

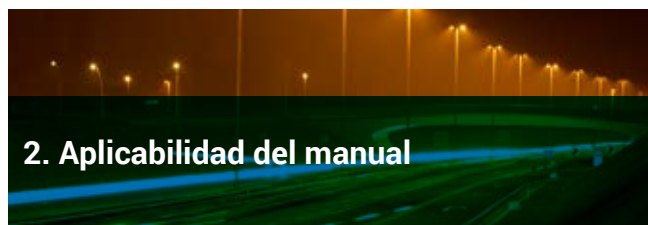
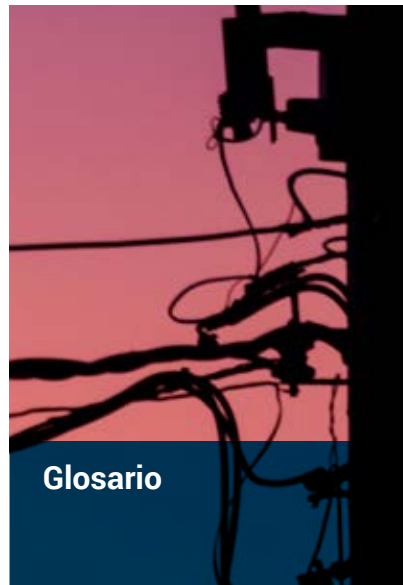
Manual para la evaluación de proyectos de Eficiencia Energética para el Sector de Alumbrado Público

Dirigido a

Cientes de Instituciones Financieras



BANCO DE DESARROLLO
DE AMÉRICA LATINA



Glosario

AP: alumbrado público.

Dióxido de carbono (CO₂): es el principal gas de efecto invernadero emitido principalmente a través del uso del transporte y la industria, la producción de energía eléctrica, la agricultura y la deforestación.

Eficiencia energética: es la forma de gestionar y limitar el crecimiento del consumo de energía. Un proceso más eficiente puede producir más bienes o servicios con la misma o menor cantidad de energía. Por ejemplo, una bombilla fluorescente compacta (CFL) utiliza menos energía que una bombilla incandescente para producir la misma cantidad de luz.

Gases de efecto invernadero (GEI): los gases de efecto invernadero son la principal causa del calentamiento global. La mayoría de estas sustancias como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), los óxidos nitrosos (NO_x), entre otros, son liberados a la atmósfera por la actividad humana.

Inversiones en producción más limpia: inversiones que pueden demostrar un beneficio ambiental para disminuir la contaminación del aire, el suelo y/o el agua.

IPCC: Panel Intergubernamental de Cambio Climático (por sus siglas en inglés).

kW: es una unidad de medida más común de la potencia eléctrica (1kW es equivalente a 1.000 W) de los aparatos eléctricos.

kWh: equivalente a mil vatios-hora, es una unidad utilizada para medir la energía eléctrica consumida o utilizada en determinado tiempo.

LED: Diodo Emisor de Luz (LED, por sus siglas en inglés).

Línea de base: situación energética y ambiental actual sin ninguna mejora implementada.



Líneas de financiamiento verde: líneas de financiamiento que buscan el desarrollo de proyectos que promuevan la protección y conservación del medio ambiente, como proyectos de eficiencia energética, energía renovable o producción más limpia. Dichos proyectos deben contar con la revisión y verificación de los beneficios ambientales que se obtienen después de la inversión.

Periodo de retorno simple: es la cantidad de tiempo que demora una inversión en pagarse basado en el flujo de caja del proyecto. Por ejemplo, el período de retorno simple de una inversión de 300 USD con ahorros anuales de 100 USD tiene un periodo de retorno simple de 3 años.

Valor exante: valor de una variable medida antes de desarrollar los proyectos de eficiencia energética y energías renovables.

Valor expost: valor de una variable medida después de desarrollar los proyectos de eficiencia energética y energías renovables.

Tabla de conversiones

En la tabla 1 se presentan las unidades utilizadas en este manual que sirven como referencia para las diferentes conversiones de unidades que se encuentran a lo largo del documento.

Tabla 1. Tabla de conversión de unidades.

Potencia	kilowatt (kW)	HP	BTU/h
kilowatt (kW)	1	1.341	3.412,14
HP	0,754	1	2.544.43
BTU/h	0,00293	0,0003928	1

Energía	Kilowatt-hora (kWh)	Jules	GigaJules	PetaJules	BTU
kilowatt-hora (kWh)	1	3.600.000	0,0036	3,6 e-9	3.412,14
Jules	0,000000278	1	1e-9	1e-15	0,0009478
GigaJules	277,7	1e+9	1	1e-6	947817
PetaJules	2,77 e+8	1e+15	1e+6	1	9,47e+11



1. Presentación

CAF -Banco de desarrollo de América Latina- tiene como misión impulsar el desarrollo sostenible y la integración regional, mediante el financiamiento de proyectos de los sectores público y privado, la provisión de cooperación técnica y otros servicios especializados. Constituido en 1970 y conformado en la actualidad por 19 países, 17 de América Latina y el Caribe, junto a España y Portugal y 13 bancos privados, es una de las principales fuentes de financiamiento multilateral y un importante generador de conocimiento para la región.

