a la hora del proyecto y ejecución del recambio de luminarias. Dado que las luminarias calificadas cumplen con todos los requerimientos exigidos, se puede afirmar que la evaluación legal es positiva.

5.10. Evaluación técnica

En el apartado 2.2. *Estudio técnico*, se han estudiado diversos conceptos de iluminación que intervienen en la renovación de la tecnología del alumbrado público. En el estudio en cuestión se han comparado las tecnologías tradicionales frente a la de LED y ha resultado apropiado recomendar el recambio a ésta última.



Los parámetros contemplados han sido aquellos mencionados en el apartado 3. *Metodología para el recambio de luminarias*, por lo que se confirma que la evaluación técnica es satisfactoria.

Algunos de estos, se medirán explícitamente con la simulación de performance de las luminarias que resulten finalmente elegidas. Cabe aclarar que funcionarios del municipio no han priorizado ningún aspecto técnico por sobre otros para la elección de las luminarias.

5.11. Evaluación comercial

Una vez analizados los proveedores del mercado, se han filtrado aquellas luminarias que ofrecían y cumplían todos los requisitos mínimos exigidos, tanto técnicos como legales. Este estudio se puede apreciar en el apartado 2.4. *Estudio comercial*, y entonces se confirma que la presente evaluación es favorable para continuar con la aplicación del proyecto, y evaluar en términos monetarios cuál de las opciones que han calificado, es la más beneficiosa.

5.12. Evaluación económico-financiera

Tiene como objetivo la implementación del método de evaluación desarrollado en el apartado 2.5 *Estudio económico-financiero*, **para cada una de las arterias viales del Municipio de Malvinas Argentinas relevadas anteriormente.**

En base a entrevistas realizadas con autoridades del municipio, se optó por realizar la evaluación económico-financiera con las luminarias de menor costo de inversión inicial calificadas en el apartado 2.4. *Estudio comercial*. Dichas luminarias corresponden al proveedor Match Electronics, y se diferencian en su potencia para uso en avenidas y calles interiores. Es por ello que, en la presente evaluación económico-financiera, no fueron tenidas en cuenta las luminarias utilizadas en el apartado 2.5 *Estudio económico-financiero*, pertenecientes al proveedor Philips-Signify, las cuales poseen un costo de inversión inicial mayor a las del fabricante Match Electronics, como así también amplia superioridad en términos técnicos y calidad del artefacto. Por lo tanto, las luminarias LED que resultaron elegidas como solución, para el recambio de artefactos para el alumbrado público, son las que se presentan a continuación:

LUMINARIAS LED PARA USO EN CALLES				
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Precio [U\$S]
MACH ELECTRONICS	LL-RM150-B1	150	50000	250

Figura 91: Luminaria LED adoptada como solución para el alumbrado público de calles. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*

LUMINARIAS LED PARA USO EN AVENIDAS				
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Precio [U\$S]
MACH ELECTRONICS	LL-RM250-B1	250	50000	417

Figura 92: Luminaria LED adoptada como solución para el alumbrado público de avenidas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*

En cuanto a la elección de la potencia de las luminarias, se adoptó el criterio mencionado anteriormente en el apartado 5.7 *Relevamiento de la situación actual*:

teniendo en cuenta que el reemplazo será según el siguiente criterio:

- Luminaria LED de 150 W por luminaria con 1 lámpara de VSAP 150 W.
- Luminaria LED de 150 W por luminaria con 2 lámparas de VSAP 150 W.
- Luminaria LED de 150 W por luminaria con 1 lámpara de VSAP 250 W.
- Luminaria LED de 250 W por luminaria con 2 lámparas de VSAP 250 W.
- Luminaria LED de 250 W por luminaria con 1 lámpara de VSAP 400 W.

A continuación, se determina el Costo Anualizado Total (CAT) para cada tipo de luminaria LED en reemplazo de su contrapuesta en versión de VSAP, con sus consecuentes plazos de recupero de inversión. Cabe destacar que, la mayoría de las luminarias del Municipio de Malvinas Argentinas instaladas en la actualidad, son del proveedor PHILIPS-SIGNIFY, por lo tanto, se considerará a la totalidad del parque lumínico compuesto por artefactos de dicho fabricante.

5.12.1. Costo Anualizado Total

Previamente se detalló el criterio adoptado para la elección de la potencia de las luminarias. En primer lugar, el costo de los artefactos para alumbrado público de calles, tanto de LED como de Vapor de Sodio de alta presión, es el siguiente:

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN CALLES				
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Precio [U\$S]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	150	24000	54,64
	SON-T	250	28000	60,36

Figura 93: Precios de luminarias de Vapor de Sodio de Alta Presión para alumbrado público de calles. Fuente: Pelba S.A., Año 2018.

LUMINARIAS LED PARA USO EN CALLES				
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Precio [U\$S]
MACH ELECTRONICS	LL-RM150-B1	150	50000	250

Figura 94: Precio de luminaria LED para alumbrado público de calles. Fuente: Mach Electronics S.A, Año 2018.

En segundo lugar, el costo de los artefactos para alumbrado público de avenidas, tanto de LED como de Vapor de Sodio de alta presión, es el siguiente:

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN AVENIDAS				
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Precio [U\$S]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	400	28000	75,71

Figura 95: Precio de luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión para alumbrado público de avenidas. Fuente: Pelba S.A, Año 2018.

LUMINARIAS LED PARA USO EN AVENIDAS				
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Precio [U\$S]
MACH ELECTRONICS	LL-RM250-B1	250	50000	417

Figura 96: Precio de luminaria LED para alumbrado público de avenidas. Fuente: Mach Electronics S.A, Año 2018.

5.12.1.1. Vida Útil

La vida útil de cada artefacto, expresada en años, se determinó siguiendo la metodología planteada en el apartado 2.5 *Estudio económico-financiero*.

Los valores de vida útil de las luminarias elegidas se tabularon en los siguientes cuadros:

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN CALLES			
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	150	24000
	SON-T	250	28000

Figura 97: Vida útil de luminarias de Vapor de Sodio de Alta Presión para alumbrado público de calles. Fuente: Pelba S.A, Año: 2018.

LUMINARIAS LED PARA USO EN CALLES			
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]
MACH ELECTRONICS	LL-RM150-B1	150	50000

Figura 98: Vida útil de luminarias LED para alumbrado público de calles. Fuente: Mach Electronics S.A, Año: 2018.



LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN AVENIDAS			
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	400	28000

Figura 99: Vida útil de luminarias de Vapor de Sodio de Alta Presión para alumbrado público de avenidas. Fuente: Pelba S.A, Año: 2018.

LUMINARIAS LED PARA USO EN AVENIDAS			
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]
MACH ELECTRONICS	LL-RM250-B1	250	50000

Figura 100: Vida útil de luminarias LED para alumbrado público de avenidas. Fuente: Mach Electronics S.A, Año: 2018

Tomando nuevamente los datos Edesur S.A., se determinó el total de horas anuales de encendido para una luminaria:

Mes	Horas mensuales [hs]	Cantidad de días [días]	Cantidad de horas por día [hs/día]
Enero	299	31	9,65
Febrero	283	28	10,11
Marzo	372	31	12,00
Abril	388	30	12,93
Mayo	433	31	13,97
Junio	417	30	13,90
Julio	431	31	13,90
Agosto	421	31	13,58
Septiembre	359	30	11,97
Octubre	338	31	10,90
Noviembre	299	30	9,97
Diciembre	298	31	9,61
Promedio diario [hs]			11,87
Total de horas anuales [hs]			4338

Figura 101: Cantidad de horas de encendido por día de una luminaria para alumbrado público. Fuente: Edesur SA, Año 2017.

Posteriormente, se calculó la vida útil en años correspondiente a cada luminaria, considerando que:

$$Vida\ útil\ [años] = \frac{Vida\ útil\ [hs]}{Total\ de\ horas\ anuales\ [hs]}$$

Se obtuvieron los siguientes valores:

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN CALLES				
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Vida útil [Años]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	150	24000	5,5
	SON-T	250	28000	6,5

Figura 102: Vida útil anual de luminarias de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular para alumbrado público de calles. Fuente: *Elaboración propia, Año 2018.*

LUMINARIAS LED PARA USO EN CALLES				
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Vida útil [Años]
MACH ELECTRONICS	LL-RM150-B1	150	50000	11,5

Figura 103: Vida útil anual de luminarias LED para alumbrado público de calles. Fuente: *Elaboración propia, Año 2018.*

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN AVENIDAS				
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Vida útil [Años]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	400	28000	6,5

Figura 104: Vida útil anual de luminarias de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular para alumbrado público de avenidas. Fuente: *Elaboración propia, Año 2018.*

LUMINARIAS LED PARA USO EN AVENIDAS				
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Vida útil [Años]
MACH ELECTRONICS	LL-RM250-B1	250	50000	11,5

Figura 105: Vida útil anual de luminarias LED para alumbrado público de avenidas. Fuente: *Elaboración propia, Año 2018.*

5.12.1.2. Costo operativo anual

En primer lugar, se determinó el Costo Operativo Anual para las luminarias LED, las cuales tienen un costo de mantenimiento anual nulo a lo largo de su vida útil, pero poseen un costo de consumo energético por año (propio de su funcionamiento y potencia) y un costo de instalación, que se da por única vez al momento del reemplazo del artefacto de Vapor de Sodio.

El costo por consumo energético (U\$/año)¹⁰ se obtiene multiplicando el precio de la energía (\$/kW)¹¹ por la potencia del artefacto (kW/años), es decir:

$$\begin{aligned} \text{Costo por consumo energético} \left[\frac{\text{U\$S}}{\text{año}} \right] \\ = \text{Precio de la energía} \left[\frac{\text{U\$S}}{\text{kW} * \text{hs}} \right] * \text{Potencia del artefacto} \left[\frac{\text{kW} * \text{hs}}{\text{años}} \right] \end{aligned}$$

Donde la potencia del artefacto se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Potencia del artefacto} \left[\frac{\text{kW} * \text{hs}}{\text{años}} \right] = \frac{\text{Potencia [W]} * \text{Horas anuales [hs/año]}}{1000[\text{W/kW}]}$$

Entonces, para los modelos elegidos de Match Electronics, se obtuvo:

LUMINARIAS LED PARA USO EN CALLES							
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Vida útil [Años]	Horas anuales [hs]	Potencia [kW/años]	Costo del consumo energético [U\$/año]
MACH ELECTRONICS	LL-RM150-B1	150	50000	11,5	4338,0	651	51,20

Figura 106: Costo del consumo energético anual de una luminaria LED para alumbrado público de calles. Fuente: Mach Electronics S.A. y elaboración propia, Año 2018.

¹⁰ Se tomó un valor dólar de \$38, según cotización del BCRA al día 31 del mes de Agosto del año 2018.

¹¹ El costo de la energía, al mes de Agosto del año 2018 es de 2,99 \$/kWh. Fuente: Cuadro tarifario Edenor Resolución ENRE N° 33/2018.



LUMINARIAS LED PARA USO EN AVENIDAS							
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Vida útil [Años]	Horas anuales [hs]	Potencia [kW/años]	Costo del consumo energético [U\$S/año]
MACH ELECTRONICS	LL-RM250-B1	250	50000	11,5	4338,0	1084,5	85,33

Figura 107: Costo del consumo energético anual de una luminaria LED para alumbrado público de avenidas. Fuente: Mach Electronics S.A y elaboración propia, Año 2018.

Por otro lado, el costo de la instalación fue determinado en el apartado 2.5 Estudio económico-financiero, cuyo valor es:

Costo unitario de instalación [U\$S]
30,24

Figura 108: Costo unitario de instalación de luminaria LED en dólares. Fuente: Elaboración propia, Año 2018.

Dividiendo el costo unitario de instalación por la vida útil, expresada en años, se obtuvo el costo de instalación anual de la luminaria LED:

Costo de instalación anual [U\$S/año]
2,62

Figura 109: Costo unitario de instalación de luminaria LED por año y en dólares. Fuente: Mach Electronics S.A y Elaboración propia, Año 2018.



Finalmente, se determinó el costo del ciclo de vida para una luminaria LED, tanto para iluminación de calles como de avenidas:

LUMINARIAS LED PARA USO EN CALLES					
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Costo de instalación (U\$/año)	Costo del consumo energético (U\$/año)	Costo del ciclo de vida (U\$/año)
MACH ELECTRONICS	LL-RM150-B1	150	2,62	51,2	53,8

Figura 110: Costo del ciclo de vida anual de una luminaria LED para alumbrado público de calles. Fuente: Mach Electronics S.A y Elaboración propia, Año 2018.

LUMINARIAS LED PARA USO EN AVENIDAS					
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Costo de instalación (U\$/año)	Costo del consumo energético (U\$/año)	Costo del ciclo de vida (U\$/año)
MACH ELECTRONICS	LL-RM250-B1	250	2,62	85,3	88,0

Figura 111: Costo del ciclo de vida anual de una luminaria LED para alumbrado público de avenidas. Fuente: Mach Electronics S.A y Elaboración propia, Año 2018.

En segundo lugar, se determinó el Costo Operativo Anual para las luminarias de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular, las cuales poseen un costo por consumo energético anual y un costo de mantenimiento periódico.

El costo por consumo energético se obtuvo siguiendo la metodología de cálculo planteada para las luminarias LED:

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN CALLES							
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Vida útil [Años]	Horas anuales [hs]	Potencia [kW/años]	Costo del consumo energético [U\$/año]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	150	24000	5,5	4338	651	51,20
	SON-T	250	28000	6,5	4338	1085	85,33

Figura 112: Costo del consumo energético anual de una luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión para alumbrado público de calles. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN AVENIDAS							
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Vida útil [Años]	Horas anuales [hs]	Potencia [kW/años]	Costo del consumo energético [U\$\$/año]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	400	28000	6,5	4338	1735,2	136,53

Figura 113: Costo del consumo energético anual de una luminaria de Vapor de Sodio de Alta presión para alumbrado público de avenidas. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

Por otra parte, el costo de mantenimiento periódico consiste en las reposiciones y recompras necesarias para igualar la vida útil de una luminaria con tecnología LED. Por lo que:

$$\text{Costo de mantenimiento} \left[\frac{\text{U}\$}{\text{año}} \right] = \text{Costo de recompra} \left[\frac{\text{U}\$}{\text{año}} \right] + \text{Costo de recambio} \left[\frac{\text{U}\$}{\text{año}} \right]$$

Por lo tanto, la cantidad de reposiciones se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Reposiciones [Unidades]} = \frac{\text{Vida útil de luminaria LED [años]}}{\text{Vida útil de luminaria VSAPT [años]}}$$

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN CALLES					
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Vida útil [Años]	Reposiciones [Unidades]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	150	24000	5,5	2,1
	SON-T	250	28000	6,5	1,8

Figura 114: Cantidad de reposiciones de una luminaria de VSAP, para alumbrado público de calles, necesarias para igualar la vida útil de una luminaria LED. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN AVENIDAS					
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Vida útil [Años]	Reposiciones [Unidades]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	400	28000	6,5	1,8

Figura 115: Cantidad de reposiciones de una luminaria de VSAP, para alumbrado público de avenidas, necesarias para igualar la vida útil de una luminaria LED. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

Analizando los cuadros anteriores, se concluyó qué: en el caso de luminarias de vapor de sodio para alumbrado público de calles, tanto de 150 Watts como 250 Watts de potencia, se deberán realizar 2,1 y 1,8 reposiciones respectivamente. Por otro lado, para las luminarias de VSAP para avenidas, la cantidad de reposiciones necesarias será de 1,8 veces.

Posteriormente, conociendo el precio del artefacto y la cantidad de reposiciones necesarias, se estimó el costo de mantenimiento para cada luminaria.

Primero, se calculó el costo de recompra, siguiendo la metodología de cálculo desarrollada en el apartado 2.5 *Estudio económico-financiero*:

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN CALLES				
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Reposiciones [Unidades]	Costo de recompra [U\$S/año]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	150	2,1	113,8
	SON-T	250	1,8	107,8

Figura 116: Costo de recompra de luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular para alumbrado público de calles, teniendo en cuenta las reposiciones necesarias para igualar la durabilidad de luminaria LED. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN AVENIDAS				
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Reposiciones [Unidades]	Costo de recompra [U\$S/año]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	400	1,8	135,2

Figura 117: Costo de recompra de luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión Tubular para alumbrado público de avenidas, teniendo en cuenta las reposiciones necesarias para igualar la durabilidad de luminaria LED. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

Luego, para calcular el costo de recambio de la luminaria, se utilizaron los valores de la mano de obra determinados anteriormente para la luminaria LED, con la diferencia de que

en este caso se recambiarían 8 luminarias por jornada de trabajo¹² (en las luminarias LED se lograba un rendimiento de 10 artefactos por día). De esta forma, el valor obtenido fue:

Costo unitario de recambio [U\$S]
37,81

Figura 118: Costo unitario de recambio de luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión en dólares. Fuente: *Elaboración propia, Año 2018.*

Dividiendo el costo unitario de recambio por la vida útil de la luminaria, expresada en años, se obtuvo el costo de recambio anual del artefacto de Vapor de Sodio de Alta Presión, tanto para alumbrado público de calles como de avenidas:

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN CALLES					
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Vida útil [Años]	Costo anual de recambio [U\$S/año]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	150	24000	5,5	6,83
	SON-T	250	28000	6,5	5,86

Figura 119: Costo de recambio anual de luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión para alumbrado público de calles, teniendo en cuenta la cantidad de reposiciones necesarias para igualar vida útil de luminaria LED. Fuente: *PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.*

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN AVENIDAS					
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Vida útil [Años]	Costo anual de recambio [U\$S/año]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	400	28000	6,5	5,86

Figura 120: Costo de recambio anual de luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión para alumbrado público de avenidas, teniendo en cuenta la cantidad de reposiciones necesarias para igualar vida útil de luminaria LED. Fuente: *PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.*

¹² Rendimientos medidos en planta potabilizadora AYSA. El recambio demanda mayor tiempo que la instalación de un nuevo artefacto, ya que existe la limpieza de componentes y reemplazo de partes individuales.



Posteriormente, se determinó el costo de mantenimiento sumando el costo de recompra y el costo unitario de recambio, para cada tipo de luminaria:

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN CALLES					
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Costo de recompra [U\$/año]	Costo anual de recambio [U\$/año]	Costo de mantenimiento [U\$/año]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	150	113,8	6,8	120,7
	SON-T	250	107,8	5,9	113,6

Figura 121: Costo de mantenimiento de una luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión para alumbrado público de calles. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN AVENIDAS					
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Costo de recompra [U\$/año]	Costo anual de recambio [U\$/año]	Costo de mantenimiento [U\$/año]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	400	135,2	5,9	141,1

Figura 122: Costo de mantenimiento de una luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión para alumbrado público de avenidas. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

Finalmente, se calculó el costo del ciclo de vida de las luminarias de Vapor de Sodio de Alta Presión:

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN CALLES					
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Costo del consumo energético [U\$/año]	Costo de mantenimiento [U\$/año]	Costo del ciclo de vida [U\$/año]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	150	51,2	120,7	171,9
	SON-T	250	85,3	113,6	199,0

Figura 123: Costo del ciclo de vida de una luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión para alumbrado público de calles. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN USO EN AVENIDAS					
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Costo del consumo energético [U\$/año]	Costo de mantenimiento [U\$/año]	Costo del ciclo de vida [U\$/año]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	400	136,5	141,1	277,6

Figura 124: Costo del ciclo de vida de una luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión para alumbrado público de avenidas. Fuente: PHILIPS-SIGNIFY y Elaboración propia, Año 2018.

5.11.1.3. Costo de inversión anual

Siguiendo la metodología de cálculo planteada en el apartado 2.4 *Estudio económico-financiero*, el costo de inversión anual para cada tipo de luminaria LED fue:

LUMINARIAS LED PARA USO EN CALLES						
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Vida útil [Años]	Precio [U\$S]	Costo de inversión anual [U\$S]
MACH ELECTRONICS	LL-RM150-B1	150	50000	11,5	250	21,69

Figura 125: Costo de inversión anual de una luminaria LED para alumbrado público de calles. Fuente: Mach Electronics y Elaboración propia, Año 2018.