CAF adelanta el desarrollo del Programa de Eficiencia Energética desde la Demanda (EE-D) y Negocios Verdes (NV) con Instituciones Financieras (IF's), cuyo objetivo principal es fomentar una mayor inversión de empresas Latinoamericanas en NV y EE-D, para lo cual CAF pone a disposición (I) financiamiento a través de las líneas de crédito que CAF mantiene con Instituciones Financieras (IF's), (II) asistencia técnica, y (III) fortalecimiento de mercados en negocios verdes y de eficiencia energética.

Este manual dirigido a los Clientes de las IF's, tiene como objetivo principal generar conocimientos y mejorar las capacidades de sus clientes y recursos de outsourcing, para identificar oportunidades de proyectos de EE; asimismo, gestionar los riesgos ambientales y sociales asociados con este tipo de proyectos.

Adicionalmente, incluye aspectos técnicos, ambientales y de inversión de proyectos para ser financiados por las IF's y los mecanismos de monitoreo, reporte y verificación de los beneficios ambientales generados por las inversiones realizadas.

Este manual es parte de un conjunto de documentos que comprende los sectores y tecnologías con mayor potencial para llevar a cabo inversiones en eficiencia energética.

En la tabla 2 se presenta el conjunto de documentos elaborados para el Programa de Eficiencia Energética desde la Demanda (EE-D) y Negocios Verdes (NV) con Instituciones Financieras (IF's).

Tabla 2. Manuales por sector y guías por tipo de proyecto.

Manuales Por Sector		Alimentos y bebidas	Textiles	Cemento	Pulpa y papel	Siderurgia y metal mecánica	Agroindustria	Hoteles y hospitales	Alumbrado público	Grandes superficies	Transporte
Guías Por Tipo De Proyecto	Motores de alta eficiencia	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
	Cogeneración de energía	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
	Sustitución de combustibles	✓	✓	✓	✓		✓	✓			✓
	Iluminación de alta eficiencia	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	
	Calderas y sistemas de vapor	✓	✓		✓		✓	✓			
	Aire acondicionado							✓			✓
	Refrigeración	✓								✓	
	Calentamiento de agua con energía solar							✓			
	Hornos			✓		✓					
	Aire comprimido	✓	✓	✓	✓	✓					
	Energía solar fotovoltaica							✓	✓	✓	
	Automatización de procesos							✓	✓	✓	

Así por ejemplo, se elaboró la guía para el desarrollo de proyectos de iluminación de alta eficiencia y de energía solar fotovoltaica que es aplicable al sector de Alumbrado Público.



2. Aplicabilidad del manual

El manual de eficiencia energética para el sector de Alumbrado Público para clientes de las IF's, incluye información relevante relacionada con los consumos energéticos y el potencial de eficiencia energética de proyectos que pueden presentar beneficios económicos y ambientales para las operaciones del sector. Se debe considerar que los valores presentados en este manual son indicativos, puesto que las diferentes instalaciones pueden variar en su configuración y tamaño, la ubicación geográfica, las características de operación y otros factores.

Los consumos de energía eléctrica y térmica sirven como referencia sobre las mejores prácticas del sector y definen los indicadores de consumo para determinar las mejoras razonables que se pueden alcanzar por realizar inversiones en eficiencia energética.

El manual presenta los proyectos con mayor potencial mostrando los diferentes niveles de inversión, posibles periodos de retorno y los ahorros estimados frente a los diferentes cambios tecnológicos.

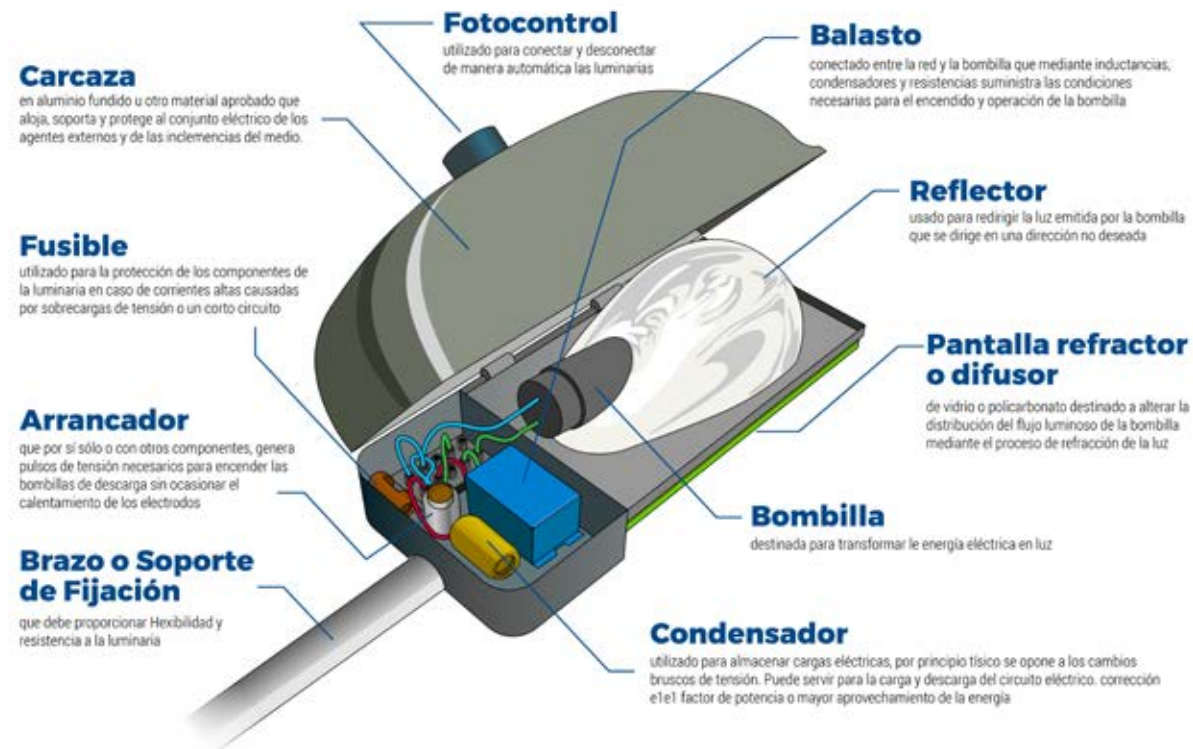
Las oportunidades de eficiencia energética financiables a través de líneas verdes son las más comunes para este sector, teniendo en cuenta el estado de la tecnología actual y las mejores prácticas del mercado. Esto no significa que sean los únicos proyectos financiables en el sector, pero sí los más comunes que requieren de financiación.



3. Caracterización energética del proceso

Los componentes de una luminaria como las que se usan en el alumbrado público se pueden observar en la figura 1.

Figura 2. Componentes de una luminaria de alumbrado público.¹



En general, los componentes de todas las lámparas son los mismos, el incremento de eficiencia consiste en usar lámparas con tecnología de mayor eficiencia en lugar de lámparas de tecnología tradicional o cambiar la fuente de energía tradicional por una renovable.

¹ Fuente: UPME. Alumbrado público exterior. Guía didáctica para el buen uso de la energía.

En los proyectos de extensión de los sistemas de AP y los proyectos de renovación, es necesario tener en cuenta la eficiencia de los sistemas actuales y las normas que son aplicables de acuerdo con cada país. En Colombia por ejemplo, es necesario cumplir con RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público) que establece las condiciones de eficiencia y niveles de iluminación que deben cumplir los proyectos. En México los sistemas de iluminación a instalar (lámparas, balastos y luminarios) deberán contar con los certificados de cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX) vigentes, emitidos por un organismo de certificación, a fin de ser beneficiados por el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

En la tabla 3 se presenta un resumen de los rangos de potencia y las eficiencias lumínicas de los diferentes tipos de luminarias.

Tabla 3. Consumo y eficiencia de los diferentes tipos de luminarias.²

Tipo de lámpara	Rango de consumo (W)	Eficiencia Luminosa (lm/W) ³
Incandescente	15 - 150	13 - 24
Fluorescente	18 - 58	60 - 100
Vapor de mercurio	50 - 400	65 - 115
Sodio de alta presión	50 - 400	85 - 150
Sodio de baja presión	18 - 180	100 - 200
LED	10 - 200	100 - 150

² Fuente: Phillips, Osram, McKinsey & Company

³ La eficacia luminosa de una fuente de luz es la relación existente entre el flujo luminoso (en lúmenes) emitido por una fuente de luz y la potencia (en vatios) W.

La tecnología más utilizada actualmente en los proyectos de eficiencia energética en los sistemas de AP es la tecnología LED. Los LEDs son dispositivos semiconductores en estado sólido que convierten energía eléctrica en luz visible. Cuando algunos elementos son combinados y se les pasa corriente eléctrica, se producen los fotones o luz.

La parte principal del LED es llamado "chip" y está compuesto por dos capas semiconductoras, una tipo-n que provee los electrones y otra tipo-p que tiene agujeros en los cuales caen los electrones para la creación de los fotones.