LUMINARIAS LED PARA USO EN AVENIDAS						
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Vida útil [hs]	Vida útil [Años]	Precio [U\$S]	Costo de inversión anual [U\$S]
MACH ELECTRONICS	LL-RM250-B1	250	50000	11,5	417	36,18

Figura 126: Costo de inversión anual de una luminaria LED para alumbrado público de avenidas. Fuente: Mach Electronics y Elaboración propia, Año 2018.

5.12.1.4. Determinación del Costo Anualizado Total (CAT)

Se determinó el Costo Anualizado Total para cada tipo de luminaria (Vapor de Sodio de Alta Presión y LED) para alumbrado público de calles y avenidas, realizando la suma entre el costo del ciclo de vida y el costo de la inversión anual:

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN Y DE LED PARA USO EN CALLES						
Proveedor	Modelo	Tecnología	Potencia [Watts]	Costo del ciclo de vida [U\$S/año]	Costo de inversión anual [U\$S]	Costo anualizado total [U\$S/año]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	VSAP	150	171,9	-	171,9
	SON-T	VSAP	250	199,0	-	199,0
MACH ELECTRONICS	LL-RM150-B1	LED	150	53,8	21,7	75,5

Figura 127: Costo anualizado total para cada tipo de luminaria (VSAP y LED) para alumbrado público de calles. Fuente: Elaboración propia, Año 2018.



LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN Y DE LED PARA USO EN AVENIDAS						
Proveedor	Modelo	Tecnología	Potencia [Watts]	Costo del ciclo de vida [U\$S/año]	Costo de inversión anual [U\$S]	Costo anualizado total [U\$S/año]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	VSAP	400	277,6	-	277,6
MACH ELECTRONICS	LL-RM250-B1	LED	250	88,0	36,2	124,1

Figura 128: Costo anualizado total para cada tipo de luminaria (VSAP y LED) para alumbrado público de avenidas. Fuente: Elaboración propia, Año 2018.

Luego, realizando la diferencia entre el costo anualizado total de cada una de las luminarias, se obtuvo el ahorro anual:

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN Y DE LED PARA USO EN CALLES						
Proveedor	Modelo	Tecnología	Potencia [Watts]	Costo anualizado total [U\$S/año]	Ahorro anual [U\$S/año]	Porcentaje de ahorro anual [%]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	VSAP	150	171,9	96,4	56%
	SON-T	VSAP	250	199,0	123,5	62%
MACH ELECTRONICS	LL-RM150-B1	LED	150	75,5	-	-

Figura 129: Ahorro anual del recambio de una luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión por una con tecnología LED para alumbrado público de calles. Fuente: Elaboración propia, Año 2018.

LUMINARIAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN Y DE LED PARA USO EN AVENIDAS						
Proveedor	Modelo	Tecnología	Potencia [Watts]	Costo anualizado total [U\$S/año]	Ahorro anual [U\$S/año]	Porcentaje de ahorro anual [%]
PHILIPS-SIGNIFY	SON-T	VSAP	400	277,6	189,6	68%
MACH ELECTRONICS	LL-RM250-B1	LED	250	88,0		

Figura 130: Ahorro anual del recambio de una luminaria de Vapor de Sodio de Alta Presión por una con tecnología LED para alumbrado público de calles. Fuente: Elaboración propia, Año 2018.



En primer lugar, para el alumbrado público de calles, existiría una disminución de U\$S 96,40 por año en el costo anualizado total para el reemplazo de luminarias de 150 Watts de VSAP, lo que representa un ahorro del 56% con respecto al CAT de los artefactos instalados en la actualidad. A su vez, para el reemplazo de luminarias de 250 Watts, el descenso en el costo anualizado total sería de U\$S 123,50 por año, equivalente a un ahorro del 62% en dicho costo.

En segundo lugar, para el alumbrado público de avenidas, existiría una disminución de U\$S 189,60 por año en el costo anualizado total para el reemplazo de luminarias de 400 Watts de VSAP, lo que representa un ahorro del 68% con respecto al CAT de los artefactos instalados en la actualidad.

Finalmente, en base a lo expuesto anteriormente, se concluyó que el recambio de luminarias de Vapor de Sodio de Alta Presión por otras con tecnología LED del proveedor Mach Electronics, tanto para alumbrado público de calles como de avenidas, es viable en términos económicos-financieros.

5.12.2. Opciones de financiamiento

Refiriendo a la entrevista realizada el día 21/08/2018, las autoridades del municipio¹³ manifestaron estar interesados en la forma de financiamiento mediante el Plan de Alumbrado Eficiente. Por lo tanto, se adopta dicha opción de financiamiento para el recambio de luminarias en el alumbrado público para el Municipio de Malvinas Argentinas.

5.12.3. Recupero de la inversión inicial

Siguiendo el criterio de reemplazo mencionado en el inicio del presente apartado, tomando los datos determinados en el apartado 5.7.2 *Relevamiento de la situación actual*, se tiene el siguiente cómputo de luminarias LED a adquirir:

CANTIDAD Y TIPO DE LUMINARIAS LED A ADQUIRIR	
Cantidad de luminarias de 150 Watts (Unidades)	484
Cantidad de luminarias de 250 Watts (Unidades)	686
Cantidad total de luminarias (Unidades)	1170

Figura 131: Cantidad y tipo de luminarias LED a adquirir. Fuente: *Elaboración propia, Año 2018.*

¹³ El Ing. Roberto Caratozzolo Copes, Director General de Obras, junto con el Lic. Marcelo Baigorria, Director de Seguridad e Higiene y Proyectos Eléctricos.



Teniendo en cuenta el precio de cada luminaria, se determinó el monto de la inversión inicial necesaria para la adquisición de las 1170 luminarias:

INVERSIÓN TOTAL NECESARIA PARA ADQUISICIÓN DE LUMINARIAS LED						
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Cantidad [unidades]	Precio [U\$S]	Inversión [U\$S]	Inversión Total [U\$S]
MACH ELECTRONICS	LL-RM150-B1	150	484	250	121000	407062
MACH ELECTRONICS	LL-RM250-B1	250	686	417	286062	

Figura 132: Inversión total necesaria para el recambio de luminarias en los principales corredores viales del Municipio de Malvinas Argentinas. Fuente: Elaboración propia, Año 2018.

En total, es necesario invertir U\$S 407.062,00 (equivalente a AR\$ 15.468.356,00¹⁴) para el recambio de luminarias de vapor de sodio de alta presión por artefactos de tecnología LED del proveedor Mach Electronics.

En cuanto al ahorro en el costo anualizado total, tomando nuevamente los datos del apartado 5.7 *Relevamiento de la situación actual*:

AHORRO EN EL COSTO ANUALIZADO TOTAL POR RECAMBIO DE LUMINARIAS								
Proveedor	Modelo	Tecnología	Potencia [Watts]	Cantidad de luminarias a reemplazar	Ahorro anual unitario [U\$S/año]	Ahorro anual [U\$S/año]	Ahorro anual Total [U\$S/año]	Ahorro anual Total [%]
MACH ELECTRONICS	LL-RM150-B1	LED	150	325 ⁽¹⁾	96,4	31315	192880	63%
				258 ⁽²⁾	96,4	24859		
				30 ⁽³⁾	123,5	3704		
MACH ELECTRONICS	LL-RM250-B1	LED	250	180 ⁽⁴⁾	111,0	19983		
				596 ⁽⁵⁾	189,6	113019		

1: Luminaria LED de 150 W en reemplazo de luminaria de VSAP con única lámpara de 150 W.
2: Luminaria LED de 150 W en reemplazo de luminaria de VSAP con dos lámpara de 150 W.
3: Luminaria LED de 150 W en reemplazo de luminaria de VSAP con única lámpara de 250 W.
4: Luminaria LED de 250 W en reemplazo de luminaria de VSAP con dos lámparas de 250 W.
5: Luminaria LED de 250 W en reemplazo de luminaria de VSAP con única lámpara de 400 W.

Figura 133: Ahorro anual total en el costo anualizado para cada tipo de luminaria. Fuente: Elaboración propia, Año 2018.

¹⁴ Se tomó un valor dólar de \$38, según cotización del BCRA al día 31 del mes de Agosto del año 2018.



En total, el ahorro en el costo anualizado, para el conjunto de luminarias del recambio, es de U\$S/año 192.880,00 (equivalente a AR\$/año 7.329.440,00), lo que representa una disminución del 63% en el costo anualizado total de las luminarias de vapor de sodio instaladas en la actualidad. Luego, el plazo de recupero de la inversión, en años, se obtuvo dividiendo el monto de la inversión inicial por el ahorro obtenido anteriormente:

INVERSIÓN TOTAL NECESARIA PARA ADQUISICIÓN DE LUMINARIAS LED						
Proveedor	Modelo	Potencia [Watts]	Cantidad [unidades]	Inversión Total [U\$S]	Ahorro anual Total [U\$S/año]	Plazo de recupero de la inversión [años]
MACH ELECTRONICS	LL-RM150-B1	150	484	407062	192880	2,1
MACH ELECTRONICS	LL-RM250-B1	250	686			

Figura 134: Plazo de recupero de la inversión para el recambio de luminarias en el alumbrado público de Malvinas Argentinas. Fuente: *Elaboración propia, Año 2018.*

Esto significa que la inversión inicial requerida para el recambio de luminarias de VSAP por aquellas con tecnología LED, del proveedor Mach Electronics, tiene un plazo de recupero de aproximadamente 2,1 años (aproximadamente 25 meses). Este lapso de tiempo equivale aproximadamente a 1/3 del tiempo de recupero determinado en el apartado 2.5 *Estudio económico-financiero* para las luminarias del proveedor Philips-Signify, en el que dicho lapso fue determinado en 7,2 años. No obstante, los precios de dichas luminarias triplican el valor de los artefactos de Mach Electronics, como así también la amplia diferencia que existe entre la calidad y jerarquía entre un proveedor y otro (a favor de Philips-Signify).

Finalmente, se hace mención al hecho de que no fueron incluidos los costos de financiamiento para la alternativa financiera adoptada (el PLAE) ya que el mismo no exige una retribución económica del municipio hacia la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética (SSAYE).



5.14. Simulación de performance de luminarias elegida

Para la simulación de la performance de la luminaria actual y la de tecnología LED seleccionada para el recambio, se utilizó el software DIALux, de licencia gratuita. Se optó por realizar la prueba virtual con una luminaria genérica con lámpara de vapor de sodio de alta presión de 400 W para la situación actual instalada, y la luminaria modelo LL-RM250-B1 del proveedor Mach Electronics S.A, para el recambio con LED. El corredor vial acorde a dicha renovación fue la Av. de los Constituyentes entre las calles El Callao y Paso de los Patos (en este sector la avenida se llama Directorio).

En cuanto a los resultados obtenidos en la simulación, los mismos evidencian un cambio satisfactorio respecto a la situación instalada actualmente, que presenta luminarias con lámparas de vapor de sodio de alta presión, de 400 W de potencia en el tramo mencionado anteriormente. A su vez, se destaca la diferencia positiva a favor de la luminaria de LED en la iluminancia recibida por el “Camino peatonal 1”, que sería una de las veredas de la traza. Los resultados obtenidos con el software, tanto para la situación actual y para la futura con LED, se pueden observar en el anexo 8.9. *Simulación de performance*.

5.15. Determinación de la reutilización, reciclado o disposición final de lo reemplazado

En el año 2009, la Secretaría de Producción, Industria y Medio Ambiente del municipio creó el Programa “Reciclado de Residuos Sólidos Urbanos (R.S.U.)”, en la Planta ubicada en el Predio Municipal en Dr. Baroni y las Vías del Ferrocarril Belgrano Norte; con el fin de disminuir la cantidad de residuos en todo el distrito y de esta manera generar conciencia ecológica. A través del Programa, se realizan durante el año distintas actividades en todos los ámbitos sociales para inculcar en chicos, jóvenes y adultos, una nueva cultura enfocada en el cuidado del medio ambiente. Para ello, se brindan charlas informativas en las escuelas, centros de jubilados, y distintas ONG de la localidad donde se colocan contenedores clasificadores para los residuos reutilizables.

La Planta de Reciclado de Residuos Sólidos Urbanos, gestiona más de 1000 toneladas de residuos anuales, recolectando y procesando los siguientes:

- Aceite vegetal usado (gastronómico), en envases plásticos bien cerrados.
- Vidrios: Botellas, frascos y vidrios rotos.
- Residuos electrónicos: Computadoras, monitores, electrodomésticos en desuso en general.

- Diarios, revistas: Papeles, cartones.
- Envases, de tetrapack.
- Plásticos: Botellas y envases plásticos (limpios y secos), bolsas de nylon, sillas rotas.
- Metales: Metales en general. Chapas, aluminios, envases en aerosol, entre otros.
- Pilas y baterías.
- Poliestireno expandido (telgopor): Bandejas, protectores, etc.
- Neumáticos, usados.



Figura 135: Planta Municipal de Reciclado de Residuos Sólidos Urbanos. *Fuente: Zona Norte Diario Online, Año 2013.*

Asimismo, desde el año 2009 también funciona la Planta de Biodiesel, en donde se produce a partir del aceite usado más de 30000 litros mensuales de combustible, abasteciendo al 25% del consumo de los móviles municipales.

En síntesis, estas dos importantes plantas están destinadas al cuidado del medio ambiente, tanto de Malvinas Argentinas como del planeta, y a la concientización de la población al respecto, tal como se muestra a continuación:



Figura 136: Campaña de concientización para el desarrollo sostenible. Fuente: *Municipio de Malvinas Argentinas, Año 2018.*

En relación a la reconversión de luminarias del alumbrado público, se propone seguir las recomendaciones del apartado 2.7. *Reciclaje y reutilización de luminarias*. Respecto a la reutilización, aquellas luminarias que se encuentren en buen estado al ser retiradas, o que puedan estarlo luego de un reacondicionamiento pertinente, es apropiado que estén disponibles para reemplazos necesarios por mantenimiento ó nuevos puntos de luz que se requieran.

De no ser posible alguna de estas opciones, se considera que las luminarias han llegado al final de su vida útil. Por lo tanto, se recomienda utilizar la Planta Municipal de Reciclado para separar los elementos que componen a las mismas y proceder a su posterior reciclaje, teniendo especial cuidado en no romper las ampollas de vidrio de las lámparas y separándolas exclusivamente para su disposición final.

Cabe destacar, que las lámparas de descarga de gas poseen un mínimo contenido de mercurio, y este es considerado un residuo peligroso. Para disponer finalmente dicho material, el municipio tiene intenciones de contratar a una empresa que se encargue de la disposición final de las lámparas que hayan llegado al límite de su vida útil. El Grupo Pelco es una empresa que se dedica a dichas cuestiones y, a modo de ejemplo, se puede apreciar el siguiente esquema de procesos:

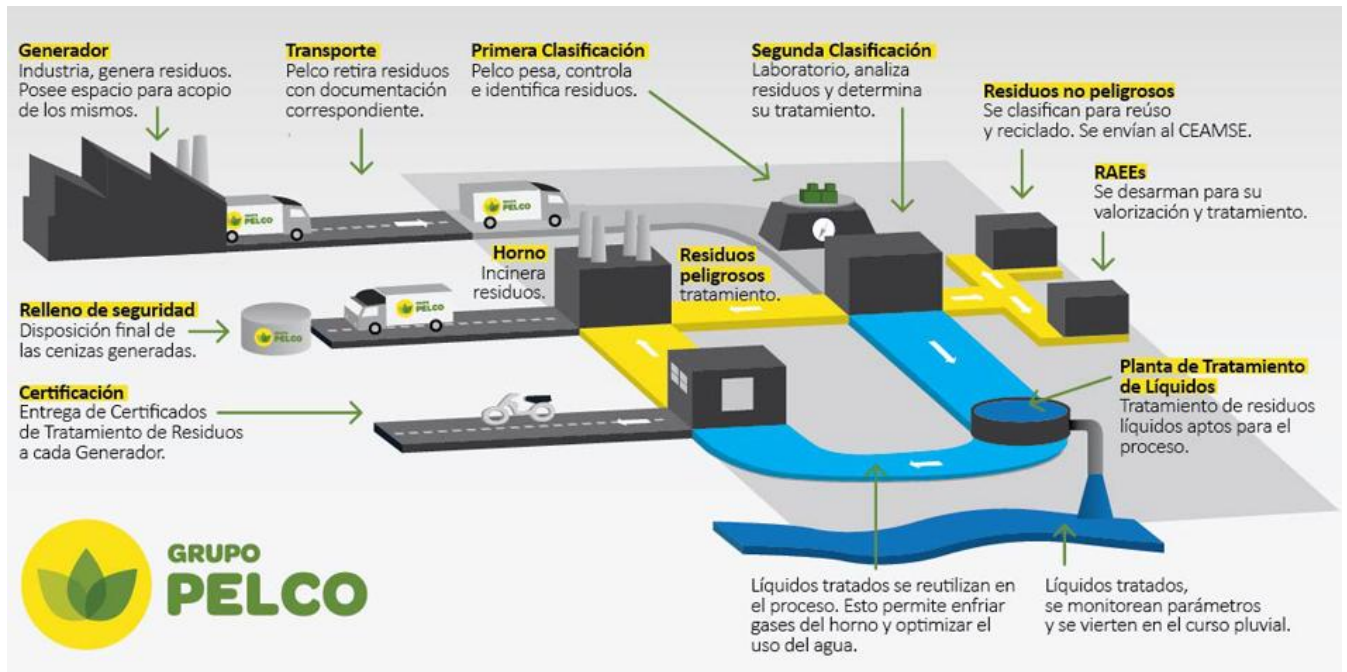


Figura 137: Esquema de tratamiento de residuos realizado por el Grupo Pelco. Fuente: Grupo Pelco. Año 2018.

5.16. Consideración de recomendaciones y adopción de necesarias

En relación a las recomendaciones sugeridas para aplicar en el Municipio de Malvinas Argentinas, del apartado 4. *Recomendaciones* de la sección anterior, se consideran prioritarias las siguientes:

- **4.1. Medioambientales:**

- Realizar el Estudio de Impacto Ambiental, que es un documento en el que se detalla, con informes técnicos, investigaciones, etc., el alcance que un determinado proyecto tiene sobre el medio ambiente.

Se sugiere que este estudio se lleve a cabo antes de realizar el proyecto, ya que sería lo más adecuado, para cuantificar el alcance exacto del impacto ambiental y poder tomar medidas para su control (acciones de mitigación).

- La poda y destronque debe ser autorizada y supervisada por la Dirección o Secretaría de Medio Ambiente del Municipio en cuestión. La misma debe confeccionar un plan de acción que incluya una metodología para la poda y destronque que sea necesaria en los corredores viales. A su vez, en aquellos casos



que se lo considere pertinente, se destinarán espacios públicos específicos para la replantación de vegetación arbórea y ornamental.

En especial, en la Av. Pte. Juan Domingo Perón y la ex Ruta Nacional N°197, que presentan árboles en el cantero central, cuyo follaje obstaculiza severamente la iluminación de la calzada. También sucede algo similar en algunos sectores de la Av. Olivos y la Av. de los Constituyentes, aunque no presentan cantero central.

- Respetar las medidas recomendables para el uso de luminarias LED en el alumbrado público de los corredores viales, explicitadas en el apartado 2.2.5. *Comentarios acerca de la utilización de la tecnología LED*, con el fin de iluminar sustentablemente y no colaborar con la contaminación lumínica.

Sobre todo, respecto a la elección de la temperatura de color de las luminarias, donde se recomienda que sea lo más cercano a 3000K y no supere los 4000K.

- 4.2. De Seguridad Vial:

- En los corredores viales que se vean afectados, debe existir una planificación y coordinación del tránsito por parte de la Dirección o Secretaría de Seguridad Vial y Transporte de la Municipalidad correspondiente. También, se debe notificar previamente mediante cartelería a las personas involucradas, tanto residentes linderos como usuarios de tránsito.