Los LED pueden ser adquiridos por separado o integrados en dispositivos. Es muy importante en caso de adquirir la luminaria por separado, conocer muy bien las especificaciones de los LED, del driver, del disipador de calor y los otros componentes del sistema para garantizar de esta forma el correcto funcionamiento, desempeño y vida útil.

Hasta hace poco tiempo los LED eran muy costosos para aplicaciones de iluminación por la utilización de materiales semiconductores avanzados, debido al desarrollo tecnológico, la eficacia luminosa del LED (lm/W) ha aumentado considerablemente reduciendo así el costo del sistema. El costo de los sistemas LED ha disminuido pasando de casi 20 USD/1.000 lúmenes en el 2007 a casi 5 USD/1.000 lúmenes en la actualidad, generando viabilidad en los análisis costo-beneficio, y por tal motivo, grandes ciudades en el mundo han venido cambiando su sistema de iluminación pública a LED.

Las lámparas LED poseen alto índice cromático (IRC), lo cual permite que los colores se vean más naturales. La figura 2 a continuación ilustra las diferencias en cuanto a calidad de iluminación en una vía que emplea iluminación vapor de sodio con IRC de 23 y una vía iluminada con LED con IRC de 75.



Figura 2. Calidad de iluminación de vapor de sodio vs. iluminación LED.⁴

⁴ Fuente: Proyecto LED ciudad de Oakland, California

Algunas características operativas de las lámparas LED son:

- > Tiempo de encendido muy corto, aproximadamente un cuarto de segundo.
- > Debido a la composición y operación, tienen larga vida útil, aproximadamente 50.000 horas de operación promedio, lo cual reduce incluso la frecuencia de su disposición y reciclaje.
- > No contiene ningún material peligroso como el mercurio, material presente en la mayor parte de las luminarias ineficientes.
- > El costo por mantenimiento es aproximadamente 70% menor. De hecho, debido a que la tecnología LED no presenta final de vida catastrófico, es decir, no se apagan por completo, la ASSIST (Alliance for Solid State Illumination Systems Technologies) determinó que 70% es el límite máximo a partir del cual, es posible al ojo humano detectar una reducción del flujo luminoso. De tal manera la vida útil del LED termina cuando alcanza un 70% del flujo inicial.
- > Temperaturas de color elevadas. Los colores más fríos o temperaturas de color elevadas son las más adecuadas para iluminación vial.



4. Proyectos de eficiencia energética con mayor potencial

Los proyectos de eficiencia energética con mayor potencial en los sistemas de AP se resumen a continuación.

Renovación de los sistemas de AP antiguos por nuevos sistemas de alta eficiencia y tecnología.

En la tabla 4 se muestra la recomendación de los diferentes proveedores de lámparas LED para reemplazar las diferentes lámparas de vapor de sodio que se encuentran comúnmente en el alumbrado público con base en la potencia nominal. Aunque solo dos de las seis

compañías participantes, Shreder y Philips, tienen experiencia en la ejecución de proyectos LED en Colombia y certificación RETILAP, es importante considerar que las otras compañías cuentan también con experiencia internacional y que en 2013 se encontraban tramitando dicha certificación.

También es importante resaltar que la propuesta de reemplazo puede variar con base en los requerimientos técnicos. Por ejemplo, en una vía de alta velocidad, probablemente se requerirá lámparas LED de más potencia para poder cumplir con la norma.

Tabla 4. Propuesta de reemplazo de lámpara VSAP por lámpara LED (W).⁵

Vapor de Sodio de Alta presión (VSAP)		Proveedor 1		Proveedor 2		Proveedor 3	
Potencia Nominal Lámpara (W).	Potencia Luminaria (W) con pérdidas.	Potencia Nominal Lámpara (W) LED.	Potencia Luminaria (W) con pérdidas.	Potencia Nominal Lámpara (W) LED.	Potencia Luminaria (W) con pérdidas.	Potencia Nominal Lámpara (W) LED.	Potencia Luminaria (W) con pérdidas.
400	465	218	218	ND	ND	210	210
250	295	169	169	180	195.65	150	150
150	190	113	113	90	97.83	90	90
70	86	42	42	30	32.61	30	32

Vapor de Sodio de Alta presión (VSAP)		Proveedor 4		Proveedor 5		Proveedor 6	
Potencia Lámpara (W) Potencia Nominal	Potencia Luminaria (W) con pérdidas	Potencia Nominal Lámpara (W) LED.	Potencia Luminaria (W) con pérdidas.	Potencia Nominal Lámpara (W) LED.	Potencia Luminaria (W) con pérdidas.	Potencia Nominal Lámpara (W) LED.	Potencia Luminaria (W) con pérdidas.
400	465	210	241	305	320	ND	ND
250	295	130	150	193	208.44	117.6	122.5
150	190	68	79	88	95.04	88.2	91.88
70	86	35	40	47	50.76	29.4	30.63

⁵ Fuente: Elaboración propia a partir de información del mercado.

Como se observa en la tabla 4, las reducciones de potencia se logran con la sustitución que varía entre el 30% y el 50% dependiendo de la potencia de la lámpara existente.

La tabla 5 muestra los costos y las características de las luminarias LED de acuerdo a los diferentes proveedores en Colombia, y a las diferentes potencias nominales. También se muestra la vida útil, el periodo de garantía ofrecido por el proveedor, la eficiencia de cada lámpara y su cumplimiento con respecto a la normativa

Tabla 5. Costos, vida útil, y características generales por tipo de lámpara LED.⁶

Lámpara de VSAP	Proveedor 1			Proveedor 2			Proveedor 3		
	Potencia Nominal Lámpara (W)	Potencia Nominal Lámpara (W) LED	Potencia Luminaria (W) con pérdidas	Precio USD total	Potencia Nominal Lámpara (w) LED	Potencia Luminaria (w) con pérdidas	Precio USD total	Potencia Nominal Lámpara (w) LED	Potencia Luminaria (w) con pérdidas
400	218	218	1.300	ND	ND	ND	210	210	868
250	169	169	1.200	180	195.65	795	150	150	670
150	113	113	613	90	97.83	400	90	90	468
70	42	42	250	30	32.61	200	30	32	297
Eficiencia Promedio (Lm/W)		95			90			90	
Precio por 1000 Lumen (USD/1.000 lum)		64			58			66	
Costo por Instalación aprox. (USD)		15*			66			61**	
Costo anual por mantenimiento aprox. (USD)		ND			34			27	
Vida útil (horas)		100.000			50.000			50.000	
Garantía		5 años con posibilidad de extensión			3 años			3 años con posibilidad de extensión	

⁶ Fuente: Elaboración propia a partir de información del mercado.

Continuación Tabla 5. Costos, vida útil, y características generales por tipo de lámpara LED.⁶

Lámpara de VSAP	Proveedor 4			Proveedor 5			Proveedor 6		
	Potencia Nominal Lámpara (W)	Potencia Nominal Lámpara (W) LED	Potencia Luminaria (W) con pérdidas	Precio USD total	Potencia Nominal Lámpara (w) LED	Potencia Luminaria (w) con pérdidas	Precio USD total	Potencia Nominal Lámpara (w) LED	Potencia Luminaria (w) con pérdidas
400	210	241	521	305	320	700	ND	ND	ND
250	130	150	322	193	208.44	551	117.6	122.5	425
150	68	79	168	88	95.04	297	88.2	91.88	332
70	35	40	86	47	50.76	260	29.4	30.63	212
Eficiencia Promedio (Lm/W)		90			90			85	
Precio por 1.000 Lumen (USD/1.000 lm)		28			40			57	
Costo por Instalación (USD)		ND			36			14	
Costo anual por mantenimiento. (USD)		ND			20			89	
Vida útil (horas)		40.000			50.000			50.000	
Garantía		5 años con posibilidad de extensión a 7 años.			5 años, podría ser extendido a 10 años.			4 años	

ND: Información no disponible

* Incluye instalación de herrajes elementos de fijación y accesorios. Otros costos no están incluidos.

** Todo costo incluido.

*** Todos los costos tienen el IVA incluido.

Las siguientes son las conclusiones principales a partir de la tabla 5:

- Los precios de las lámparas LED son ampliamente variables dependiendo del proveedor.
- La eficiencia promedio es similar, 90 lm/W.
- El precio por cada 1.000 lm varía en un amplio rango.
- La vida útil es en la mayoría de los casos 50.000 horas, equivalente a 4.166 días (11,4 años) operando 12 horas diarias.

En la tabla 6 se presenta el análisis del periodo de retorno simple del cambio de luminarias de vapor de sodio con potencia de 70W, la más utilizada en los sistemas de AP, por lámparas LED de la potencia ofrecida por distintos proveedores. El análisis considera una operación de 12 horas diarias todos los días del año y un precio de energía de 0,1 USD/kWh.



Tabla 6. Rentabilidad de lámparas LED diferentes proveedores vs. lámpara de VSAP de 70W.