- 4.3. Técnicas Operativas:

- Se recomienda contar con el asesoramiento técnico competente que permita:
 - a) Diagnosticar y auditar el estado de la instalación existente.
 - b) Definir objetivamente el sector más apropiado de luminarias a recambiar y la tecnología más adecuada a implantar, en función de: el tipo de instalación actual y su entorno, la capacidad de gestión e inversión del municipio, la posibilidad de acceder a ayuda económica.
 - c) Diseñar y verificar la correcta ejecución de la reconversión de luminarias.
 - d) Garantizar el cumplimiento de la normativa vigente.
 - e) Exigir al fabricante de luminarias los certificados necesarios.
 - f) Se deben anteponer las cuestiones relativas a la seguridad frente al resto, en especial en instalaciones antiguas. Cuando se plantea un recambio no hay que olvidar analizar el estado del resto de la instalación (puestas a tierra, protecciones, soportes, cableados, etc.).
 - g) Se aconseja emplear la luz blanca en aquellas zonas que así lo exijan por reproducción cromática (espacios deportivos, ornamentales, comerciales, etc.)



pero no fomentar su uso con carácter general y en especial en lugares de mayor sensibilidad a la componente azul (espacios naturales, observatorios, zonas protegidas, etc.).

- h) En toda instalación de alumbrado público es preceptivo exigir al fabricante toda la documentación que certifique el cumplimiento de normas de su material.
- i) En toda instalación de alumbrado público, sea un recambio de luminaria o una nueva ejecución, es preceptivo exigir al instalador de la misma la realización de una verificación final previa a la puesta en marcha y la emisión de un certificado de la instalación. Además, será necesario la inspección de un organismo de control autorizado.
- j) Toda instalación de alumbrado público requiere de la existencia de un mantenimiento posterior, correctivo y preventivo, eficaz y con los recursos suficientes que garanticen la eficiencia y la funcionalidad permanentemente.
- o En determinados puntos, donde la altura del poste se considere fuera de los valores normales y alcance los 7 m u 8 m, se recomienda modificar la altura para lograr un mejor aprovechamiento de la luz.
- o En el caso que no se logren cumplir los requerimientos mínimos con ninguna luminaria con la configuración de postes instalada, se deberá proyectar una modificación de la configuración, como puede ser el caso de achicar la distancia entre postes.
- o Verificar la puesta a tierra y el cableado de cada columna de iluminación, y acondicionarlos de ser necesario.
- 4.4. Administrativas:
 - o Llamar a licitación a aquellas empresas que estén dispuestas a realizar el recambio de tecnología de luminarias de alumbrado público y se relacionen con los proveedores calificados. Los oferentes deberán presentar un plan de gestión de las luminarias a reemplazar, además de uno de control y mantenimiento de la instalación.

Todas aquellas recomendaciones que figuren en el apartado mencionado anteriormente y no hayan sido señaladas en este, deben contemplarse, pero no con la misma importancia y prioridad que las seleccionadas.



5.17. Agregado de Energías Renovables

La generación de energía es uno de los aspectos más cuestionados de la actualidad. Los combustibles fósiles se siguen utilizando y son recursos no renovables los cuales se queman para producir energía. De esta manera, se contamina severamente el medio ambiente, al aumentar las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, sin contemplar todas las consecuencias aparejadas: cambio climático, calentamiento global, aumento del nivel del mar, desastres naturales, smog en el aire, emisión de gases de efecto invernadero, lluvia ácida, contaminación de las aguas, entre otras.

Aproximadamente unos veinte años atrás, sobre todo luego del Protocolo de Kyoto¹⁵, se ha comenzado a hablar sobre las energías renovables, más eficientes, no contaminantes, limpias, entre muchos otros sinónimos que hacen alusión al desarrollo sostenible. Algunas de las mismas, se describen brevemente a continuación:

5.17.1. Energía solar

El planeta Tierra recibe gran radiación proveniente del sol, lo que significa una abundante cantidad de energía al año, de la cual solo rinde un 40%, debido a las diferentes pérdidas que se producen en los procesos de aprovechamiento. Sin embargo, no deja de ser una fuente de energía descentralizada, limpia e inagotable, que se puede transformar en electricidad mediante la energía solar térmica y la fotovoltaica. Con la primera, a través de colectores térmicos se transforma la energía que proviene del sol para producir calor. La segunda, se basa en el efecto fotoeléctrico, en donde la transformación de la radiación solar a energía eléctrica se realiza a través de celdas fotovoltaicas. Éstas se componen de semiconductores sensibles a luz solar que provoca una circulación de corriente eléctrica entre sus dos caras, y un conjunto de celdas conectadas entre sí, conforman paneles solares fotovoltaicos.

5.17.2. Energía eólica

La energía cinética del viento se aprovecha para convertirla en energía mecánica o eléctrica mediante la utilización de molinos. En las zonas rurales, se utilizan molinos de viento para el bombeo mecánico de agua, pero para la producción de energía eléctrica se emplean aerogeneradores, especialmente diseñados para dicha función. Los mismos hacen uso del viento para mover sus aspas, de manera que gire un rotor, que, conectado a un

¹⁵ Naciones Unidas (1998): *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. (ver anexo 8.2.9)



generador, produce energía eléctrica. En la Región Patagónica, hay diversos parques eólicos instalados a causa de los fuertes y recurrentes vientos.

5.17.3. Geotérmica

Como su nombre lo expresa, es aquella energía que proviene de la corteza terrestre en forma de calor y se puede extraer y transformar en electricidad. La generación se basa en el aprovechamiento del vapor producido naturalmente, que ocasionan el giro de turbinas y, mediante un generador, producen una corriente eléctrica. En Argentina existen cuatro puntos donde se puede generar electricidad a través de esta forma alternativa, y se encuentran en las provincias de Neuquén (dos de ellos), Jujuy y San Juan.

5.17.4. Hidroeléctrica

La fuente de energía renovable basada en el agua, consiste en la conversión de diferentes tipos de energía para obtener el objetivo buscado: de energía potencial gravitatoria, a cinética, a mecánica, para lograr finalmente la energía eléctrica. Como fuente no convencional se tienen tanto a los aprovechamientos de almacenamiento, tipo presas y diques, y a los de paso o agua fluyente. Estos últimos, en general son llamados “pequeños aprovechamientos hidroeléctricos”, ya que no suelen modificar drásticamente el curso natural del río donde se implanten, y poseen una potencia instalada menor a los 50 MW.

5.17.5. Biomasa

Biomasa se denomina a todo aquello de carácter orgánico proveniente de plantas, animales y diversas actividades humanas. Cualquier tipo de biomasa resulta de la reacción de la fotosíntesis vegetal, que sintetiza sustancias orgánicas a partir del dióxido de carbono, aprovechando la energía del sol. Abarca desde la combustión de la leña para la generación de calor para calefacción, hasta la combustión de residuos orgánicos en plantas específicas para la generación de electricidad.

5.17.6. Biogás

También se origina a partir de la descomposición de la materia orgánica, pero mediante el proceso biológico de digestión anaeróbica, en un medio carente de oxígeno y a través de bacterias específicas. El alto porcentaje de gas metano involucrado, le otorga un poder calorífico apto para la combustión en motogeneradores que generan energía eléctrica.

5.17.7. Biocombustibles

A partir de materias primas de origen agropecuario, agroindustrial o desechos orgánicos, se puede producir bioetanol, biodiesel e incluso biogás. El objetivo de estos “biocombustibles” es, una vez más, la generación de energía eléctrica desde fuentes alternativas. Sin embargo, también se pueden utilizar como combustibles convencionales, así como lo hace el Municipio de Malvinas Argentinas con lo producido a partir del aceite vegetal usado en su Planta de Biodiesel, desde el año 2009.

5.17.8. Situación actual del país

La República Argentina, está inmersa en un régimen que contribuye al cambio de paradigma sobre la utilización de energías renovables, a partir de las cuales actualmente solo se produce 678 MW de la matriz energética nacional.

A través de la promulgación de la Ley N° 27.191 (ver anexo 8.2.17. *Ley 27.191*) se establece el objetivo de alcanzar el 8% del consumo eléctrico nacional en base a fuentes de energías renovables, para fin del año 2017. A futuro, la meta propuesta por dicha ley es del 20% para el 31 de Diciembre de 2025, lo que representa aproximadamente 10.000 MW, según datos del Ministerio de Energía y Minería (MINEM).

Desafortunadamente, el primer objetivo propuesto por la ley aún no se ha podido cumplir, ya que según el MINEM la cifra cubierta alcanzó el 1,2% del 8% propuesto para el año 2017. Sin embargo, el Ministerio tiene las siguientes expectativas:

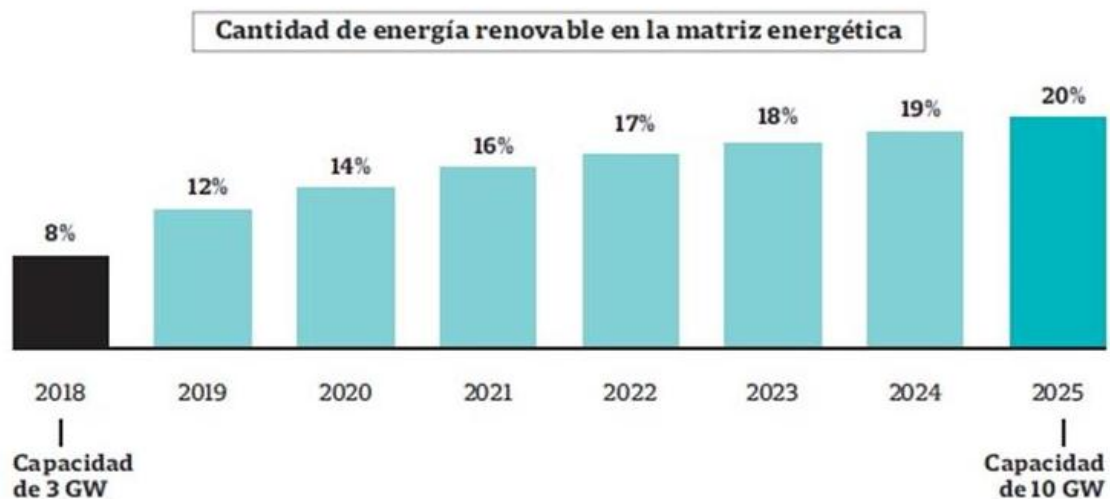


Figura 138: Expectativas para los próximos años en consumo eléctrico de fuentes de energía renovable. Fuente: Ministerio de Energía y Minería, Año 2018.

Para lograr cumplirlas, en 2015 el gobierno actual lanzó el Programa *RenovAr*, que consiste de una gran licitación dividida en rondas que adjudica proyectos de generación a distintas empresas que, cuando tenga su producción en marcha, le venderán dicha energía a la Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico (CAMMESA). A principios del año corriente, los proyectos que ya han sido adjudicados por el programa en cuestión, se muestran a continuación:

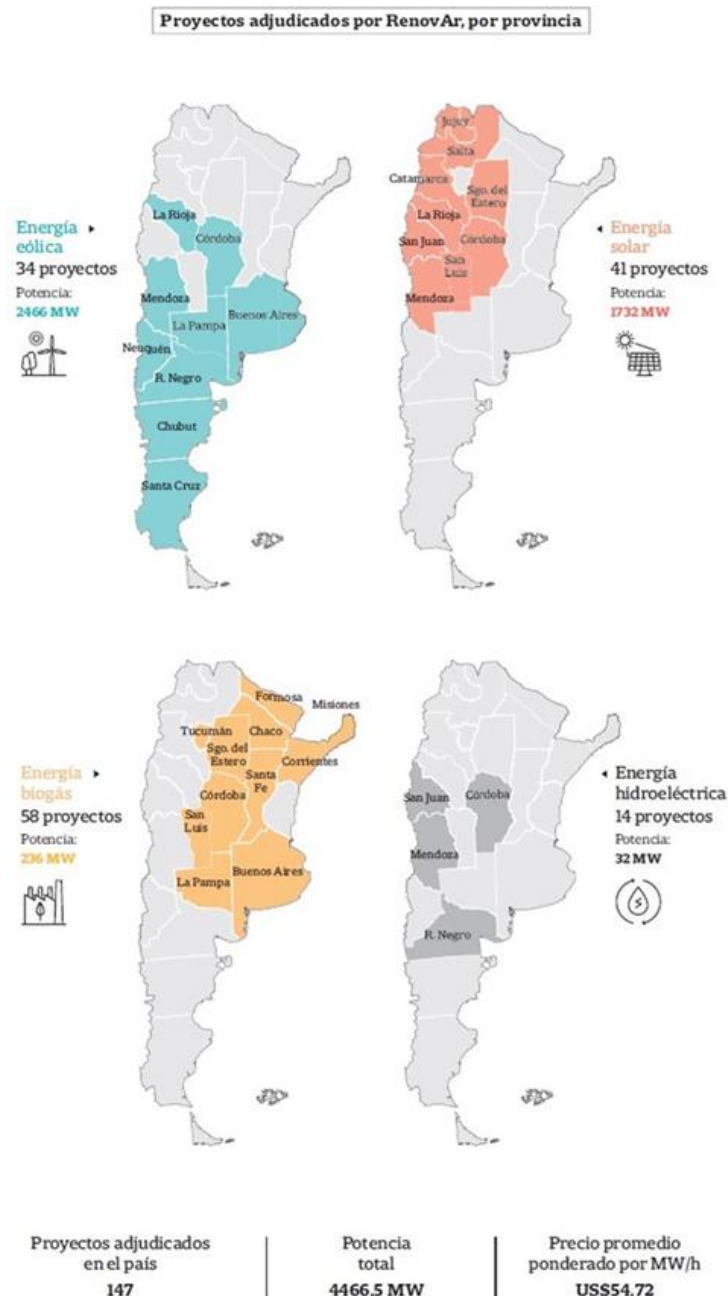


Figura 139: Proyectos adjudicados del Programa RenovAr por provincia y por tipo de energía alternativa. Fuente: Ministerio de Energía y Minería, Año 2018.



En el caso de los grandes consumidores, la Ley N° 27.191 exige la producción propia, o en su defecto, la compra a empresas prestadoras, del porcentaje en cuestión para cada año, de consumo eléctrico a partir de fuentes renovables.

5.17.9. Aplicación al Municipio de Malvinas Argentinas

El Municipio de Malvinas Argentinas ha demostrado su necesidad ante esta situación, de manera que en este apartado se propone un camino hacia la solución, siempre enfocado en la aplicación de la tecnología LED en el alumbrado público.

Actualmente, existen luminarias de tecnología LED para alumbrado público que poseen paneles fotovoltaicos y utilizan a la energía solar como proveedor de electricidad para su funcionamiento. Ante los numerosos cortes de luz sufridos en los últimos años, algunos municipios, como Escobar, las han implementado en sus calles para que los transeúntes no circulen en penumbras. Los inconvenientes que dichas luminarias presentan son que el tiempo de absorción de energía solar es reducido y cuando se presentan varios días nublados, la batería no se carga, por lo que la lámpara no se enciende con su propia fuente de alimentación y lo debe hacer, convencionalmente mediante energía eléctrica de la red.

Para los corredores viales analizados del Municipio de Malvinas Argentinas, se propone colocar una luminaria LED con panel solar en cada esquina del trazado, en paradas de colectivos, en zonas cercanas a estaciones de ferrocarril, frentes de escuelas y hospitales. Esta propuesta, es una iniciativa para cumplir el objetivo nacional que se pretende y así se focaliza en la eficiencia energética para el desarrollo sustentable del país, comenzando desde el organismo político más pequeño, como es un municipio.

Mach Electronics S.A., la empresa que finalmente resultó elegida en este proyecto para la renovación con luminarias LED, ofrece también artefactos para alumbrado público con un panel solar superior, lo que podría ser una opción a tener en cuenta, al momento de la implementación del recambio.



6. Conclusiones

Una vez realizado el análisis teórico del recambio de luminarias instaladas actualmente en el alumbrado público, por otras con tecnología LED, se concluyó que el proyecto es viable en cualquier localización si se sigue una serie de pasos, como los propuestos en la metodología planteada.

Para llegar a la misma, en primer lugar, se analizaron los antecedentes referidos al uso eficiente de la energía y a la necesidad de reconversión del sistema de iluminación del alumbrado público en el país.

Después, se hizo un relevamiento de las tecnologías eficientes implementadas en las luminarias del alumbrado público, tanto a nivel nacional como provincial (en la Provincia de Buenos Aires), luego en el Área Metropolitana de Buenos Aires y finalmente, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. De esto, se destaca que el mayor grado de avance en relación al estado de recambio lo presenta Capital Federal (con el 87%), aunque a nivel nacional Buenos Aires no es la provincia con el mayor porcentaje de luminarias con tecnología LED, sino Entre Ríos, Misiones y Tierra del Fuego.

Por otra parte, se realizó el estudio técnico, fundamentado en: ciertos conceptos y recomendaciones de la Comisión Internacional de la Iluminación, y exigencias técnicas mínimas a cumplir en el alumbrado vial según las normas de la Dirección Nacional de Vialidad. Se analizaron conceptos generales de la Luminotecnia y los diferentes tipos de lámparas y luminarias utilizadas en el alumbrado público, y luego se hizo una comparativa de las mismas. A partir de ésta, se concluyó que los artefactos con tecnología LED son los más eficientes para el uso en alumbrado público y, en contraposición, también se abordaron los cuestionamientos a esta tecnología. Para finalizar con el estudio en cuestión, se presentaron las diferentes disposiciones de las luminarias en las vías públicas.

Por otro lado, se estudió todo tipo de normativa legal referente al proyecto y sus diferentes actores intervinientes. A partir de lo expuesto en los estudios técnicos y legales, se elaboró un estudio sobre los modelos con tecnología LED que califican según los requerimientos mínimos para el alumbrado público. De aquí, se obtuvo que sólo calificaron 23 de los 122 modelos presentados, lo que representa un 18,5% de la oferta del mercado analizado.

En relación al aspecto económico-financiero, se analizó cómo obtener el modelo de luminaria más apta para el uso en el alumbrado público, en términos de inversión, ahorro y recupero.



En última instancia, se trató el tema de la contaminación lumínica considerando todos los aspectos posibles para evitar la misma al momento en que se ejecute el proyecto. Luego, también se estudió el reciclaje y reutilización de las luminarias que se cambian durante el proceso del recambio del sistema de iluminación en las vías públicas.

Fue así como se pudo extraer una metodología posible de ser aplicada por cualquier localización que quiera implementar la reconversión de luminarias en el alumbrado público.

A modo de cierre, se elaboraron recomendaciones que deberían tenerse en cuenta a la hora de llevar a cabo el proyecto.

De esta manera, teniendo este panorama general, se procedió a validar la metodología propuesta. Para ello, se realizó la simulación de la aplicación piloto del proyecto en el Municipio de Malvinas Argentinas.

En primer lugar, se estableció la unidad de análisis. La misma se basó en los principales corredores viales del partido. Luego, se describió el contexto correspondiente a cada uno de ellos y se llevó a cabo un relevamiento de campo de las luminarias instaladas actualmente en los mismos.

Después, se hizo el Estudio de Impacto Ambiental, para determinar el alcance del impacto del proyecto sobre el medio ambiente y establecer las medidas para su control. Una vez finalizado, se comprobó la factibilidad del proyecto, en términos medioambientales.

Luego, se realizó la evaluación correspondiente a cada área de estudio (legal, técnica, comercial y económico-financiera). Todas resultaron favorables para la aplicación del proyecto en el municipio.

Posteriormente, se dieron a conocer las luminarias LED más factibles a utilizar en el recambio del sistema de iluminación en las arterias analizadas y se llevó a cabo la simulación de performance de la luminaria seleccionada, que resultó satisfactoria. Además, se hizo mención a la reutilización, reciclado o disposición final de lo reemplazado, y también se tuvo en consideración las recomendaciones propuestas.

En último lugar, por necesidad del municipio, se analizó la posible aplicación de la tecnología LED en el alumbrado público con energías renovables, en determinados sectores del partido.

Así, siguiendo los pasos planteados del procedimiento, se llegó a la conclusión de que el proyecto es viable en el municipio.

En resumen, como conclusión personal, la realización del proyecto fue un constante proceso de idas y vueltas, de **ir de lo general a lo particular**. Los diversos *loops* que hemos atravesado nos dejaron como enseñanza principal que el aprendizaje es continuo, y



que los proyectos tienen un carácter **transdisciplinario**, en donde se deben consultar a todos los que intervengan o se vean afectados por los mismos.

Queremos agradecer nuevamente a la Cátedra Proyecto Final, por la excelente predisposición brindada a lo largo de este camino que nos llevó a finalizar el trabajo en cuestión, como también a los docentes de la Facultad que nos han asesorado sobre determinados temas, y a las autoridades del Municipio de Malvinas Argentinas.



7. Bibliografía

Teoría:

- Baca Urbina, G. (2005). *Evaluación de Proyectos (5ª ed.)*. México, D.F., México: McGraw-Hill Interamericana.
- Cohen, E. y Martínez, R. (2006). *MANUAL: Formulación, Evaluación y Monitoreo de Proyectos Sociales*. Recuperado de <http://files.ujghpee.webnode.com/200000191-c6b90c7b32/Manual%20Formulacion%20Evaluacion%20y%20Monitoreo%20de%20Proyectos.pdf>
- Sapag Chain, N. y Sapag Chain, R. (1990). *Preparación y Evaluación de Proyectos (2ª ed.)*. México, D.F., México: McGraw-Hill Interamericana.

Estudio Económico-Financiero:

PPP:

- Ministerio de Hacienda (2018). Flujograma Eficiencia Energética en Alumbrado Público. *Ministerio de Hacienda*. Recuperado de https://www.minhacienda.gob.ar/ppp/docs/Flujograma_PPP_Eficiencia%20Energetica.pdf
- Ministerio de Hacienda (2018). Participación Público-Privada en alumbrado público Presentación del Proyecto Piloto. *Ministerio de Hacienda*. Recuperado de https://www.minhacienda.gob.ar/ppp/docs/PPP_Alumbrado_Publico_Presentacion_resumen.pdf
- Ministerio de Hacienda (2018). Programa de mejora de la Eficiencia Energética en Alumbrado Público. *Ministerio de Hacienda*. Recuperado de <https://www.minhacienda.gob.ar/ppp/docs/IF-2018-02680585-APN-SSAYEE.pdf>
- Ministerio de Hacienda (2018). DOCUMENTOS EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ALUMBRADO PÚBLICO - ETAPA I. *Ministerio de Hacienda*. Recuperado de https://www.minhacienda.gob.ar/ppp/documentos_energia.php
- Slipczuk, M. (2018, 23 de abril). ¿Qué son los PPP? Ventajas y peligros del nuevo sistema que se usará para construir infraestructura en el país. Recuperado de <http://chequeado.com/el-explicador/que-son-los-ppp-ventajas-y-peligros-del-nuevo-sistema-que-se-usara-para-construir-infraestructura-en-el-pais/>



- telam (2018, 24 de abril). ¿Qué es el sistema de Participación Público Privada y cómo funciona? *telam*. Recuperado de <https://www.telam.com.ar/notas/201804/274377-participacion-publico-privada-contratos-obras.html>
- Ministerio de Hacienda (2018). Preguntas Frecuentes. *Ministerio de Hacienda*. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/hacienda/participacion-publico-privada/preguntas-frecuentes>
- ARGENTINA. 2016. Contratos de Participación Público Privada. Buenos Aires. *Boletín Oficial*, 30 de noviembre de 2016. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/265000-269999/268322/norma.htm>

PLAE:

- Ministerio de Energía y Minería (2018). Instructivo para completar la Planilla “Presentación de Propuestas”. *Ministerio de Energía y Minería*. Recuperado de <https://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7530>
- Ministerio de Energía y Minería (2017, 7 de abril). REGLAMENTO GENERAL DEL PLAN “ALUMBRADO EFICIENTE”. *Ministerio de Energía y Minería*. Recuperado de <https://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7264>
- ARGENTINA. 2017. Resolución E 84/2017. Plan “Alumbrado Eficiente”. Buenos Aires. *Boletín Oficial*, 17 de abril de 2017. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/270000-274999/273673/norma.htm>
- ARGENTINA. 2017. Disposición E 9/2017. Reglamento - Aprobación. Buenos Aires. *Boletín Oficial*, 14 de septiembre de 2017. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/275000-279999/279524/norma.htm>

Leasing:

- Provincia Leasing (2018). Prensa. *Provincia Leasing*. Recuperado de <http://www.provincialeasing.com.ar/prensa.php>
- Provincia Leasing (2018). PROVINCIA LEASING CONTRIBUYE AL RECAMBIO TECNOLÓGICO DE MONTE. *Provincia Leasing*. Recuperado de http://www.provincialeasing.com.ar/prensa_noticia.php?IdNoticia=731



- debitoor (2018). ¿Qué es el contrato de leasing? *debitoor*. Recuperado de <https://debitoor.es/glosario/definicion-de-leasing>
- Febecos (2018). PLAN ALFA “Alumbrando y Financiando en Argentina” *Febecos*. Recuperado de <http://febecos.com/iluminacion/led-para-municipios/>

Financiamiento con Fondos Propios:

- ARGENTINA. 2001. Decreto N° 1023/2001. Contrataciones del Estado - Régimen. *Boletín Oficial, 16 de agosto de 2001*. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/65000-69999/68396/texact.htm>

Estudio de Impacto Ambiental:

- *Código Urbano de Malvinas Argentinas*. (s.f.). Recuperado de <http://documentos.malvinasargentinas.gob.ar/shares/Portal/biblioteca/planeamiento/CUMA.pdf>
- Conesa Fernández-Vítora, V. (1993), *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental (3ª ed.)*. Madrid, España: Editorial Mundi-Prensa.
- *Plan de Ordenamiento y Desarrollo Urbano de Malvinas Argentinas 2005-2015*. (s.f.). Recuperado de <http://documentos.malvinasargentinas.gob.ar/shares/Portal/biblioteca/planeamiento/PODUMA.pdf>

Estudio Técnico:

- Osram (2008). *Catálogo General de Luz 2007-2008*. Recuperado de: <https://www.osram.es/index-2.jsp>
- Philips (1976). *Manual de Alumbrado*. Madrid, España: Editorial Gráficas TORROBA.
- Ramírez Vázquez, J. (1979). *Luminotecnia (4ª ed.)*. Barcelona, España: Ediciones CEAC, S.A.
- García Fernández, J. y Boix I Aragonès, O. (2001), *Luminotecnia. Iluminación de Interiores y Exteriores*. Cataluña, España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Subsecretaría de Infraestructura (2015), *Manual de Iluminación Vial*. México, D.F., México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.



Sitios web consultados:

Antecedentes generales del alumbrado público:

- *Iluminación de la Ciudad de Buenos Aires (1774)*. (s.f.). Recuperado de <http://elarcondelahistoria.com/iluminacion-de-la-ciudad-de-buenos-aires-1776/>
- Parise, E. (2015, 25 de mayo). *Secreta Buenos Aires*. De los faroles a la tecnología LED. *Clarín*. Recuperado de https://www.clarin.com/home/faroles-tecnologia-led-alumbrado_publico_0_SJrjyYKD7e.html
- *Primer Alumbrado Público (2/12/1774)*. (s.f.). Recuperado de <http://elarcondelahistoria.com/primer-alumbrado-publico-2121774/>
- Szwarczer, C. (2001). *Las primeras luces y el último farol*. Recuperado de <http://blogs.monografias.com/estampas-de-buenos-aires/2011/03/19/las-primeras-luces-y-el-ultimo-farol/>

Marco legal:

- ARGENTINA. 1972. Ley N° 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Buenos Aires. *Boletín Oficial*, 28 de abril de 1972. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/15000-19999/17612/norma.htm>
- ARGENTINA. 1992. Ley N° 24.051 de Residuos Peligrosos. Buenos Aires. *Boletín Oficial*, 17 de enero de 1992. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/450/texact.htm>
- ARGENTINA. 1993. Decreto N° 831/1993. Residuos Peligrosos. Buenos Aires. *Boletín Oficial*, 3 de mayo de 1993. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/10000-14999/12830/texact.htm>
- ARGENTINA. 1994. Ley N° 24.295 de Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Buenos Aires. *Boletín Oficial*, 11 de enero de 1994. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/0-4999/699/norma.htm>
- ARGENTINA. 2001. Ley N° 25.438 de Protocolo de Kyoto y cambio climático. Buenos Aires. *Boletín Oficial*, 19 de julio de 2001. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/65000-69999/67901/norma.htm>
- ARGENTINA. 2007. Decreto N° 140/2007. Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía. Buenos Aires. *Boletín Oficial*, 24 de diciembre de 2007. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/135000-139999/136078/norma.htm>



- ARGENTINA. 2013. Resolución N° 569/2013. Modificación de la Resolución N° 24/2008. Buenos Aires. *Boletín Oficial, 13 de agosto de 2013*. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/215000-219999/218454/norma.htm>
- ARGENTINA. 2015. Decreto N° 231/2015. Modificación del Decreto N° 357/2002. Buenos Aires. *Boletín Oficial, 23 de diciembre de 2015*. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/255000-259999/257246/norma.htm>
- ARGENTINA. 2017. Resolución E 177/2017. Almacenamiento de Residuos Peligrosos - Condiciones y Requisitos mínimos. Buenos Aires. *Boletín Oficial, 17 de abril de 2017*. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/270000-274999/273675/norma.htm>
- ARGENTINA. 2017. Resolución E 88/2017. Operador con equipo transportable u operador in situ. Buenos Aires. *Boletín Oficial, 20 de febrero de 2017*. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/270000-274999/271997/norma.htm>
- Argentina.gob.ar (2007). *Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE)*. Recuperado de <http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3102>
- Argentina.gob.ar (2007). *Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE)*. Recuperado de <https://www.minem.gob.ar/www/835/26087/definicion-y-objetivos>
- Argentina.gob.ar (2007). *Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE)*. Recuperado de <http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3103>
- Argentina.gob.ar (2007). *Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE)*. Recuperado de <http://www.energia.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3107>
- Argentina.gob.ar (2011). *Norma 5001*. Recuperado de https://www.minem.gob.ar/archivos/Reorganizacion/eficiencia/iso50001/ISO_50001.pdf



- Argentina.gob.ar (2017). *Plan de Alumbrado Eficiente (PLAE)*. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plae1.pdf>
- Argentina.gob.ar (2017). *Plan de Alumbrado Eficiente (PLAE)*. Recuperado de <https://www.minem.gob.ar/www/835/25592/alumbrado-publico>
- Argentina.gob.ar (2017). *Plan de Alumbrado Eficiente (PLAE)*. Recuperado de <https://scripts.minem.gob.ar/octopus/archivos.php?file=7457>
- Asociación Electrotécnica Argentina (2017). *AEA 95703*. Recuperado de <https://aea.org.ar/wp-content/uploads/2017/10/95703-1.pdf>
- Dirección Nacional de Vialidad (2017). *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para Iluminación*. Recuperado de <http://www.vialidad.gov.ar/pliegos-de-especificaciones-t%C3%A9cnicas>
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (2017). *Catálogo de normas*. Recuperado de <http://www.iram.org.ar/index.php?id=Catalogo-de-normas>
- United Nations Framework Convention on Climate Change (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- United Nations Framework Convention on Climate Change (1998). *Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas*. Recuperado de <http://www.cambioclimatico.org/sites/default/files/kpspan.pdf>

Proveedores:

- BAEL (2018). *Empresa*. Recuperado de <http://www.bael.com.ar/empresa/>
- BAEL (2018). *LED*. Recuperado de <http://www.bael.com.ar/?usos=alumbrado-publico&lampara=led/>
- BGH (2018). *La empresa*. Recuperado de <https://www.bgh.com.ar/institucional>
- BGH (2018). *Lighting Línea Alumbrado Público*. Recuperado de <https://www.bgh.com.ar/productos/eco-smart/lighting/linea-alumbrado-publico>
- LED Roadway Lighting (2018). *Alumbrado público inteligente para ciudades inteligentes*. Recuperado de <http://www.ledroadwaylighting.com/es/>
- LED Roadway Lighting (2018). *Luminarias Serie NXT*. Recuperado de <http://www.ledroadwaylighting.com/es/luminarias/serie-nxt.html>
- LED Roadway Lighting (2018). *Luminarias Serie NXT-Lite*. Recuperado de <http://www.ledroadwaylighting.com/es/luminarias/serie-nxt-lite.html>



- LED Roadway Lighting (2018). *Luminarias Serie Satellite*. Recuperado de <http://www.ledroadwaylighting.com/es/luminarias/serie-satellite.html>
- Lumenac Iluminación (2018). *Acerca de nosotros*. Recuperado de <http://lumenac.com.ar/acerca-de-nosotros/>
- Lumenac Iluminación (2018). *Alumbrado Público LED*. Recuperado de <http://lumenac.com.ar/categoria-producto/alumbrado-publico-led/>
- Mach Electronics (2018). *La empresa*. Recuperado de <http://www.machelectronics.com/index.php?pagina=empresa>
- Mach Electronics (2018). *Artefactos LED para Calles*. Recuperado de <http://www.machelectronics.com/index.php?pagina=ver-producto&producto=37>
- TrivialTech (2018). *La empresa*. Recuperado de <http://www.trivialtech.com.ar/la-empresa/>
- TrivialTech (2018). *Nuestra historia*. Recuperado de <http://www.trivialtech.com.ar/la-empresa/nuestra-historia/>
- TrivialTech (2018). *Productos Línea Urbana*. Recuperado de <http://www.trivialtech.com.ar/tag/urbana/>
- Urulamp (2018). *Urulamp – Iluminación con Tecnología LED*. Recuperado de <http://www.urulamp.com/>
- Urulamp (2018). *¿Quiénes somos?* Recuperado de http://www.urulamp.com/?page_id=62
- Urulamp (2018). *Productos – Luminaria LED*. Recuperado de http://www.urulamp.com/?page_id=916
- IEP Iluminación (2018). *IEP de Iluminación*. Recuperado de <http://www.iep-sa.com.ar/>
- IEP Iluminación (2018). *Urbano Vial*. Recuperado de <http://www.iep-sa.com.ar/index.php/urbano-vial/>
- Osram (2018). *Luz es OSRAM*. Recuperado de <https://www.osram.es/index-2.jsp>
- Osram (2018). *Luminarias urbanas*. Recuperado de https://www.osram.es/ls/ecat/luminarias%20urbanas-Luminarias%20para%20exteriores/es/es/GPS01_2821260/PP_EUROPE_ES_eCat/
- Philips-Signify (2018). *Alumbrado público y residencial*. Recuperado de http://www.lighting.philips.com.ar/prof/luminarias-de-externo/alumbrado-publico-y-residencial/luminarias-publico-y-residencial#pfpath=0-OCOUTD_GR-NROAD_CA



- Signify (2018). *Acerca de*. Recuperado de <https://www.signify.com/es-ar/about>
- Signify (2018). *Marcas*. Recuperado de <https://www.signify.com/es-ar/brands>
- Facoel (2018). *Empresa*. Recuperado de <http://facoel.com/empresa/>
- Facoel (2018). *Lámparas LED para exterior*. Recuperado de <http://luces-led-facoel.com/category/lamparas-led-para-exterior/>
- Philco (2018). *Iluminación sustentable*. Recuperado de <http://www.philcodigital.com.ar/iluminacion.php>

Aplicación de tecnología LED en urbes del país:

San Isidro (Buenos Aires):

- Municipio de San Isidro (2018, 27 de julio). Nuevas luminarias LED en Beccar. *Municipio de San Isidro*. Recuperado de <http://sanisidro.gob.ar/noticia/1891/nuevas-luminarias-led-en-beccar>
- Municipio de San Isidro (2016, 26 de octubre). San Isidro: El Municipio renovó las luminarias en los túneles. *Municipio de San Isidro*. Recuperado de <http://sanisidro.gob.ar/noticia/253>
- Zona Norte Visión (2017, 10 de junio). San Isidro: Colocan 1.500 luminarias LED en el barrio "La Calabria". *Zona Norte Visión*. Recuperado de <http://zonanortevision.com.ar/115183/san-isidro-colocan-1-500-luminarias-led-barrio-la-calabria/>

Ciudad Autónoma de Buenos Aires (Buenos Aires):

- Smartlighting (2015, 23 de enero). Especial Alumbrado Público en Buenos Aires Parte 1/2. *Smartlighting*. Recuperado de <http://smart-lighting.es/especial-alumbrado-publico-en-buenos-aires-parte-12/>
- Buenos Aires Ciudad (2017). Iluminación LED en todas las calles. *Buenos Aires Ciudad*. Recuperado de <http://www.buenosaires.gob.ar/compromisos/iluminacion-led-en-todas-las-calles>
- Buenos Aires Ciudad (2016, 14 de junio). Más de 75.000 lámparas LED iluminan las calles porteñas. *Buenos Aires Ciudad*. Recuperado de <http://www.buenosaires.gob.ar/noticias/l%C3%A1mparas-led-calles-porte%C3%B1as>
- Buenos Aires Ciudad (2014, 17 de noviembre). La Ciudad moderniza su alumbrado público con tecnología LED. *Buenos Aires Ciudad*. Recuperado de



<http://www.buenosaires.gob.ar/noticias/plan-de-reconversion-del-alumbrado-publico-luminarias-led>

- ClaraMente Web (2017, 14 de febrero). Iluminación LED para toda la Ciudad. *ClaraMente Web*. Recuperado de <http://www.claramenteweb.com.ar/index.php/ciudad-de-buenos-aires/683-iluminacion-led-para-toda-la-ciudad>
- Nueva ciudad (2016, 16 de junio). Iluminación LED para toda la Ciudad. *Nueva ciudad*. Recuperado de <http://www.nueva-ciudad.com.ar/notas/201606/26573-el-60-de-luminarias-de-la-ciudad-paso-a-ser-led.html>

Escobar (Buenos Aires):

- Zona Norte Diario Online (2018, 10 de julio). Escobar incorpora 800 nuevas luminarias gracias a un convenio con el Gobierno de la Ciudad. *Zona Norte Diario Online*. Recuperado de http://www.zonanortediario.com.ar/despachos.asp?cod_des=63296&ID_Seccion=148
- SM noticias (2018, 10 de julio). En la última semana, la Municipalidad de Escobar instaló y reparó equipos lumínicos. *SM noticias*. Recuperado de <https://www.smnoticias.com/noticias/56184>

Vicente López (Buenos Aires):

- elcomercioonline.com.ar (2017, 14 de septiembre). Vicente López instalará artefactos de LED en todo su alumbrado público. *elcomercioonline.com.ar*. Recuperado de <http://www.elcomercioonline.com.ar/articulos/50082055-Vicente-Lopez-instalara-artefactos-de-LED-en-todo-su-alumbrado-publico.html>
- Zona Norte Diario Online (2018, 27 de junio). Avanza el plan Vicente López 100% LED. *Zona Norte Diario Online*. Recuperado de http://www.zonanortediario.com.ar/despachos.asp?cod_des=63107&ID_Seccion=147
- SM noticias (2018, 22 de febrero). Vicente López, en el camino a ser el primer municipio con cien por ciento luces Led. *SM noticias*. Recuperado de <https://www.smnoticias.com/noticias/51484>



San Miguel (Buenos Aires):

- Zona Norte Diario Online (2017, 27 de octubre). San Miguel inició un plan de renovación de luminarias en los barrios. *Zona Norte Diario Online*. Recuperado de http://zonanortediario.com.ar/despachos.asp?cod_des=59201&ID_Seccion=154

Tigre (Buenos Aires):

- Tigre Municipio (2018, 28 de febrero). Tigre refuerza el alumbrado de Avenida Cazón. *Tigre Municipio*. Recuperado de <http://www.tigre.gov.ar/noticias/tigre-refuerza-el-alumbrado-de-avenida-cazon/>

Malvinas Argentinas (Buenos Aires):

- Zona Norte Diario Online (2015, 8 de mayo). Malvinas y Philips trabajan en el cambio por luces LED en el distrito. *Zona Norte Diario Online*. Recuperado de http://www.zonanortediario.com.ar/despachos.asp?cod_des=40859

Pilar (Buenos Aires):