Proveedor	Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3	Proveedor 4	Proveedor 5	Proveedor 6
Potencia Lámpara LED (W)	40	47	30	30	35	29
Vida útil (h)	100.000	50.000	50.000	50.000	100.000	50.000
Costo por lámpara (USD)	250	200	297	86	260	212
Recuperación de inversión (Años)	8,3	6,6	9,9	2,8	8,6	7

En la tabla 7 se presenta el análisis del periodo de retorno simple del cambio de luminarias de vapor de sodio con potencia de 150 W, la más utilizada en los sistemas de AP, por lámparas LED de la potencia ofrecida por distintos proveedores. El análisis considera una operación de 12 horas diarias todos los días del año y un precio de energía de 10 centavos de USD por kWh.

Tabla 7. Rentabilidad de lámparas LED diferentes proveedores vs. lámpara de VSAP de 150W.

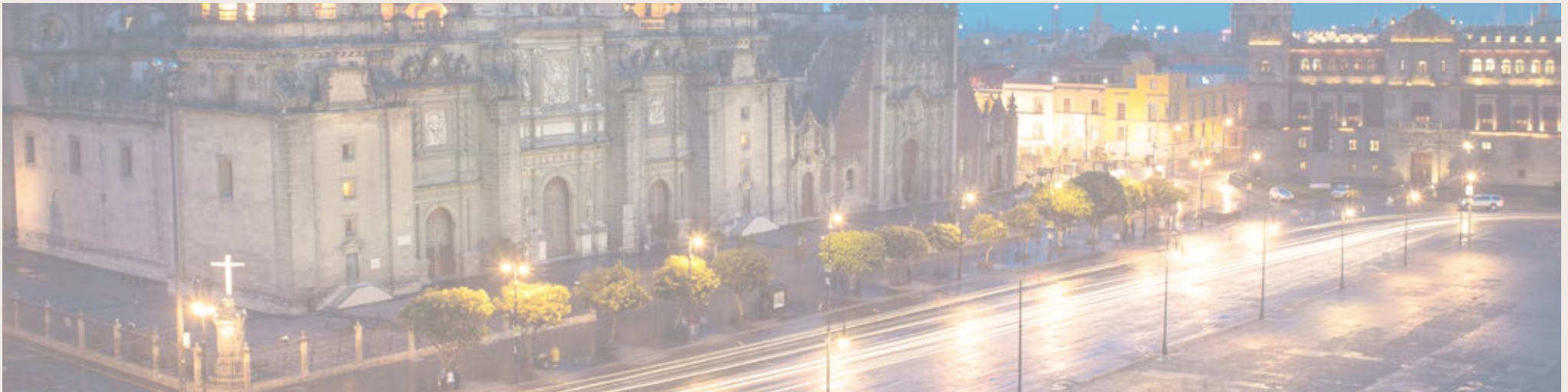
Proveedor	Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3	Proveedor 4	Proveedor 5	Proveedor 6
Potencia Lámpara LED (W)	113	88	90	90	68	88
Vida útil (hrs)	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	50.000
Costo por lámpara (USD)	613	400	468	198	297	332
Recuperación de inversión (Años)	10,2	6,6	7,8	3,3	5	5,5

Como se puede observar en las tablas 6 y 7, el retorno de la inversión depende del precio de la energía en el país donde se hace el proyecto, del proveedor seleccionado y de la potencia de la luminaria que se pretende sustituir.

Instalación de sistemas de control y monitoreo que permitan incrementar la eficiencia de las tecnologías de alta eficiencia.

La telegestión es un sistema, el cual, por medio de la telecomunicación permiten el control a distancia de los puntos de iluminación. Este sistema de control ha sido implementado en la mayor parte de los proyectos de AP de alta eficiencia por tres razones.

- > **Medición y datos:** envía al servidor los datos de consumo de energía y comportamiento de las luminarias facilitando de esta manera la obtención de información y ahorros en energía.
- > **Control de fallas:** además de la generación de información, el sistema tiene la capacidad de enviar alertas con códigos de fallas al encargado del mantenimiento del sistema lo cual agiliza el proceso de reparación.
- > **Regulación de intensidad y eficiencia energética:** consiste en la disminución de los niveles de iluminación para vías de bajo tránsito en horas determinadas. La regulación de la intensidad permite reducir el consumo de energía mediante la variación de la corriente enviada al módulo LED, reduciendo así la potencia consumida por el sistema. Dependiendo del porcentaje regulado



se llega a tener mayores o menores ahorros. Para la mayor parte de los casos estudiados se calcula un 30% de ahorro adicional al que se logra con el cambio de la luminaria, es decir, para una aplicación con ahorros de 38%, con la regulación se han alcanzado hasta 49,4% de ahorros.

Respecto a cuánto es posible reducir el consumo en una aplicación, se debe revisar el reglamento local. En el caso de iluminación vial la variación puede darse de acuerdo a la clasificación de la vía dada por el tráfico, la velocidad de circulación y la complejidad de la vía.