- Municipio Pilar (2018, 13 de junio). Más de 700 luminarias renovadas en Pilar. *Municipio Pilar*. Recuperado de <http://www.pilar.gov.ar/mas-de-700-luminarias-renovadas-en-pilar/>
- Bercovich, A. (2018, 4 de febrero). Dos empresas ligadas a Macri y Peña importan LED chinas para el alumbrado público. *BAE negocios*. Recuperado de <https://www.baenegocios.com/economia-finanzas/Dos-empresas-ligadas-a-Macri-y-Pena-importan-LED-chinas-para-el-alumbrado-publico-20180204-0065.html>

Quilmes (Buenos Aires):

- Quilmes Municipio (2018, 2 de abril). El Municipio sumó en marzo más de 400 luminarias LED en la vía pública. *Quilmes Municipio*. Recuperado de http://quilmes.gov.ar/noticias/noticia.php?id_noti=1183
- Perspectiva SUR (2017, 20 de noviembre). Impulsan en Quilmes un sistema de alumbrado público más eficiente. *Perspectiva SUR*. Recuperado de <http://www.perspectivasur.com/3/68021-impulsan-en-quilmes-un-sistema-de-alumbrado-pblico-ms-eficiente>
- Perspectiva SUR (2018, 27 de mayo). El Municipio instaló casi 1.200 luminarias led en los principales accesos de la ciudad. *Perspectiva SUR*. Recuperado de <http://www.perspectivasur.com/3/72542-el-municipio-instal-casi-1200-luminarias-led-en-los-principales-accesos-de-la-ciudad>



- Perspectiva SUR (2017, 7 de febrero). El Municipio renueva con tecnología led las luminarias de Quilmes. *Perspectiva SUR*. Recuperado de http://www.perspectivasur.com/3/nota.php?nota_id=60420
- 5 Días (2017, 27 mayo). La Comuna informó que se instalaron cerca de 1.200 luminarias led en los principales accesos a Quilmes. *5 Días*. Recuperado de <https://diario5dias.com.ar/noticia/Luminarias-Led-accesos-Quilmes>

Pinamar (Buenos Aires):

- Municipalidad de Pinamar (2018). Servicios Urbanos: Mapa Online para luminarias de Pinamar. *Municipalidad de Pinamar*. Recuperado de <http://www.pinamar.gov.ar/?q=servicioluminarias>

Puerto Madryn (Chubut):

- Diario Jornada (2018, 28 de enero). Mañana comienza la colocación de las luces Led en Madryn. *Diario Jornada*. Recuperado de http://www.diariojornada.com.ar/205146/provincia/manana_comienza_la_colocacion_de_las_luces_led/
- El Chubut (2017, 23 de septiembre). Luminarias led: Madryn es el único municipio de Chubut incorporado al Plan Nacional. *El Chubut*. Recuperado de <http://www.elchubut.com.ar/nota/2017-9-23-12-52-22-luminarias-led-madryn-es-el-unico-municipio-de-chubut-incorporado-al-plan-nacional>
- El Diario de Madryn (2017, 23 de octubre). El Municipio reemplazará 2092 luminarias por leds. *El Diario de Madryn*. Recuperado de <http://www.eldiariodemadryn.com/2017/10/el-municipio-reemplazara-2092-luminarias-por-leds/>
- El Diario de Madryn (2018, 26 de enero). Este lunes colocarán 490 luminarias LED en distintos sectores de Madryn. *El Diario de Madryn*. Recuperado de <http://www.eldiariodemadryn.com/2018/01/este-lunes-colocaran-490-luminarias-led-en-distintos-sectores-de-madryn/>

Gualedguaychú (Entre Ríos):

- Gualedguaychú (2018, 21 de abril). Gualedguaychú LED: comienza la instalación de 5000 nuevas luminarias en la ciudad. *Gualedguaychú Municipio*. Recuperado de <http://www.gualedguaychu.gov.ar/noticia/6499-gualedguaychu-led:-comienza-la-instalacion-de-5000-nuevas-luminarias-en-la-ciudad>



- Eldíaonline.com (2018, 4 de mayo). Gualeguaychú LED: Renovarán el 50 por ciento de las luminarias. *Eldíaonline.com*. Recuperado de <https://www.eldiaonline.com/gualeguaychu-led-renovaran-el-50-por-ciento-de-las-luminarias/>
- Eldíaonline.com (2018, 23 de abril). Hoy comienza la instalación de las nuevas 5 mil luminarias LED. *Eldíaonline.com*. Recuperado de <https://www.eldiaonline.com/hoy-comienza-la-instalacion-de-las-nuevas-5-mil-luminarias-led-en-la-ciudad/>

Rosario (Santa Fé):

- RosarioNoticias (2018, 28 de febrero). Rosario suma la inversión más grande de su historia en iluminación led. *RosarioNoticias*. Recuperado de <http://www.rosarionoticias.gob.ar/page/noticias/id/126095/title/Rosario-suma-la-inversi%C3%B3n-m%C3%A1s-grande-de-su-historia-en-iluminaci%C3%B3n-led->
- Rosario (2018). Modernización del alumbrado. *Rosario*. Recuperado de <https://www.rosario.gov.ar/web/servicios/alumbrado/modernizacion-del-alumbrado>

Santa Fé (Santa Fé):

- Gobierno de la Ciudad de Santa Fé (2018, 17 de julio). Alumbrado Público: una decena de oferentes para instalar casi 700 luminarias LED. *Gobierno de la Ciudad de Santa Fé*. Recuperado de http://www.santafeciudad.gov.ar/noticia/alumbrado_publico_decena_oferentes_para_instalar_casi_luminarias.html

Córdoba (Córdoba):

- Municipalidad de Córdoba (2017, 10 de octubre). La Avenida Manuel de Falla ya cuenta con luces LED. *Municipalidad de Córdoba*. Recuperado de <https://www.cordoba.gov.ar/2017/10/10/la-avenida-manuel-falla-ya-cuenta-luces-led/>
- Municipalidad de Córdoba (2018, 2 de julio). La ciudad tendrá 21.500 nuevas Leds: Ya se colocan las lámparas en barrio Urca. *Municipalidad de Córdoba*. Recuperado de <https://www.cordoba.gov.ar/2018/07/02/la-ciudad-tendra-21-500-nuevas-leds-ya-se-colocan-las-lamparas-en-barrio-urca/>
- Municipalidad de Córdoba (2018, 20 de julio). Más barrios, avenidas y plazas de la ciudad cuentan con luces LED. *Municipalidad de Córdoba*. Recuperado de <https://www.cordoba.gov.ar/2018/07/20/mas-barrios-avenidas-y-plazas-de-la-ciudad-cuentan-con-luces-led/>



Río Cuarto (Córdoba):

- Gobierno de la Provincia de Córdoba (2016, 6 de diciembre). Se instalarán 500 luminarias LED en Río Cuarto. *Gobierno de la Provincia de Córdoba*. Recuperado de <http://prensa.cba.gov.ar/informacion-general/se-instalaran-500-luminarias-led-en-rio-cuarto/>

Salta (Salta):

- Municipalidad de Salta (2018, 15 de mayo). Continúa la colocación de luces LED en la ciudad. *Municipalidad de Salta*. Recuperado de <http://municipalidadsalta.gob.ar/prensa/index.php/eficiencia-energetica-continua-la-colocacion-de-luces-led-en-la-ciudad/>
- El Tribuno (2018, 9 de marzo). La Municipalidad y LuSal recambian luminaria existente por luminarias LED. *El Tribuno*. Recuperado de <https://www.tribuno.com/salta/nota/2018-3-9-1-19-0-la-municipalidad-y-lusal-recambian-luminaria-existente-por-luminarias-led>
- FM Profesional 89.9 (2018, 5 de febrero). Sáenz supervisó la instalación de luminarias LED. *FM Profesional 89.9*. Recuperado de <http://www.fm899.com.ar/noticias/salta-1/saenz-superviso-la-instalacion-de-luminarias-led-41871>
- Noticias Iruya.com (2018, 20 de marzo). Salta estrena el alumbrado público LED en varias avenidas de la ciudad. *Noticias Iruya.com*. Recuperado de <https://noticias.iruya.com/a/politica/municipal/31381-salta-estrena-el-alumbrado-publico-led-en-varias-avenidas-de-la-ciudad.html>

Chaco (Chaco):

- Chaco día por día (2018, 27 de junio). Continúan colocando nueva iluminación led en las calles y avenidas de la ciudad. *Chaco día por día*. Recuperado de <http://www.chacodiapordia.com/2018/06/27/continuan-colocando-nueva-iluminacion-led-en-las-calles-y-avenidas-de-la-ciudad/>

Mendoza (Mendoza):

- Prensa Gobierno de Mendoza (2018, 2 de enero). Nuevas luminarias LED para 25 kilómetros del Área Metropolitana. *Prensa Gobierno de Mendoza*. Recuperado de <http://www.prensa.mendoza.gov.ar/nuevas-luminarias-led-para-25-kilometros-del-area-metropolitana/>



- Diario UNO (2018, 20 de mayo). Las comunas recambian sus alumbrados por luces de LED. *Diario UNO*. Recuperado de https://www.diariouno.com.ar/mendoza/las-comunas-recambian-sus-alumbrados-por-luces-de-led-05202018_rkWDVHkJJX

Godoy Cruz (Mendoza):

- Municipalidad de Godoy Cruz (2018, 9 de abril). Avance en la reconversión alumbrado a led. *Municipalidad de Godoy Cruz*. Recuperado de <https://www.godoycruz.gob.ar/reconversion-alumbrado-led-primera-etapa-finalizada/>

Santa Rosa (La Pampa):

- plan b (2018, 13 de abril). La Municipalidad espera las primeras 500 luces LED para recambio del alumbrado público. *plan b*. Recuperado de <http://www.planbnoticias.com.ar/index.php/2018/04/13/la-municipalidad-espera-las-primeras-500-luces-led-para-recambio-del-alumbrado-publico/>
- Municipalidad de Santa Rosa (2017, 15 de diciembre). Iluminación LED para Santa Rosa. *Municipalidad de Santa Rosa*. Recuperado de <https://www.santarosa.gob.ar/iluminacion-led-para-santa-rosa/>
- El Diario de La Pampa (2017, 27 de septiembre). Confirman que Santa Rosa incorporará la iluminación LED. *El Diario de La Pampa*. Recuperado de <https://www.eldiariodelapampa.com.ar/index.php/107-portada/destacadas/34592-confirman-que-santa-rosa-incorporara-la-iluminacion-led>
- El Diario de La Pampa (2017, 3 de octubre). Luminarias LED: la Municipalidad le pidió permiso a la Provincia. *El Diario de La Pampa*. Recuperado de <https://www.eldiariodelapampa.com.ar/index.php/112-portada/cuater/34816-luminarias-led-la-municipalidad-le-pidio-permiso-a-la-provincia>

San Salvador de Jujuy (Jujuy):

- Gobierno de Jujuy (2017). BOLETÍN OFICIAL N° 125 - 01/11/17. *Gobierno de Jujuy*. Recuperado de <http://boletinoficial.jujuy.gob.ar/?p=76338>
- Municipalidad de San Salvador de Jujuy (2018). Seguimos iluminando la ciudad. *Municipalidad de San Salvador de Jujuy*. Recuperado de <http://sansalvadordejujuy.gob.ar/intendencia/plan-de-recambio-de-luminarias#more-10277>
- Municipalidad de San Salvador de Jujuy (2018). Nuevas luces LED en avenida Pueyrredón. *Municipalidad de San Salvador de Jujuy*. Recuperado de <http://sansalvadordejujuy.gob.ar/servicios-publicos/luminarias#more-11781>



Neuquén (Neuquén):

- Imneuquén.com (2017, 6 de mayo). Con luz led, la Muni busca ahorrar un 50% de energía. *Imneuquén.com*. Recuperado de <https://www.imneuquen.com/con-luz-led-la-muni-busca-ahorrar-un-50-energia-n549868>
- Imneuquén.com (2018, 28 de julio). Instalarán lámparas led para iluminar las bicisendas. *Imneuquén.com*. Recuperado de <https://www.imneuquen.com/instalaran-lamparas-led-iluminar-las-bicisendas-n600395>

Goya (Corrientes):

- Arce, A. (2015, diciembre). Renovación del alumbrado público con tecnología led en Goya, Corrientes. *Revista Luminotecnia*, 130, 26-27. Recuperado de http://www.editores-srl.com.ar/revistas/lu/130/trivialtech_alumbrado_publico_goya

La Rioja (La Rioja):

- Lumbreras, M. J. (2016, 15 de marzo). Logroño inicia este año el cambio de las 27.000 lámparas de sus farolas por leds. *La Rioja*. Recuperado de <https://www.larioja.com/logrono/201603/09/logrono-inicia-este-cambio-20160309002454-v.html>

Posadas (Misiones):

- Misiones Online (2018, 31 de mayo). Junto al desembarco de la empresa polaco-argentina LUG a Misiones, presentaron el plan integral de provisión de luminarias LED destinado a municipios de la provincia. *Misiones Online*. Recuperado de <http://misionesonline.net/2018/05/31/junto-al-desembarco-de-la-empresa-polaco-argentina-lug-a-misiones-presentaron-el-plan-integral-de-provision-de-luminarias-led-destinado-a-municipios-de-la-provincia/>
- Misiones Online (2018, 31 de mayo). Passalacqua destacó “la inversión genuina” de la fábrica de LED en el Parque Industrial Posadas. *Misiones Online*. Recuperado de <http://misionesonline.net/2018/05/31/passalacqua-destaco-la-inversion-genuina-la-fabrica-led-parque-industrial-posadas/>

San Juan (San Juan):

- Ríos, W. (2018, 29 de marzo). El Gobierno y municipios renovarán todo el alumbrado público con sistema LED. *Diario de Cuyo*. Recuperado de <https://www.diariodecuyo.com.ar/politica/El-Gobierno-y-municipios-renovaran-todo-el-alumbrado-publico-con-sistema-LED-20180328-0130.html>



Santa Cruz (Santa Cruz):

- La Prensa de Santa Cruz (2018, 29 de enero). Truncado: de luces y sombras. *La Prensa de Santa Cruz*. Recuperado de <http://laprensadesantacruz.info/2018/01/29/reemplazanluminarias.html>

Santiago del Estero (Santiago del Estero):

- Municipalidad de la Ciudad de Santiago del Estero (2015, septiembre). Licitaciones Públicas para alumbrado, pavimentación y remodelación de paseo. *Municipalidad de la Ciudad de Santiago del Estero*. Recuperado de <http://www.santiagociudad.gov.ar/consultas/prensa/noticia.php?idnoticia=4786>

Ushuaia (Tierra del Fuego):

- El Diario del Fin del Mundo (2017, 4 de diciembre). Gobierno anunció la colocación de alumbrado LED en todo Ushuaia. *El Diario del Fin del Mundo*. Recuperado de <http://www.eldiariodelfindelmundo.com/noticias/2017/12/04/74966-gobierno-anuncio-la-colocacion-de-alumbrado-led-en-todo-ushuaia>
- Crítica Sur (2017, 29 de septiembre). Ushuaia: Reemplazarán con luces LED el alumbrado público de diferentes calles. *Crítica Sur*. Recuperado de http://criticasur.com.ar/nota/6703/ushuaia_reemplazaran_con_luces_led_el_alumbrado_publico_de_diferentes_calles

San Miguel de Tucumán (Tucumán):

- Municipalidad de San Miguel de Tucumán (2016, 30 de junio). La Municipalidad instala iluminación con tecnología LED en las avenidas. *Municipalidad de San Miguel de Tucumán*. Recuperado de <http://smt.gob.ar/novedades/3425/la-municipalidad-instala-iluminacion-con-tecnologia-led-en-las-avenidas>
- Municipalidad de San Miguel de Tucumán (2018, 2 de enero). La Municipalidad ya instaló más de 10.000 luminarias LED en calles y avenidas de la Capital. *Municipalidad de San Miguel de Tucumán*. Recuperado de <http://smt.gob.ar/novedades/7579/la-municipalidad-ya-instalo-mas-de-10000-luminarias-led-en-calles-y-avenidas-de-la-capital>

Villa de Merlo (San Luis):

- infomerlo.com (2017, 25 de abril). Reemplazan luminarias antiguas por luces de led. *infomerlo.com*. Recuperado de <http://www.infomerlo.com/noticias/2017/04/25/21493-reemplazan-luminarias-antiguas-por-luces-de-led>



Ciudad de La Punta (San Luis):

- El punteño (2018, 17 de julio). La Punta contará con 4000 luminarias Led entre otras nuevas obras que se realizarán. *El Punteño*. Recuperado de https://www.lapuntasanluis.com/index.php?option=com_content&view=article&id=2581:la-punta-contara-con-4000-luminarias-led-entre-otras-nuevas-obras-que-se-realizaran&catid=16:uncategorised&Itemid=101

Cipolletti (Río Negro):

- Diario Río Negro de Cipolletti (2017, 22 de diciembre). Cipolletti sigue apostando a la reconversión del alumbrado público con LED. *Diario Río Negro*. Recuperado de <https://www.rionegro.com.ar/cipolletti/cipolletti-sigue-apostando-a-la-reconversion-del-alumbrado-publico-con-led-CJ4139567>

Aplicación de tecnología LED en partidos de Buenos Aires:

ADOLFO ALSINA

- Municipalidad de Adolfo Alsina (2018). Luminarias Led. *Municipalidad de Adolfo Alsina*. Recuperado de <http://www.adolfoalsina.gov.ar/luminarias-led/>

ADOLFO GONZALES CHAVES

- Chaves Digital (2017, 12 de julio). ILUMINACIÓN LEDS: YA SE VENDIERON 10 PLIEGOS DE LICITACIÓN. *Chaves Digital*. Recuperado de <http://www.chavesdigital.com.ar/11303/>
- Chaves Digital (2018, 15 de julio). PROSIGUE LA INSTALACIÓN DE LUMINARIAS LED EN CHAVES Y DE LA GARMA. *Chaves Digital*. Recuperado de <http://www.chavesdigital.com.ar/20770/>
- Chaves Digital (2017, 18 de julio). ABRIERON SOBRES PARA LA COMPRA DE LUMINARIAS LEDS. *Chaves Digital*. Recuperado de <http://www.chavesdigital.com.ar/11406/>

ALMIRANTE BROWN

- Almirante Brown Municipio (2018, 22 de mayo). Cascallares: “Vamos por un Almirante Brown más y mejor iluminado”. *Almirante Brown Municipio*. Recuperado de <http://www.almirantebrown.gov.ar/noticias/leer/893>
- Diario Popular (2018, 16 de abril). Se hizo la luz en varios barrios de Almirante Brown. *Diario Popular*. Recuperado de



<https://www.diariopopular.com.ar/sururbano/se-hizo-la-luz-varios-barrrios-almirante-brown-n350121>

AVELLANEDA

- La Ciudad (2018, 24 de mayo). La Municipalidad colocó nuevas luces LED en Dock Sud. *La Ciudad*. Recuperado de <https://laciudadavellaneda.com.ar/la-municipalidad-coloco-nuevas-luces-led-dock-sud/>
- Municipalidad de Avellaneda (2017, 4 de marzo). Una obra por día: 260 nuevas luces en las calles de Wilde. *Municipalidad de Avellaneda*. Recuperado de <http://www.mda.gob.ar/home/una-obra-por-dia-260-nuevas-luces-en-las-calles-de-wilde/>
- Municipalidad de Avellaneda (2016, 15 de noviembre). Más iluminación en las calles de Wilde Centro. *Municipalidad de Avellaneda*. Recuperado de <http://www.mda.gob.ar/home/unaobraporsemana-mas-iluminacion-en-las-calles-de-wilde-centro/>

AYACUCHO

- Municipalidad de Ayacucho (2018, 10 de julio). Tecnología LED para las nuevas luminarias. *Municipalidad de Ayacucho*. Recuperado de <https://www.ayacucho.gob.ar/?q=content/tecnologia-led-para-las-nuevas-luminarias>
- Municipalidad de Ayacucho (2018). Licitaciones. *Municipalidad de Ayacucho*. Recuperado de <https://www.ayacucho.gob.ar/?q=licitaciones>

AZUL

- Municipalidad de Azul (2018). Plan de Alumbrado Público. *Municipalidad de Azul*. Recuperado de <http://www.azul.gov.ar/gobierno/plan-de-alumbrado-publico-30/>
- Municipalidad de Azul (2018, 3 de abril). Objetivos 2018 de la Municipalidad de Azul. *Municipalidad de Azul*. Recuperado de <http://www.azul.gov.ar/comunicaciones/objetivos-2018-de-la-municipalidad-de-azul-4792/>

BAHÍA BLANCA

- Municipio de Bahía Blanca (2016). Resumen de gestión de obras – 2016. *Municipio de Bahía Blanca*. Recuperado de <http://www.bahia.gob.ar/obras/gestion-2016/>
- Municipio de Bahía Blanca (2017, 30 de octubre). Entre Bosque Alto y Alem: se inauguró la primera vía completa de iluminación LED. *Municipio de Bahía Blanca*.