En cuanto a la vida útil del sistema de telegestión, el equipo más expuesto es el OLC (Outdoor Luminaire Controller) o la antena, este puede variar su vida útil dependiendo las condiciones de operación entre 60.000 a 120.000 horas.

Instalación de sistemas de iluminación del tipo LED autónomo con energía suministrada por un módulo fotovoltaico.

En sistemas de alumbrado público se viene extendiendo el uso de iluminación del tipo LED autónomo, en donde la energía consumida por la luminaria es suministrada por un pequeño módulo fotovoltaico y almacenada en una batería diseñada normalmente con una autonomía de dos días, para tener respaldo en días nublados. Este sistema es necesario para cada luminaria (o poste). Este tipo de alumbrado público debe ser energéticamente eficiente para optimizar el uso de energía acumulada, por lo que deben contar con sensores de presencia y fotoceldas para su encendido y apagado automático.

La inversión aproximada en estos sistemas oscila entre 1.000 y 3.000 USD/luminaria solar, dependiendo de la potencia, iluminancia y aplicación de la luminaria. Los periodos de retorno simple de este tipo de inversiones están entre 10 y 12 años, dependiendo principalmente de los incentivos tributarios y de los costos de la energía eléctrica.



5. Análisis de riesgos técnicos ambientales y sociales

En la tabla 8 se presentan los principales riesgos técnicos, ambientales y sociales que deben tenerse en cuenta al realizar inversiones en proyectos de EE en AP, así como las acciones para su mitigación.

Tabla 8. Matriz de riesgos técnicos, ambientales, financieros y sociales.

Riesgo	Tipo	Acción para su mitigación
Cumplimiento de la normatividad local relacionada con los sistemas de AP.	Técnico	Verificar que el diseño del proyecto tiene en cuenta la normatividad local para los niveles de iluminación de las diferentes vías de acuerdo con sus condiciones de velocidad.
Vida útil de las luminarias.	Técnico	Garantizar que las luminarias que se instalan cuenten con certificaciones de garantía locales de acuerdo con normas técnicas desarrolladas o adoptadas en cada país.



Continuación Tabla 8. Matriz de riesgos técnicos, ambientales, financieros y sociales.

Riesgo	Tipo	Acción para su mitigación
El remplazo de luminarias puede presentar un riesgo de contaminación si no se gestiona de manera idónea el proceso de disposición.	Ambiental	Verificar que se cumplen con los estándares de disposición locales para la disposición de luminarias usada y se utiliza en proveedores especializados y certificados para su destrucción.
Instalación adecuada de los sistemas de AP.	Técnico	Garantizar mediante un adecuado diseño que se eligen las luminarias adecuadas para las vías que se quieren iluminar y para las distancias que existen entre los postes.
Ahorros en los proyectos de eficiencia energética.	Técnico / Financiero	Asegurarse de que el diseño del proyecto es correcto y que se usan luminarias con la eficacia lumínica que se requiere para el retorno del proyecto.



6. Criterios de elegibilidad

Los criterios de elegibilidad que se deben cumplir simultáneamente para aplicar a una línea de financiación verde son los siguientes:



Reducción del consumo de energía eléctrica. Cualquier proyecto de inversión para reducción del consumo de energía eléctrica en los sistemas de AP, debe reducir el consumo de energía en el sistema de alumbrado público en su totalidad como mínimo en un 20%.



Reducción de emisiones de GEI. Los niveles de reducción de emisiones de GEI que pueden lograr las inversiones en eficiencia energética en alumbrados públicos dependen de la fuente de energía eléctrica que se usa para el proceso. En términos generales, una inversión en proyectos de eficiencia energética debería reducir las emisiones del proceso en al menos un 20%.



Periodo de retorno simple de la inversión. Las inversiones en EE en el sector de AP son principalmente en bienes de capital, con lo cual, el tiempo de retorno simple del proyecto no debería ser mayor de 8 años (Para proyectos de energía solar fotovoltaica el periodo de retorno de la inversión no debería ser mayor a 12 años) para que los flujos de caja del proyecto permitan retornar la inversión con una rentabilidad razonable en un periodo inferior a 10 años que equivale a la garantía de los equipos que ofrecen los fabricantes.



7. Monitoreo, reporte y verificación del proyecto

Para los proyectos de alumbrados públicos se puede medir la intensidad energética y la intensidad de carbono por medio de dos indicadores básicos que se presentan en la tabla 9. Estos indicadores deben ser medidos antes y después de los proyectos de inversión en eficiencia energética.

En los proyectos de iluminación pública comúnmente es aceptado calcular las reducciones teóricas que tienen los proyectos, debido a la dificultad que existe para medir un gran número de equipos en grandes extensiones de redes eléctricas existentes. Por eso, el cálculo que se realiza generalmente es la potencia de los equipos multiplicada por las horas de operación al año antes y después del proyecto.