Recuperado de <http://www.bahia.gob.ar/2017/10/30/entre-bosque-alto-y-alem-se-inauguro-la-primera-via-completa-de-iluminacion-led/>

- Honorable Concejo Deliberante de Bahía Blanca (2017). Proyecto de Minuta de Comunicación. *Honorable Concejo Deliberante de Bahía Blanca*. Recuperado de <http://hcdbahiablanca.gov.ar/index.php/concejales/proyectos/proyecto/7722/>

BALCARCE

- Municipio de Balcarce (2018). AVANZA ILUMINACIÓN LED EN DIFERENTES ARTERIAS Y PLAZA LIBERTAD. *Municipio de Balcarce*. Recuperado de <https://www.balcarce.gob.ar/?q=content/avanza-iluminacion-led-en-diferentes-arterias-y-plaza-libertad>
- Municipio de Balcarce (2018). REINO VISITÓ LA OBRA DE COLOCACIÓN DE LUMINARIA LED EN AVENIDA KELLY. *Municipio de Balcarce*. Recuperado de <https://www.balcarce.gob.ar/?q=content/reino-visito-la-obra-colocacion-luminaria-led-en-avenida-kelly>

BARADERO

- Municipalidad de Baradero (2018). Plan Hábitat: pavimentación, cordón cuneta, iluminación LED para el Barrio Bernabé. *Municipalidad de Baradero*. Recuperado de <https://www.baradero.gob.ar/?q=content/plan-h%C3%A1bitat-pavimentaci%C3%B3n-cord%C3%B3n-cuneta-iluminaci%C3%B3n-led-para-el-barrio-bernab%C3%A9>
- Municipalidad de Baradero (2018). Avanza la obra del paseo costanero y defensa hídrica. *Municipalidad de Baradero*. Recuperado de <https://www.baradero.gob.ar/?q=content/avanza-la-obra-del-paseo-costanero-y-defensa-h%C3%A1drica>

BERAZATEGUI

- Municipalidad de Berazategui (2017, 14 de diciembre). Berazategui recambia sus luminarias por luces LED. *Municipalidad de Berazategui*. Recuperado de <http://www.berazategui.gov.ar/noticias/110-general/1073-berazategui-recambia-sus-luminarias-por-luces-led>
- El Sol (2017). Más recambio por luces LED. *El Sol*. Recuperado de <http://elsolnoticias.com.ar/mas-recambio-por-luces-led/>



BERISSO

- Municipalidad de Berisso (2014, 20 de octubre). Reconversión del alumbrado público con tecnología LED. *Municipalidad de Berisso*. Recuperado de <http://www.berisso.gov.ar/noticias/Dependencias/>

BOLÍVAR

- Diario La Mañana (2015, 6 de julio). Se están colocando luminarias LED en toda la ciudad de Bolívar. *Diario La Mañana*. Recuperado de http://diariolamanana.com.ar/noticias/informacion-general/se-estan-colocando-luminarias-led-en-toda-la-ciudad-de-bolivar_a52352

BRAGADO

- Bragadoinforma (2016, 18 de octubre). La Municipalidad apuesta al alumbrado público con tecnología LED. *Bragadoinforma*. Recuperado de https://www.bragadoinforma.com.ar/noticias/9303_la-municipalidad-apuesta-al-alumbrado-publico-con-tecnologia-led.html

BRANDSEN

- Dirección de Prensa - Municipalidad de Brandsen (2016, 18 de octubre). Luminarias LED. *Dirección de Prensa - Municipalidad de Brandsen*. Recuperado de <http://prensabrandsen.blogspot.com/search?q=luminaria>

CAMPANA

- Municipalidad de Campana (2016, 17 de febrero). Estamos trabajando para mejorar el sistema lumínico de toda la ciudad. *Municipalidad de Campana*. Recuperado de <http://www.campana.gov.ar/2016/02/estamos-trabajando-para-mejorar-el-sistema-luminico-de-toda-la-ciudad/>
- Municipalidad de Campana (2017, 23 de agosto). Construyendo Juntos la Av. Rocca. *Municipalidad de Campana*. Recuperado de <http://www.campana.gov.ar/2017/08/construyendo-juntos-av-rocca/>

CARLOS CASARES

- Municipalidad de Carlos Casares (2018, 1 de junio). Se iluminarán con lámparas Led las avenidas principales, secundarias y accesos a la planta urbana. *Municipalidad de Carlos Casares*. Recuperado de <http://www.casares.gov.ar/noticias/local/849-se-iluminar%C3%A1n-con-l%C3%A1mparas-led-las-avenidas-principales,-secundarias-y-accesos-a-la-planta-urbana.html>



CARLOS TEJEDOR

- Carlos Tejedor Municipio (2018, 26 de julio). SEGUIMOS AVANZANDO EN LUMINARIAS EN COLONIA SERÉ. *Carlos Tejedor Municipio*. Recuperado de <http://carlostejedor.gob.ar/seguimos-avanzando-en-luminarias-en-colonia-sere/>
- Carlos Tejedor Municipio (2018, 29 de enero). ACCESO DE COLONIA SERÉ CON ILUMINACIÓN LED. *Carlos Tejedor Municipio*. Recuperado de <http://carlostejedor.gob.ar/acceso-de-colonia-sere-con-iluminacion-led/>

CASTELLI

- Infozona (2017, 29 de abril). CASTELLI: Continúan reemplazando las luminarias por lámparas Led. *Infozona*. Recuperado de <http://www.infozona.com.ar/castelli-continuan-reemplazando-las-luminarias-lamparas-led/>

CHACABUCO

- Municipalidad de Chacabuco (2018, 16 de julio). Más iluminación para los barrios de Chacabuco. *Municipalidad de Chacabuco*. Recuperado de <http://chacabuco.gob.ar/2018/07/mas-iluminacion-para-los-barrios-de-chacabuco/>

CHASCOMÚS

- El fuerte Diario (2018, 14 de junio). Se analizaron los beneficios y las del sistema led en el alumbrado público. *El fuerte Diario*. Recuperado de <http://elfuertediario.com.ar/se-analizaron-los-beneficios-y-las-del-sistema-led-en-el-alumbrado-publico/>

CHIVILCOY

- Municipalidad de Chivilcoy (2018). Led. *Municipalidad de Chivilcoy*. Recuperado de <http://chivilcoy.gov.ar/?s=led>

CORONEL DE MARINA L. ROSALES

- Municipio de Rosales (2018, 1 de junio). Uset inauguró el nuevo paseo de Avenida Tucumán. *Municipio de Rosales*. Recuperado de <http://www.rosalesmunicipio.gob.ar/blog/2018/06/01/uset-inauguro-el-nuevo-paseo-de-avenida-tucuman/>

CORONEL PRINGLES

- La Nueva (2017, 20 de julio). Coronel Pringles: nueva iluminación para la Avenida 25 de Mayo. *La Nueva*. Recuperado de <https://www.lanueva.com/nota/2017-7-20-16-18-0-coronel-pringles-nueva-iluminacion-para-la-avenida-25-de-mayo>



DAIREAUX

- Trivialtech (2016). NUEVA ILUMINACIÓN LED EN DAIREAUX. *Trivialtech*. Recuperado <http://www.trivialtech.com.ar/nueva-iluminacion-led-en-daireaux/>

DOLORES

- Municipalidad de Dolores (2017, 16 de mayo). Se recibieron columnas de iluminación LED. *Municipalidad de Dolores*. Recuperado de <http://dolores.gob.ar/se-recibieron-columnas-de-iluminacion-led/>
- Municipalidad de Dolores (2017, 1 de agosto). Se están colocando 900 columnas y 1200 luminarias LED. *Municipalidad de Dolores*. Recuperado de <http://dolores.gob.ar/page/2/?s=led>

ENSENADA

- Strand (2016, 8 de noviembre). Ensenada y sus luces. *Strand*. Recuperado de <http://strand.com.ar/2016/11/08/nota-tecnica-ensenada-y-sus-luces/>

ESCOBAR

- El Garinense (2017, 14 de diciembre). Continúa la renovación y reconversión LED del alumbrado público. *El Garinense*. Recuperado de <http://elgarinense.com.ar/2017/12/14/continua-la-renovacion-y-reconversion-led-del-alumbrado-publico/>

ESTEBAN ECHEVERRIA

- Municipio de Esteban Echeverría (2018). Licitación Aliviador Calle Colón. *Municipio de Esteban Echeverría*. Recuperado de <https://www.estebanecheverria.gob.ar/obras-publicas-2/>

EZEIZA

- Municipalidad de Ezeiza (2017, 8 de junio). Granados junto a Vidal y Dietrich inauguraron el paso bajo nivel Las Flores. *Municipalidad de Ezeiza*. Recuperado de <https://www.muniezeiza.gob.ar/resultado-descripcion.php?tb=N&id=76&busqueda=led>

FLORENCIO VARELA

- Municipalidad de Florencio Varela (2016, 15 de febrero). COLOCAN LUCES DE LED EN AV. THEVENET Y REPARAN LUMINARIAS EN LOS BARRIOS. *Municipalidad de Florencio Varela*. Recuperado de http://www.varela.gov.ar/prensa/nota.aspx?not_id=21445



GENERAL ALVARADO

- Municipio de General Alvarado (2018). Nueva iluminación LED en Avda. 40. *Municipio de General Alvarado*. Recuperado de <http://mga.gov.ar/nueva-iluminacion-led-en-avda-40/>

GENERAL ARENALES

- Gobierno Municipal de General Arenales (2017). DECRETO 13/17. Gobierno *Municipal de General Arenales*. Recuperado de <http://www.generalarenales.gob.ar/node/169>

GENERAL GUIDO

- Municipalidad de General Guido (2018). ALUMBRADO PÚBLICO - LUMINARIAS LED. *Municipalidad de General Guido*. Recuperado de <https://www.generalguido.gob.ar/?q=content/alumbrado-publico-luminarias-led>

GENERAL PAZ

- Municipalidad de General Paz (2017). SE INSTALAN NUEVAS LUMINARIAS EN AVENIDA CAMPOMAR. *Municipalidad de General Paz*. Recuperado de <https://municipalidadgeneralpaz.blogspot.com/2017/10/se-instalan-nuevas-luminarias-en.html>

GENERAL PINTO

- Cuatro Palabras (2017, 27 de septiembre). Luces LED: Bruno denunció sobreprecio de 2,5 millones. *Cuatro Palabras*. Recuperado de <http://www.cuatropalabras.com/articulo/politica/luces-led-bruno-denuncio-sobreprecio-2-5-millones/20170927165618006411.html>
- Diario Democracia (2017, 12 de enero). Luminarias en el acceso Iriarte - Ruta N° 7. *Diario Democracia*. Recuperado de <https://www.diariodemocracia.com/regionales/pinto/153183-luminarias-acceso-iriarte-ruta/>
- Distrito Interior (2016, 26 de diciembre). Inauguraron la iluminación LED en el Parque de General Pinto. *Distrito Interior*. Recuperado de <https://www.distritointerior.com.ar/hoy/42127/inauguraron-la-iluminacion-led-en-el-parque-de-general-pinto>
- Distrito Interior (2016, 26 de julio). General Pinto: Avanza la reconversión lumínica sobre la avenida principal y otras calles. *Distrito Interior*. Recuperado de



<https://www.distritointerior.com.ar/hoy/37069/general-pinto-avanza-la-reconversion-luminica-sobre-la-avenida-principal-y-otras-calles>

GENERAL PUEYRREDON

- Municipalidad de General Pueyrredón (2018). LED. *Municipalidad de General Pueyrredón*. Recuperado de https://www.mardelplata.gob.ar/search/node?keys=led&form_build_id=form-L5sLTWCuCIKx4ArVOILSGXq_We5T9pG-BRbREttYTLQ&form_id=search_form

GENERAL RODRÍGUEZ

- La Posta Noticias (2017, 12 de julio). Se renegoció el Plan de Re-iluminación caído tras sospechas en la gestión pasada. *La Posta Noticias*. Recuperado de <http://www.lapostanoticias.com.ar/2017/07/12/se-renegocio-el-plan-de-re-iluminacion-caido-tras-sospechas-en-la-gestion-pasada/>

GENERAL SAN MARTÍN

- Municipalidad de General San Martín (2018, 16 de agosto). Continuamos con el Plan de Iluminación LED en toda la ciudad. *Municipalidad de General San Martín*. Recuperado de <http://www.sanmartin.gov.ar/noticias/continuamos-con-el-plan-de-iluminacion-led-en-toda-la-ciudad/>

GENERAL VIAMONTE

- Municipalidad de General Viamonte (2018). Licitaciones. *Municipalidad de General Viamonte*. Recuperado de <https://www.generalviamonte.gob.ar/?q=licitaciones>

GENERAL VILLEGAS

- Municipio de General Villegas (2017, 12 de octubre). Se instalaron más de 300 luminarias LED. *Municipalidad de General Villegas*. Recuperado de <https://villegas.gov.ar/se-instalaron-mas-de-300-luminarias-led/>

HURLINGHAM

- Primer Plano Online (2018, 11 de julio). EXCLUSIVO: Así es el plan de recambio lumínico a luces led que pone en marcha Hurlingham desde el próximo sábado. *Primer Plano Online*. Recuperado de <http://www.primerplanoonline.com.ar/index.php/2018/07/11/exclusivo-asi-plan-recambio-luminico-luces-led-pone-marcha-hurlingham-desde-proximo-sabado/>

ITUZAINGÓ

- Primer Plano Online (2018, 27 de marzo). Licitación pública en Ituzaingó para el recambio lumínico en todo el distrito con inversión municipal. *Primer Plano Online*.



Recuperado de

<http://www.primerplanoonline.com.ar/index.php/2018/03/27/licitacion-publica-ituzaingo-recambio-luminico-districto-inversion-municipal/>

- Municipalidad de Ituzaingó (2017, 18 de octubre). RECAMBIO LUMÍNICO CON TECNOLOGÍA LED EN LA PLAZA EVA PERÓN. *Municipalidad de Ituzaingó*. Recuperado de <https://www.facebook.com/prensa.ituzaingo/posts/recambio-lum%C3%ADnico-con-tecnolog%C3%ADa-led-en-la-plaza-eva-per%C3%B3n-como-parte-del-plan-de/1363809377061486/>
- FM Estación 99,5 MHz (2018, 12 de agosto). ITUZAINGÓ: VALDÉS INAUGURÓ ALUMBRADO PÚBLICO Y LA 1º FERIA REGIONAL DEL LIBRO. *FM Estación 99.5 MHz*. Recuperado de <http://fmestacionsaladas.com/ituzaingo-valdes-inauguro-alumbrado-publico-y-la-1-feria-regional-del-libro/>

JUNIN

- Gobierno de Junín (2017, 11 de octubre). Nuevas luminarias en el barrio San Martín. *Gobierno de Junín*. Recuperado de <http://www2.junin.gob.ar/noticia/nuevas-luminarias-en-el-barrio-san-martin>
- Gobierno de Junín (2017, 7 de agosto). El Municipio colocó nuevas luminarias Led en Padre Respuela. *Gobierno de Junín*. Recuperado de <http://www2.junin.gob.ar/noticia/el-municipio-coloco-nuevas-luminarias-led-en-padre-respuela>
- Gobierno de Junín (2016). PLAN DE AMPLIACIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO. *Gobierno de Junín*. Recuperado de <http://www.junin.gob.ar/obras/ampliacion-alumbrado.php>

LA COSTA

- Canal 5 San Clemente (2017, 20 de octubre). Avanza La Instalación De Luces LED, Que Llegarán A Todas Las Localidades De La Costa. *Canal 5 San Clemente*. Recuperado de <http://www.canal5sanclemente.com.ar/avanza-la-instalacion-de-luces-led-que-llegaran-a-todas-las-localidades-de-la-costa/>

LA MATANZA

- ámbito.com (2017, 17 de abril). La Matanza: con debut de la iluminación, ultiman detalles para inauguración del Metrobus. *ámbito.com*. Recuperado de <http://www.ambito.com/879547-la-matanza-con-debut-de-la-iluminacion-ultiman-detalles-para-inauguracion-del-metrobus>



- tres65.com (2018, 19 de enero). LA MATANZA: RECAMBIO DE LUMINARIAS Y RECLAMOS. *tres65.com*. Recuperado de <http://www.tres65.com/?p=26835>

LA PLATA

- 0221.com.ar (2018, 4 de julio). La Municipalidad invertirá \$250 millones para poner luces led en avenidas y diagonales. *0221.com.ar*. Recuperado de <https://www.0221.com.ar/nota/2018-7-4-17-26-0-la-municipalidad-invertira-250-millones-para-poner-lamparas-led-en-avenidas-y-diagonales-de-la-plata>

LANÚS

- Municipio de Lanús (2017). Comenzó la instalación de luces LED en las vías principales. *Municipio de Lanús*. Recuperado de <http://lanus.gob.ar/noticias/446>
- Municipio de Lanús (2017). Avanza la instalación de luces LED en avenidas. *Municipio de Lanús*. Recuperado de <http://lanus.gob.ar/fichas/1485>

LAPRIDA

- Laprida Gobierno Municipal (2017, 29 de marzo). APERTURA DE SOBRES PARA ADQUISICIÓN LUMINARIAS LED PARA ALUMBRADO PÚBLICO. *Laprida Gobierno Municipal*. Recuperado de <http://www.laprida.gov.ar/noticia.php?id=512>

LAS FLORES

- Municipio de Las Flores (2018, 8 de agosto). Licitación: se abrieron los sobres por la compra de 52 luminarias led para en el acceso principal a la ciudad. *Municipio de Las Flores*. Recuperado de <https://www.lasflores.gob.ar/?q=content/licitacion-se-abrieron-los-sobres-por-la-compra-52-luminarias-led-para-en-el-acceso>

LOBERÍA

- Municipio de Lobería (2018). Luminarias. *Municipio de Lobería*. Recuperado de <https://www.loberia.gov.ar/?q=content/luminarias-0>

LOMAS DE ZAMORA

- Municipio de Lomas de Zamora (2018, 22 de agosto). Avanza el programa de reconversión lumínica en todo Lomas. *Municipio de Lomas de Zamora*. Recuperado de <http://www.lomasdezamora.gov.ar/Noticias.aspx#>
- La Unión (2018, 24 de marzo). Recambio lumínico: el Municipio de Lomas instala 16 mil nuevas luces LED. *La Unión*. Recuperado de <http://launion.com.ar/recambio-luminico-el-municipio-de-lomas-instala-16-mil-nuevas-luces-led/>



MAGDALENA

- El Regional Costero (2017, 25 de abril). Innovadora apuesta a las luces LED en el área pública. *El Regional Costero*. Recuperado de <http://elregionalcostero.com.ar/innovadora-apuesta-a-las-luces-led-en-el-area-publica/>
- Municipalidad de Magdalena (2018). Obra: Iluminación LED. *Municipalidad de Magdalena*. Recuperado de <https://www.magdalena.gob.ar/?q=obra-iluminacion-led>

MAR CHIQUITA

- InfoBaires24 (2015, 30 de mayo). Más iluminación Led para Mar Chiquita. *InfoBaires24*. Recuperado de <http://www.infobaires24.com.ar/mas-iluminacion-led-para-mar-chiquita/>

MARCOS PAZ

- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2012, 21 de diciembre). Barañao y Curutchet inauguraron sistema de iluminación moderno en Marcos Paz. *Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva*. Recuperado de <http://www.mincyt.gob.ar/noticias/baranao-y-curutchet-inauguraron-sistema-de-iluminacion-moderno-en-marcos-paz-4742>
- Municipio de Marcos Paz (2018, 20 de abril). Nuevas lámparas led que iluminarán una plaza en La Paz. *Municipio de Marcos Paz*. Recuperado de <http://www.marcospaz.gov.ar/noticias/item/1031-nuevas-l%C3%A1mparas-led-que-iluminar%C3%A1n-una-plaza-en-la-paz.html>

MERCEDES

- Municipio de Mercedes (2017, 23 de mayo). La ciudad está cada vez más iluminada tras inicio de recambio de lámparas en varias arterias y accesos. *Municipio de Mercedes*. Recuperado de <http://nw.mercedes.gob.ar/56/la-ciudad-esta-cada-vez-mas-iluminada-tras-inicio-de-recambio-de-lamparas-en-varios-arterias-y-accesos>
- Municipio de Mercedes (2017, 14 de junio). Más seguridad y embellecimiento con la continuidad del cambio lumínico en Mercedes. *Municipio de Mercedes*. Recuperado de <http://nw.mercedes.gob.ar/89/mas-seguridad-y-embellecimiento-con-la-continuidad-del-cambio-luminico-en-mercedes>
- Municipio de Mercedes (2017, 30 de noviembre). Nueva luminaria led también se coloca en Avenida N°1. *Municipio de Mercedes*. Recuperado de



<http://nw.mercedes.gob.ar/450/nueva-luminaria-led-tambien-se-coloca-en-avenida-n01>

MERLO

- Municipio de Merlo (2018, 14 de agosto). TAREAS DE REPOSICIÓN E INSTALACIÓN DE LUMINARIAS. *Municipio de Merlo*. Recuperado de <http://www.merlo.gob.ar/tareas-de-reposicion-e-instalacion-de-luminarias/>
- Municipio de Merlo (2017, 12 de octubre). NUEVAS LUMINARIAS LED EN CALLE COLOMBIA DE LIBERTAD. *Municipio de Merlo*. Recuperado de <http://www.merlo.gob.ar/nuevas-luminarias-led-en-calle-colombia-de-libertad/>
- Municipio de Merlo (2017, 14 de agosto). TAREAS DE REPOSICIÓN E INSTALACIÓN DE LUMINARIAS. *Municipio de Merlo*. Recuperado de <http://www.merlo.gob.ar/tareas-de-reposicion-e-instalacion-de-luminarias/>

MONTE

- Municipalidad de Monte (2017, 7 de julio). LA INTENDENTE MAYOL RECIBIÓ 352 LUMINARIAS LEDS PARA MONTE. *Municipalidad de Monte*. Recuperado de <http://monte.gov.ar/la-intendente-mayol-recibio-352-luminarias-leds-para-monte/>

MONTE HERMOSO

- La Dorrego (2017, 12 de julio). Más alumbrado público para Monte Hermoso. *La Dorrego*. Recuperado de <http://ladorrego.com.ar/2017/07/12/mas-alumbrado-publico-para-monte-hermoso/>
- Monte Noticias (2017, 9 de diciembre). Inauguración de nuevas luminarias en el oeste de Monte Hermoso. *Monte Noticias*. Recuperado de <http://montenoticias.com/inauguracion-de-nuevas-luminarias-en-el-oeste-de-monte-hermoso/>

MORENO

- Municipio de Moreno (2018, 31 de julio). COMENZARÁ LA RECONSTRUCCIÓN DE ÁLVAREZ PRADO A LO LARGO DE 20 CUADRAS. *Municipio de Moreno*. Recuperado de <http://www.moreno.gob.ar/la-comuna-moreno-avanza-importantes-obras-la-ciudad/>

MORÓN

- Primer Plano Online (2017, 17 de octubre). Reconversión lumínica: avanza la colocación de 5.000 luces LED en distintos barrios de Morón. *Primer Plano Online*. Recuperado de



<http://www.primerplanoonline.com.ar/index.php/2017/10/17/reconversion-luminica-avanza-la-colocacion-5-000-luces-led-distintos-barrios-moron/>

- Municipio de Morón (2017). Más de mil cuerdas de Morón con luminarias LED. *Municipio de Morón*. Recuperado de <http://www.moron.gob.ar/mas-de-mil-cuadras-de-moron-con-luminarias-led/>
- Un medio en Morón (2018, 5 de mayo). Ahorro energético: Morón cambió 6800 luminarias convencionales por Leds. *Un medio en Morón*. Recuperado de <http://unmedioenmoron.com.ar/2018/05/10/ahorro-energetico-moron-cambio-6800-luminarias-convencionales-por-leds/>

9 DE JULIO

- El Regional Digital (2017, 26 de enero). Municipalidad de 9 de Julio dejó inauguradas 24 luminarias en Plaza Belgrano. *El Regional Digital*. Recuperado de <http://elregionaldigital.com.ar/municipalidad-de-9-de-julio-dejo-inauguradas-24-luminarias-en-plaza-belgrano/>

OLAVARRÍA

- En Línea Noticias (2017, 26 de septiembre). El 0,60% de las luminarias de Olavarría son de tecnología LED. *En Línea Noticias*. Recuperado de <https://enlineanoticias.com.ar/el-060-de-las-luminarias-de-olavarria-son-de-tecnologia-led/>

PATAGONES

- LU15AM (2017, 23 de agosto). CARMEN DE PATAGONES CUENTA CON 58 NUEVAS LUMINARIAS LED. *LU15AM*. Recuperado de <http://lu15am.com.ar/carmen-de-patagones-cuenta-con-58-nuevas-luminarias-led/>
- Patagonia Ambiental (2018, 20 de febrero). Patagones: La Plaza Villarino tendrá alrededor de 40 nuevas luminarias led. *Patagonia Ambiental*. Recuperado de <http://patagoniambiental.com.ar/info/patagones-la-plaza-villarino-tendra-alrededor-de-40-nuevas-luminarias-led/>

PEHUAJÓ

- Municipalidad de Pehuajó (2017, 12 de septiembre). Ampliación de Dársenas, Colocación de Luminarias Led y Forestación. *Municipalidad de Pehuajó*. Recuperado de <http://www.pehuajo.gob.ar/2017/09/ampliacion-de-darsenas-colocacion-de.html>



PELLEGRINI

- Municipio de Pellegrini (2018, 6 de junio). La gestión exige cercanía. *Municipio de Pellegrini*. Recuperado de <https://www.pellegrini.gov.ar/?q=content/la-gestion-exige-cercania>

PERGAMINO

- Partido de Pergamino (2017, 31 de octubre). COLOCAN LUCES LED EN VÍA PÚBLICA PARA AHORRAR ENERGÍA Y MEJORAR LA ILUMINACIÓN. *Municipio de Pergamino*. Recuperado de <http://www.pergamino.gob.ar/led/>
- DiarioPergamino.com.ar (2017, 28 de abril). La CELP y el municipio, juntos por una nueva iluminación. *DiarioPergamino.com.ar*. Recuperado de <http://www.diariopergamino.com.ar/la-celp-y-el-municipio-juntos-por-una-nueva-iluminacion/>

PILAR

- Municipio de Pilar (2017, 24 de marzo). Suman luces LED y mejoran la iluminación del corredor vial del Hospital Falcón. *Municipio de Pilar*. Recuperado de <http://www.pilar.gov.ar/suman-luces-led-y-mejoran-la-iluminacion-del-corredor-vial-del-hospital-falcon/>
- Municipio de Pilar (2017, 16 de mayo). Avanzan las obras de mejora de infraestructura en Villa Astolfi. *Municipio de Pilar*. Recuperado de <http://www.pilar.gov.ar/avanzan-las-obras-de-mejora-de-infraestructura-en-villa-astolfi/>
- Pilar de Todos (2017, 1 de septiembre). La ruta 234 contará en toda su traza con iluminación LED. *Pilar de Todos*. Recuperado de <https://www.pilardetodos.com/secciones/noticias/sociedad/la-ruta-234-contara-en-toda-su-traza-con-iluminacion-led>

PINAMAR

- Telégrafo (2018, 18 de febrero). El municipio reemplazará el 30% del alumbrado público con tecnología LED. *Telégrafo*. Recuperado de <https://telegrafo.com.ar/noticias/17704-el-municipio-reemplazara-el-30-del-alumbrado-publico-con-tecnologia-led>



PRESIDENTE PERÓN

- Municipio de Presidente Perón (2017, 24 de octubre). En San Roque ya cuentan con asfalto y nueva iluminación LED. *Municipio de Presidente Perón*. Recuperado de http://www.presidenteperon.gov.ar/detalle_noticia.php?cod=198
- Municipio de Presidente Perón (2017, 22 de agosto). Nueva iluminación en la Plaza Malvinas Argentinas de San Pablo. *Municipio de Presidente Perón*. Recuperado de http://www.presidenteperon.gov.ar/detalle_noticia.php?cod=183

PUNTA INDIÓ

- El Colono Digital (2018). Reemplazarán por leds 25 lámparas del alumbrado. *El Colono Digital*. Recuperado de <http://www.elcolonodigital.com.ar/article/reemplazaran-por-leds-25-lamparas-del-alumbrado/>

RAUCH

- Municipalidad de Rauch (2017, 14 de julio). LICITACION PUBLICA N° 07/2017. *Municipalidad de Rauch*. Recuperado de <http://www.rauch.mun.gba.gov.ar/web/index.php/2017/07/14/licitacion-publica-n-072017/>

RIVADAVIA

- Municipio de Rivadavia (2017, 25 de septiembre). SE COMENZÓ A PAVIMENTAR EL ACCESO AL SECTOR INDUSTRIAL PLANIFICADO "DR. ARTURO FONDIZI". *Municipio de Rivadavia*. Recuperado de <https://www.munirivadavia.gob.ar/?q=content/se-comenzo-pavimentar-el-acceso-al-sector-industrial-planificado-dr-arturo-fondizi>
- Municipio de Rivadavia (2018, 17 de enero). ASÍ LUCE HOY EL ACCESO AL SECTOR INDUSTRIAL PLANIFICADO "DR. ARTURO FRONDIZI". *Municipio de Rivadavia*. Recuperado de <https://www.munirivadavia.gob.ar/?q=content/asi-luce-hoy-el-acceso-al-sector-industrial-planificado-dr-arturo-frondizi>

ROJAS

- Municipio de Rojas (2017, 14 de septiembre). Continúa el recambio de luminarias en el cuadro urbano. *Municipio de Rojas*. Recuperado de <http://rojas.gov.ar/continua-el-recambio-de-luminarias-en-el-cuadro-urbano/>



- Municipio de Rojas (2017, 20 de enero). Confirman repavimentación de 35 cuadras e instalación de leds en el centro y accesos. *Municipio de Rojas*. Recuperado de <http://rojas.gov.ar/pavimento-y-led-en-rojas/>
- Municipio de Rojas (2018). Resultados de la búsqueda para: led. *Municipio de Rojas*. Recuperado de <http://rojas.gov.ar/?s=led>

SALADILLO

- Municipalidad de Saladillo (2017). Recambio lumínico a tecnología LED en Saladillo. *Municipalidad de Saladillo*. Recuperado de <https://www.saladillo.gob.ar/?q=content/recambio-luminico-tecnologia-led-en-saladillo>
- Municipalidad de Saladillo (2018). Intendente recorrió las obras en el macizo para PROCREAR. *Municipalidad de Saladillo*. Recuperado de <https://www.saladillo.gob.ar/?q=content/intendente-recorrio-las-obras-en-el-macizo-para-procrear>

SALLIQUELÓ

- veradia.com (2018, 20 de abril). Se colocaron luminarias en el Camino del Prado. *veradia.com*. Recuperado de <http://www.veradia.com/nota.php?id=11219>
- veradia.com (2017, 12 de mayo). Colocaron luces LED en la plaza. *veradia.com*. Recuperado de <http://www.veradia.com/nota.php?id=9911>
- veradia.com (2016, 18 de agosto). Colocan nueva iluminación en el Fo.Na.Vi. *veradia.com*. Recuperado de <http://www.veradia.com/nota.php?id=8625>

SALTO

- Salto Gobierno Municipal (2014, 12 de diciembre). RECONVERSIÓN LUMÍNICA EN CALLE BUENOS AIRES. *Salto Gobierno Municipal*. Recuperado de http://www.salto.gob.ar/noticia.php?articulo_id=3672
- Salto Gobierno Municipal (2015, 18 de mayo). BRASCA Y LA PORTA ANUNCIARON LA INSTALACIÓN DE 30 LUMINARIAS DE LED EN ARROYO DULCE. *Salto Gobierno Municipal*. Recuperado de http://www.salto.gob.ar/noticia.php?articulo_id=3955

SAN ANDRÉS DE GILES

- Municipalidad de San Andrés de Giles (2018, 1 de junio). Convenio Marco para la ILUMINACIÓN LED DE LA AVENIDA SAN ANDRÉS. *Municipalidad de San Andrés de Giles*. Recuperado de



<https://www.sanandresdegiles.gob.ar/?q=content/convenio-marco-para-la-iluminacion-led-la-avenida-san-andres>

- Municipalidad de San Andrés de Giles (2018, 12 de julio). El Municipio y CETASA iluminaron uno de los Accesos a la localidad de Azcuénaga. *Municipalidad de San Andrés de Giles*. Recuperado de <https://www.sanandresdegiles.gob.ar/?q=content/el-municipio-y-cetasa-iluminaron-uno-los-accesos-la-localidad-azcuenaga>

SAN ANTONIO DE ARECO

- Areco Ciudad (2018). Ampliarán la obra en avenida Smith con pavimentación, luminarias LED y desagües pluviales. *Areco Ciudad*. Recuperado de <http://www.arecociudad.com.ar/nota.asp?id=1660&t=Ampliaran-la-obra-en-avenida-Smith-con-pavimentacion-luminarias-LED-y-desagues-pluviales>

SAN CAYETANO

- Municipalidad de San Cayetano (2018). Iluminación para el Paseo Frente de Vías. *Municipalidad de San Cayetano*. Recuperado de <http://www.sancayetano.gov.ar/full.php?id=4325&c=ACB/iluminacion-para-el-paseo-frente-de-v-as>

SAN FERNANDO

- Municipio de San Fernando (2018). Buscador LED. *Municipio de San Fernando*. Recuperado de <https://www.sanfernando.gob.ar/buscador>

SAN MIGUEL

- Municipalidad de San Miguel (2015, 29 de julio). Avanza el Plan de Renovación de Alumbrado Público. *Municipalidad de San Miguel*. Recuperado de <http://www.msm.gov.ar/obras/avanza-el-plan-de-renovacion-de-alumbrado-publico/>

SAN NICOLÁS

- Diario El Norte (2017, 21 de septiembre). El alumbrado público de San Nicolás será reconvertido al sistema Led. *Diario El Norte*. Recuperado de http://www.diarioelnorte.com.ar/nota66533_el-alumbrado-publico-de-san-nicolas-sera-reconvertido-al-sistema-led.html

SAN PEDRO

- Trivialtech (2018). MÁS ILUMINACIÓN PARA SAN NICOLÁS. *Trivialtech*. Recuperado de <http://www.trivialtech.com.ar/mas-iluminacion-para-san-nicolas/>



SUIPACHA

- Norte en línea (2018, 21 de junio). La plaza Renacimiento iluminada con tecnología LED. *Norte en línea*. Recuperado de <https://www.norteenlinea.com/buenos-aires/la-plaza-renacimiento-iluminada-con-tecnologia-led>

TANDIL

- Municipio de Tandil (2018). Más leds en el alumbrado público. *Municipio de Tandil*. Recuperado de https://twitter.com/GobiernoTandil?ref_src=twsrc%5Etfw%7Ctwcamp%5Eembedded-timeline%7Ctwtterm%5E595668945841037312&ref_url=http%3A%2F%2Fwww.tandil.gov.ar%2Fnovedades%2F7752%2FMAS-LEDS-EN-EL-ALUMBRADO-PUBLICO.html

TAPALQUÉ

- Municipio de Tapalqué (2017). Se iluminará la Av. 9 de Julio con luces leds. Más leds en el alumbrado público. *Municipio de Tandil*. Recuperado de <http://www.municipiodetapalque.gob.ar/?p=3415>

TORDILLO

- Criterio Online (2017, 12 de mayo). Tordillo: Iluminación de los espacios públicos con tecnología Led. *Criterio Online*. Recuperado de <https://www.diariocol.com/2017/05/12/tordillo-iluminacion-los-espacios-publicos-tecnologia-led/>
- Diario Opinión (2018). Iluminación de los espacios públicos con tecnología Led. *Diario Opinión*. Recuperado de <http://opiniondelacosta.com.ar/index.php?notaid=5945356c08ade>

TRENQUE LAUQUEN

- La Opinión (2018, 12 de marzo). Importantes trabajos en la red de cloacas y alumbrado público. *La Opinión*. Recuperado de <http://laopinion.com.ar/importantes-trabajos-en-la-red-de-cloacas-y-alumbrado-publico/>

TRES DE FEBRERO

- Municipalidad de Tres de Febrero (2016, 12 de marzo). Plan de alumbrado público. *Municipalidad de Tres de Febrero*. Recuperado de <https://www.tresdefebrero.gov.ar/noticias/desarrollo-urbano/plan-alumbrado-publico/>
- Municipalidad de Tres de Febrero (2016, 12 de marzo). Pliego de bases y condiciones generales. *Municipalidad de Tres de Febrero*. Recuperado de



<https://www.tresdefebrero.gov.ar/wp-content/uploads/2016/05/Pliego-Licitaci%C3%B3n-1616.pdf>

VILLA GESSELL

- Municipalidad de Villa Gesell (2018, 29 de junio). INSTALANDO 2.000 LUMINARIAS LED EN LA CIUDAD. *Municipalidad de Villa Gesell*. Recuperado de <http://www.gesell.gob.ar/novedad/33159/instalando-2-000-luminarias-led-en-la-ciudad.html>

ZÁRATE

- La Voz (2017, 4 de agosto). Trabajan en un proyecto para reemplazar el alumbrado público por luminarias LED. *La Voz*. Recuperado de <http://www.diariolavozdezarate.com/2017/08/04/trabajan-en-un-proyecto-para-reemplazar-el-alumbrado-publico-por-luminarias-led/>
- Agencia Popular de Comunicación (2016, 20 de abril). El municipio de Malvinas Argentinas impulsa el reciclado de residuos. *Agencia Popular de Comunicación*. Recuperado de <https://agencia-popular.com/2016/04/20/el-municipio-de-malvinas-argentinas-impulsa-el-reciclado-de-residuos/>
- Grupo Pelco (2018). El camino de los residuos industriales. *Grupo Pelco*. Recuperado de <http://www.grupopelco.com.ar/>
- infobae (2009, 22 de octubre). Malvinas Argentinas ya tiene su planta de reciclado. *infobae*. Recuperado de <https://www.infobae.com/2009/10/22/479495-malvinas-argentinas-ya-tiene-su-planta-reciclado/>
- IntermeDiario (2016, 6 de julio). El Municipio de Malvinas Argentinas Recicla. *IntermeDiario*. Recuperado de <http://intermediario.com.ar/municipio-malvinas-argentinas-recicla/>
- Municipio de Malvinas Argentinas (2009). Malvinas Recicla. *Municipio de Malvinas Argentinas*. Recuperado de <http://www.malvinasargentinas.gob.ar/web/page/medio-ambiente/>
- Zona Norte Diario Online (2013, 9 de enero). Malvinas Argentinas: Fuerte trabajo en plantas de Reciclado y Biodiesel. *Zona Norte Diario Online*. Recuperado de http://www.zonanortediario.com.ar/despachos.asp?cod_des=24058&ID_Seccion=15

1



8. Anexos

Índice

- 8.1. Estudio técnico
 - 8.1.1. Conceptos generales de la iluminación
 - 8.1.2. Clasificación de luminarias
- 8.2. Estudio legal
 - 8.2.1. PRONUREE
 - 8.2.2. Decreto 140/2007
 - 8.2.3. Resolución 569 – 2013
 - 8.2.4. Decreto 231/2015
 - 8.2.5. Plan de Alumbrado Eficiente (PLAE)
 - 8.2.6. Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para Iluminación - Vialidad Nacional
 - 8.2.7. Especificación Técnica para la adquisición de luminarias LED de Alumbrado Público
 - 8.2.8. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
 - 8.2.9. Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
 - 8.2.10. Resolución 88-E/2017
 - 8.2.11. Resolución 177-E/2017
 - 8.2.12. Ley 11.720
 - 8.2.13. Ley 24.051
 - 8.2.14. Ley 24.295
 - 8.2.15. Ley 25.438
 - 8.2.16. Ley 19.587
 - 8.2.17. Ley 27.191
 - 8.2.18. Programa de Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía según Norma ISO 50001



8.3. Estudio Comercial

8.3.1. Mach Electronics S.A.

8.3.2. BGH

8.3.3. Facoel

8.3.4. Lumenac

8.3.5. Trivialtech

8.3.6. BAEL

8.3.7. IEP

8.3.8. Philco

8.3.9. OSRAM

8.3.10. General Electric

8.3.11. Philips - Signify

8.4. Estudio Económico-Financiero

8.4.1. Cuadro Tarifario de Edenor

8.4.2. Documentación de Participación Público-Privada (PPP)

8.4.3. Decreto 1023/2001

8.5. Mapa de trazas analizadas

8.6. Mapa de zonificación de Malvinas Argentinas

8.7. Relevamiento fotográfico de la situación actual

8.8. Estudio de Impacto Ambiental

8.9. Simulación de performance

8.9.1. Simulación con luminaria tradicional actualmente instalada

8.9.2. Simulación con luminaria de tecnología LED

8.10. Minutas de Reunión

8.11. Consultas a Docentes asesores

8.12. Relevamiento – Planos de censo Edenor 2016

8.1. Estudio técnico

8.1.1. Conceptos generales de la iluminación

- **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. Su símbolo es Φ y su unidad es el lumen [lm].