Tabla 9. Indicadores de monitoreo y verificación de eficiencia energética para proyectos de alumbrado público.

Indicador	Unidad	Valor Exante	Valor Expost
Energía eléctrica.	kWh/año		
Emisiones GEI.	Kg CO ₂ /ton .		

Para el cálculo de la reducción de emisiones de GEI se utiliza el factor de emisión de CO₂ de la red eléctrica del país, que puede consultarse en el IPCC o en la Agencia Internacional de Energía (EIA, por sus siglas en inglés). Si la energía que usa el sistema de AP, es autogenerada. Por ejemplo, el caso de una isla, el factor de emisión debe calcularse para las condiciones específicas de operación del sistema.



8. Otros beneficios de la EE para empresas del sector

Los proyectos de alumbrado público presentan importantes oportunidades frente a las inversiones en eficiencia energética y el uso de energías renovables. Adicionalmente, generan otros beneficios para el sector entre los que se destacan:

- Mejoras en el confort y la seguridad conllevan a mejoras en la calidad de vida para los habitantes.
- Mejoras en el perfil urbano que renuevan la experiencia nocturna de la ciudad, con lo cual se genera un mayor crecimiento económico.
- Reducción de los costos de mantenimiento y de administración de su infraestructura energética.
- Cumplimiento de metas de reducción de emisiones de GEI sectoriales establecidas por los gobiernos, debido a los compromisos adquiridos por los acuerdos internacionales de mitigación del cambio climático.
- Sostenibilidad de las ciudades y reducción de costos de operación de sus sistemas.



9. Caso de estudio

Un municipio, desea mejorar su sistema de alumbrado público ya que se utiliza el 7,5% de su presupuesto anual de 1 MMUSD para gastos de operación del sistema de AP, el cual tiene un tiempo de operación de más de 25 años. Con un costo de 150 USD/MWh, el sistema consume cerca de 500.000 kWh/año. Se espera renovar dicho sistema con un sistema LED que reduce el consumo de electricidad en un 50%. La municipalidad ha decidido tomar un préstamo por 250.000 USD con una línea verde para llevar a cabo la renovación. Para el ejemplo se

ha tomado el factor de emisión de energía eléctrica de Chile 0,410 kg CO₂/kWh (IEA 2010).

En la tabla 10 se presentan los datos para la evaluación de la reducción de emisiones de GEI. Para calcular el valor ex ante se multiplica el consumo anual de 500.000 kWh/año por el factor de emisión de 0,410 kg CO₂/kWh para obtener 205 Ton CO₂/año. Para el valor expost se multiplican el valor ex ante por el 50% de reducción esperado.

Tabla 10. Indicadores de monitoreo y verificación del caso de estudio.

Indicador	Unidad	Valor Ex ante	Valor Expost	Diferencia
Energía eléctrica consumida de la red.	kWh/año	500.000	250.000	250.000
Emisiones GEI	Ton CO ₂ /año	205	102,5	102,5



Con el cambio de los equipos de iluminación el municipio está ahorrando cerca de 37.500 USD asociados a una reducción del 50% en el consumo de energía eléctrica de la red y el periodo de retorno simple del proyecto es de 6,7 años. Además, se dejan de emitir cerca de 102,5 toneladas de CO₂ al año.



Criterios de elegibilidad

Según los criterios definidos para evaluar la elegibilidad de los proyectos para ser financiados por líneas verdes, se concluye que el proyecto es elegible teniendo en cuenta que:



Reduce el consumo de energía en un 50%.



Reduce las emisiones de GEI en un 50%.



El periodo de retorno de la inversión es inferior a 8 años.



Referencias

- Base, UNEP. Estudio de Mercado para FINDETER Eficiencia Energética en el Sector de Alumbrado Público en Colombia.
- EPEC, European PPP Expertise Centre. Energy Efficient Street Lighting.
- REEEP. Efficient Public Lighting Guide.
- SEAI. Energy Efficiency & Public Lighting Overview Report. Public Lighting Special Working Group.
- SENER, CONUE. Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal.
- UPME. Alumbrado Público. Guía didáctica para el buen uso de la energía.

Manual para la Evaluación de Elegibilidad de Financiación de Proyectos de Eficiencia Energética

Editor: CAF

Dirección Corporativa de Ambiente y Cambio Climático (DACC)

Ligia Castro de Doens, directora corporativa

Dirección Sectores Productivo y Financiero Región Norte (VSPF)

Mauricio Salazar, director

Autor:

MGM International

Coordinación y edición general

Camilo Rojas (DACC)

Jaily Gómez (VSPF)

René Gómez García (DACC)

Diseño Gráfico y Diagramación:

Tundra Taller Creativo | tundra.pe

Fotos:

Pixabay.com

Shutterstock