- **Intensidad luminosa**

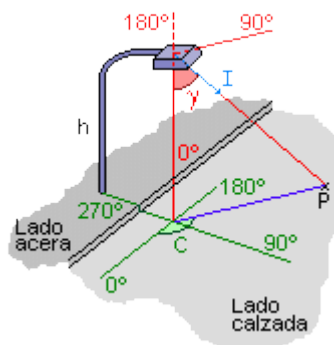
Corresponde al flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido¹ en una dirección concreta. Su símbolo es I y su unidad la candela [cd].

- **Iluminancia**

La iluminancia indica la cantidad de luz que llega a una superficie y se define como el flujo luminoso recibido por unidad de superficie:

$$E = \frac{d\Phi}{ds}$$

Si se expresa en función de la intensidad luminosa, resulta como:



$$E_H = \frac{I(C, \gamma)}{h^2} \cdot \cos^3 \gamma$$

Figura 1: Esquema representativo de la Iluminancia. Fuente: CIE, Año 2018.

donde I es la intensidad recibida por el punto P en la dirección definida por el par de ángulos (C, γ) y h la altura del foco luminoso.

Este parámetro tiene como unidad de medida al [lux] = [lm/m²].

- **Luminancia**

Se puede definir como la porción de intensidad luminosa por unidad de superficie que es reflejada por la calzada en dirección al ojo, por lo que la unidad de medida es [cd/m²].

¹ Ángulo sólido: ángulo tridimensional que abarca un objeto visto desde un punto dado.

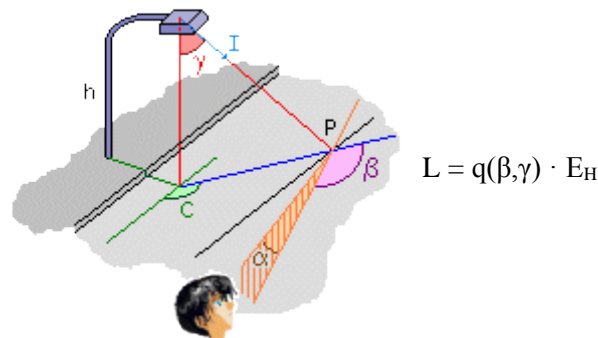


Figura 2: Esquema representativo de la Luminancia. Fuente: CIE, Año 2018.

donde q es el coeficiente de luminancia en el punto P que depende básicamente del ángulo de incidencia γ y del ángulo entre el plano de incidencia y el de observación β . El efecto del ángulo de observación α es despreciable para la mayoría de los conductores (automovilistas con campo visual entre 60 y 160 m. por delante y una altura de 1,5 m. sobre el suelo) y no se tiene en cuenta. Entonces:

$$L = \frac{I(C, \gamma) \cdot \cos^3 \gamma}{h^2} \cdot q(\beta, \gamma)$$

Por comodidad de cálculo, se define el termino:

$$r(\beta, \gamma) = q(\beta, \gamma) \cdot \cos^3 \gamma$$

Quedando finalmente:

$$L = \frac{I(C, \gamma) \cdot r(\beta, \gamma)}{h^2}$$

Los valores de $r(\beta, \gamma)$ se encuentran tabulados o incorporados a programas de cálculo y dependen de las características de los pavimentos utilizados en la vía.

- **Rendimiento luminoso**

Representa el flujo luminoso emitido por una fuente luminosa por cada unidad de potencia eléctrica consumida, por lo que la unidad de medida es [lm/W]. El máximo rendimiento luminoso que se puede conseguir en el caso más favorable es de 683 lm/W.

- **Reflectancia**

Es la relación entre el flujo reflejado por un cuerpo y el flujo recibido por el mismo. En proyectos de vialidad, depende mucho del tipo de pavimento, y es importante que la reflectancia sea baja.



- **Color de la luz**

La diferencia en los niveles de energía de un fotón, debido a su fluctuación en un campo electromagnético, es observable al ojo humano mediante lo que se denomina color. Es una interpretación del sistema visual de las personas, de la composición espectral de la luz.

- **Temperatura de color**

Representa la medida científica para describir el nivel de “calidez” o “frialdad” de una fuente luminosa. Cuanto mayor sea la cantidad de grados Kelvin de dicha fuente, más fría será la misma.

- **Índice de Reproducción Cromática (IRC)**

Mide la capacidad de una fuente luminosa para reproducir fielmente los colores de varios objetos, comparado con una fuente de luz natural.

Fuentes Luminosas	Tc (°K)	IRC
Cielo azul	10,000 a 30,000	85 a 100
Cielo nublado	7,000	85 a 100
Luz solar día	6,000	85 a 100
Luz día (halogenuros)	6,000	96 a 100
Blanco neutral	3,000 a 5,000	70 a 84
Blanco cálido	Menos de 3,000	40 a 69
Lámparas de descarga (Na)	2,900	Menos de 40
Lámpara incandescente	2,100 a 3,200	85 a 100
Lámpara fotográfica	3,400	85 a 100
Llama de vela	1,800	40 a 65

Figura 3: Temperatura de color e Índice de Reproducción Cromática según fuente luminosa.

Fuente: CIE, Año 2018.

- **Vida media**

Representa la media aritmética de la duración en horas de cada una de las lámparas de un grupo suficientemente representativo del mismo modelo y tipo.

- **Vida útil**

Es una magnitud referida a la práctica dada también medida en horas, al cabo de las cuales el flujo luminoso de una determinada instalación de alumbrado ha descendido a un valor tal, que la lámpara ya no es rentable, aunque esté en condiciones de seguir funcionando. Se indica con la sigla Lxx, definido como L70, L80 ó L90. La letra se refiere al flujo luminoso (inicial), y el número describe el porcentaje de los lúmenes iniciales que un grupo de LED habrá alcanzado en un momento determinado.



- **Tiempo de encendido**

Es la fracción de tiempo en que la lámpara alcanza el nivel de flujo luminoso máximo.

- **Criterios de calidad**

Para determinar si una instalación es adecuada y cumple con todos los requisitos de seguridad y visibilidad necesarios se establecen una serie de parámetros que sirven como criterios de calidad. Son la luminancia media (L_m , L_{AV}), los coeficientes de uniformidad (U_0 , U_L) y el deslumbramiento, tanto molesto como perturbador (G y TI).

- Coeficientes de uniformidad

Como criterios de calidad y evaluación de la uniformidad de la iluminación en la vía se analizan el rendimiento visual en términos del coeficiente global de uniformidad U_0 y la comodidad visual mediante el coeficiente longitudinal de uniformidad U_L (medido a lo largo de la línea central).

$$U_0 = L_{\min} / L_m \qquad U_L = L_{\min} / L_{\max}$$

Siendo, L_{\min} la luminancia mínima y L_m la luminancia media de la calzada.

- Deslumbramiento

El deslumbramiento producido por las farolas o los reflejos en la calzada, es un problema considerable por sus posibles repercusiones. En sí mismo, no es más que una sensación molesta que dificulta la visión pudiendo, en casos extremos, llegar a provocar ceguera transitoria. Por lo tanto, es necesario cuantificar este fenómeno.

Se llama **deslumbramiento molesto** a aquella sensación desagradable que sufrimos cuando la luz que llega a nuestros ojos es demasiado intensa. Este fenómeno se evalúa de acuerdo a una escala numérica, obtenida de estudios estadísticos, que va del deslumbramiento insoportable al inapreciable.

G	Deslumbramiento	Evaluación del alumbrado
1	Insoportable	Malo
3	Molesto	Inadecuado
5	Admisible	Regular
7	Satisfactorio	Bueno
9	Inapreciable	Excelente

Figura 4: Clasificación del deslumbramiento molesto. Fuente: CIE, Año 2018.



Donde la fórmula de G se calcula a partir de características de la luminaria y la instalación.

Actualmente no se utiliza mucho porque se considera que siempre que no se excedan los límites del deslumbramiento perturbador, este está bajo control.

El **deslumbramiento perturbador** se produce por la aparición de un velo luminoso que provoca una visión borrosa, sin nitidez y con poco contraste, que desaparece al cesar su causa. No obstante, este fenómeno no lleva necesariamente asociado una sensación incómoda como el deslumbramiento molesto. Para evaluar la pérdida de visión se utiliza el criterio del incremento de umbral (TI) expresado en tanto por ciento:

$$TI = 65 \frac{L_v}{(L_m)^{0.5}}$$

donde L_v es la luminancia de velo equivalente y L_m es la luminancia media de la calzada.

La luminancia de velo es la luminancia uniforme equivalente resultante de la luz que incide sobre el ojo de un observador y que produce el velado de la imagen en la retina, disminuyendo de este modo la capacidad que posee el ojo para apreciar los contrastes.

8.1.2. Clasificación de luminarias

La clasificación de las luminarias de la CIE se basa en tres propiedades básicas de las luminarias, que dependen de sus características fotométricas:

1. **Alcance** o extensión a la cual la luz de la luminaria se distribuye a lo largo de un camino.
2. **Apertura** o la cantidad de diseminación lateral de la luz a lo ancho de un camino.
3. **Control** o el alcance de la instalación para controlar el deslumbramiento producido por la luminaria.

Alcance	Apertura	Control
Corto $\gamma_{\max} < 65^\circ$	Estrecha $\gamma_{90} < 45^\circ$	Limitado $SLI < 2$
Medio $60^\circ \leq \gamma_{\max} \leq 70^\circ$	Media $45^\circ \leq \gamma_{90} \leq 55^\circ$	Moderado $2 \leq SLI \leq 4$
Largo $\gamma_{\max} > 70^\circ$	Ancha $\gamma_{90} > 55^\circ$	Estricto $SLI > 4$

Figura 1: Tabla resumen de límites. Fuente: CIE, Año 2018.

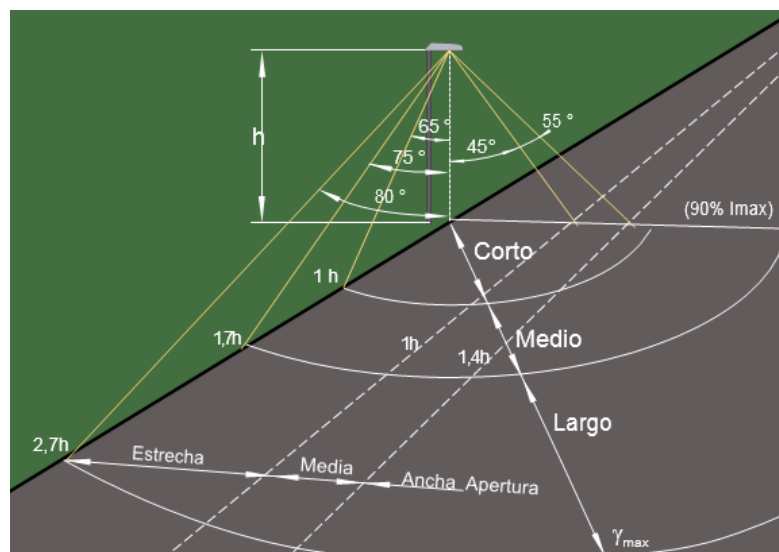


Figura 2: Se muestran los tres grados de alcance, apertura y control, donde h es la altura de montaje de la luminaria. Fuente: CIE, Año 2018.

8.7. Relevamiento fotográfico de la situación actual

Ex Ruta Nacional N°202



Figura 1: Postes en Ex Ruta Nacional N°202, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



Figura 2: Artefacto instalado en poste ubicado en Ex Ruta Nacional N°202, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



Ex Ruta Nacional N°197



Figura 3: Postes en Ex Ruta Nacional N°197, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



Figura 4: Artefactos instalados en poste ubicado en Ex Ruta Nacional N°197, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



Ruta Nacional N°8



Figura 5: Postes en Ruta Nacional N°8, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



Figura 6: Artefacto instalado en poste ubicado en Ruta Nacional N°8, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



Figura 7: Postes en Ruta Nacional N°8, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



Figura 8: Artefactos instalados en poste ubicado en Ruta Nacional N°8, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



Avenida del Libertador General San Martín



Figura 9: Postes en la Avenida del Libertador General San Martín, en el partido de Malvinas Argentinas. Fuente: *Elaboración propia, Año 2018.*



Figura 10: Artefactos instalados en poste ubicado en Avenida del Libertador General San Martín, en el partido de Malvinas Argentinas. Fuente: *Elaboración propia, Año 2018.*



Avenida Presidente Juan Domingo Perón



Figura 11: Postes en Av. Presidente Juan Domingo Perón, en el partido de Malvinas Argentinas.

Fuente: Elaboración propia, Año 2018.



Figura 12: Artefacto instalado en poste ubicado en Av. Presidente Juan Domingo Perón, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



Figura 13: Poste en Av. Presidente Juan Domingo Perón, en el partido de Malvinas Argentinas.

Fuente: Elaboración propia, Año 2018.



Figura 14: Poste en Av. Presidente Juan Domingo Perón, en el partido de Malvinas Argentinas.

Fuente: Elaboración propia, Año 2018.



Figura 15: Artefactos instalados en poste ubicado en Av. Presidente Juan Domingo Perón, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*

Calle Juan Francisco Seguí



Figura 16: Postes en la Juan Francisco Seguí (en Estación de ferrocarriles Belgrano Norte, Grand Bourg). *Fuente: Google Maps, Año 2017.*



Calle Eva Perón (Ex Avenida Wilson)



Figura 17: Poste en Calle Eva Perón, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



Figura 18: Artefacto instalado en poste ubicado en Calle Eva Perón, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



Figura 19: Poste en Calle Eva Perón, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



Figura 20: Artefacto instalado en poste ubicado en Calle Eva Perón, en el partido de Malvinas Argentinas. *Fuente: Elaboración propia, Año 2018.*



Avenida Olivos



Figura 21: Postes en Avenida Olivos, en el partido de Malvinas Argentinas. Fuente: *Elaboración propia, Año 2018.*

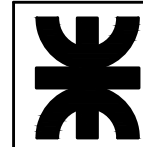
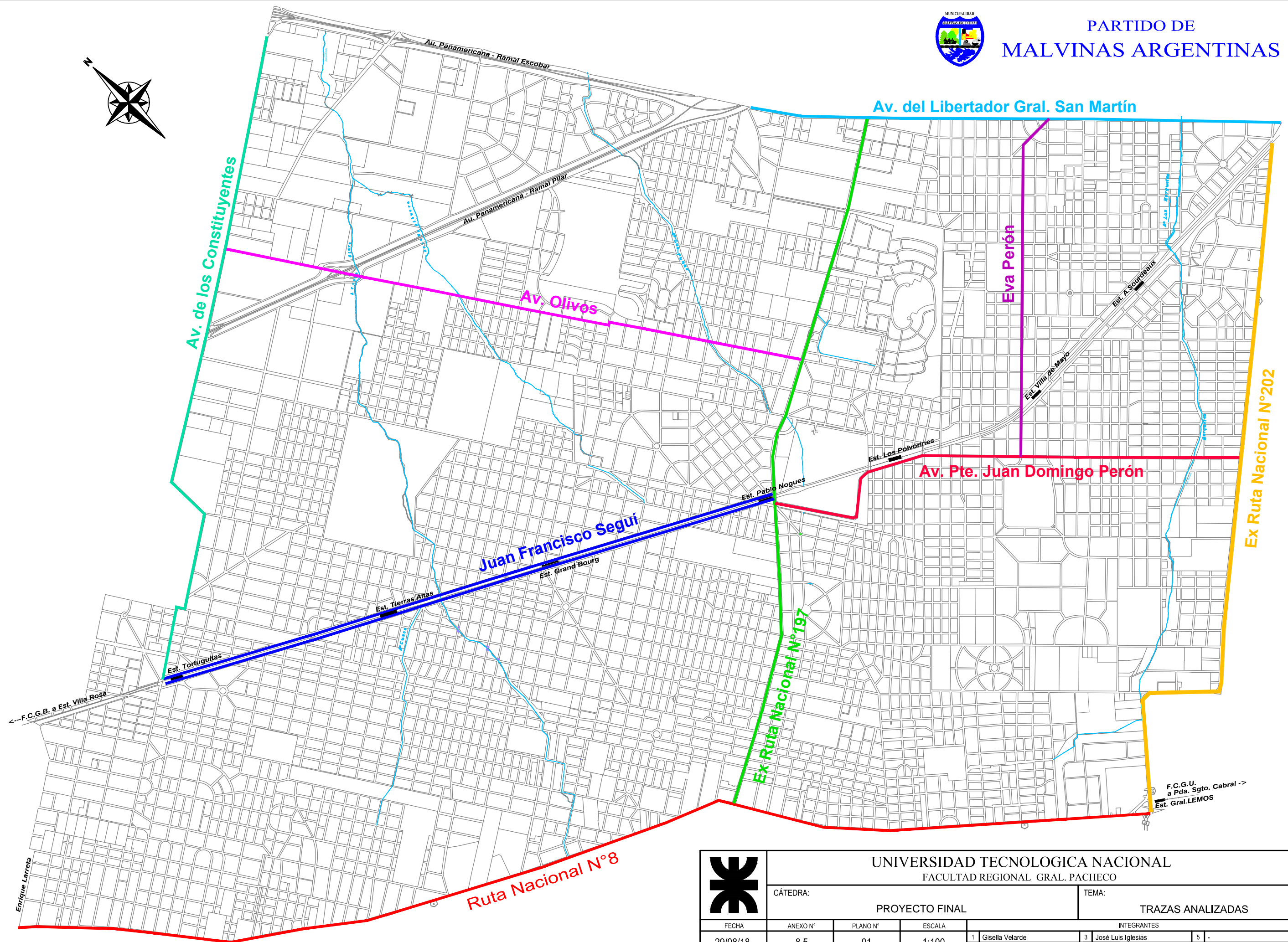
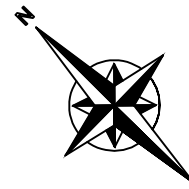
Avenida de los Constituyentes



Figura 22: Postes en Avenida Olivos, en el partido de Malvinas Argentinas. Fuente: *Elaboración propia, Año 2018.*



Figura 23: Artefacto instalado en poste ubicado en Calle Eva Perón, en el partido de Malvinas Argentinas. Fuente: *Elaboración propia, Año 2018.*



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL GRAL. PACHECO

CÁTEDRA:

PROYECTO FINAL

TEMA:

TRAZAS ANALIZADAS

FECHA	ANEXO N°	PLANO N°	ESCALA	INTEGRANTES		
29/08/18	8.5.	01	1:100	1 Gisella Velarde	3 José Luis Iglesias	5 -
				2 Leandro Honeker	4 Luciano Tamburini	6 -