

Apartado 7.- La rentabilidad y el beneficio social del Proyecto

En conformidad con los artículos 25 y 18 VII de la LAPP, se incluye el presente apartado en esta PNS a efectos de determinar la rentabilidad y beneficio social del Proyecto.

7.1. Resumen Ejecutivo

7.1.1. Problemática, objetivo y descripción del Proyecto

Problemática	<p>El Ayuntamiento no cuenta con el personal ni recursos materiales suficientes para atender apropiadamente las necesidades de operación y mantenimiento, así como darles atención oportuna a los reportes realizados por los ciudadanos sobre la deficiencia del alumbrado público.</p> <p>Por otro lado, las labores realizadas por el personal del Municipio se circunscriben en realizar reparaciones correctivas y temporales a la infraestructura y no tienen establecido un sistema de control de horarios para administrar el consumo de energía que posibilite disminuir el gasto público por dicho concepto.</p>
Objetivo	<p>Renovar el sistema de alumbrado público del municipio de Veracruz, Veracruz, a través de un programa de eficiencia energética y modernización del servicio de alumbrado público.</p>
Descripción del Proyecto	<p>El programa de eficiencia energética y modernización del alumbrado público en el municipio de Veracruz propone la sustitución de las luminarias actuales por unas nuevas de tecnología de punta que generen mayor iluminación y menor consumo de energía, propiciando con esto beneficiar al medio ambiente reduciendo las emisiones de CO2 y el uso del vapor de sodio, aditivos metálicos y otras tecnologías obsoletas</p> <p>Con el Proyecto se busca hacer más eficiente este servicio público municipal, reducir los costos erogados por el Ayuntamiento, otorgar una eficiente y mejor iluminación en espacios públicos del territorio municipal y mayor seguridad a sus habitantes.</p>

7.1.2. Horizonte de evaluación, costos y beneficios del proyecto

Horizonte de evaluación	6 meses de instalación de luminarias
Costos del Proyecto	Compra de luminarias: \$456,534,019.20 sin considerar IVA con una reposición al año 10. Costos de operación: \$425,713,835.40 pesos en total.
Beneficios del Proyecto (anual)	Liberación de recursos en consumo energético: 45,829,782.26 pesos sin IVA Liberación de Recursos por mantenimiento de luminarias: \$9,778,648.24 pesos sin IVA.

7.1.3. Indicadores de Rentabilidad del proyecto

Valor Presente Neto	\$57,526,002.00
Tasa Interna de Retorno	12.8%

7.1.4. Conclusión

Conclusión	La ejecución del presente proyecto contribuye a disminuir el déficit indicado al inicio de este apartado, además de optimizar el sistema de alumbrado público que actualmente tiene el Municipio de Veracruz. Finalmente, el presente proyecto genera beneficios superiores a los costos requeridos para su implementación, como se aprecia en los indicadores de rentabilidad obtenidos. Por lo anterior, su ejecución sería rentable y benéfica para el Municipio.
-------------------	--

7.2. Introducción

El objetivo de este documento consiste en determinar la rentabilidad social del Proyecto de eficiencia energética y modernización del servicio de alumbrado público municipal de Veracruz, Veracruz, tomando en cuenta lo establecido en la "Guía Metodológica para la Evaluación de Proyectos de Cambio de Luminarias" del Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP) publicada en junio de 2012.

El proyecto a evaluar consta de la modernización del sistema de alumbrado público del municipio de Veracruz, Veracruz, el cual permite que éste servicio se brinde en condiciones de eficiencia y eficacia.

7.3. Análisis de la Situación Actual.

De acuerdo con la "Guía Metodológica para la Evaluación de Proyectos de Cambio de Luminarias" del Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), el análisis de la situación actual consiste en determinar la existencia de déficit o superávit de luminosidad en el municipio de Veracruz del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, incluyendo las 25 localidades que comprenden la geografía municipal; a través del análisis de la oferta y demanda por luminosidad (lúmenes)¹⁴.

7.4. Análisis de la Oferta Actual.

7.4.1. Identificación del problema.

En 2016, como parte de esta Propuesta No Solicitada y con el objeto de identificar las luminarias y las condiciones en las que opera el sistema de alumbrado público municipal, la empresa "IMAN, S.A DE C.V" realizó un censo del alumbrado público del municipio de Veracruz, Veracruz.

Como parte del estudio se identificó que, actualmente, el ayuntamiento no tiene personal ni recursos materiales suficientes para atender las necesidades de operación y mantenimiento, así como dar atención oportuna a los reportes realizados por los ciudadanos en relación al alumbrado público del Municipio.

Por otro lado, las labores realizadas por el personal del Municipio se circunscriben en realizar reparaciones correctivas y temporales a la infraestructura y no tienen establecido un sistema de control de horarios para administrar el consumo de energía que posibilite disminuir el gasto público por dicho concepto.

Por otra parte, de acuerdo con la Dirección de Servicios Municipales y la Coordinación de Alumbrado Público, dadas las carencias que se tiene en la parte de la operación, no es posible que el ayuntamiento avance hacia el establecimiento de un "Acuerdo de nivel del Servicio" (por sus siglas en inglés, "*Service Level Agreements*")¹⁵, debido a lo siguiente:

- Falta de material para mantenimiento de la infraestructura.

¹⁴El lumen (símbolo: lm) es la unidad del Sistema Internacional de Medidas para medir el flujo luminoso, una medida de la potencia luminosa percibida.

¹⁵ Acuerdo de Nivel de Servicio (ANS): es un acuerdo escrito entre un proveedor de servicio y su cliente con objeto de fijar el nivel acordado para la calidad de dicho servicio. El ANS es una herramienta que ayuda a ambas partes a llegar a un consenso en términos del nivel de calidad del servicio, en aspectos tales como tiempo de respuesta, disponibilidad horaria, documentación disponible, personal asignado al servicio, etc. (Fuente: <http://www.sla-zone.co.uk/index.htm>)

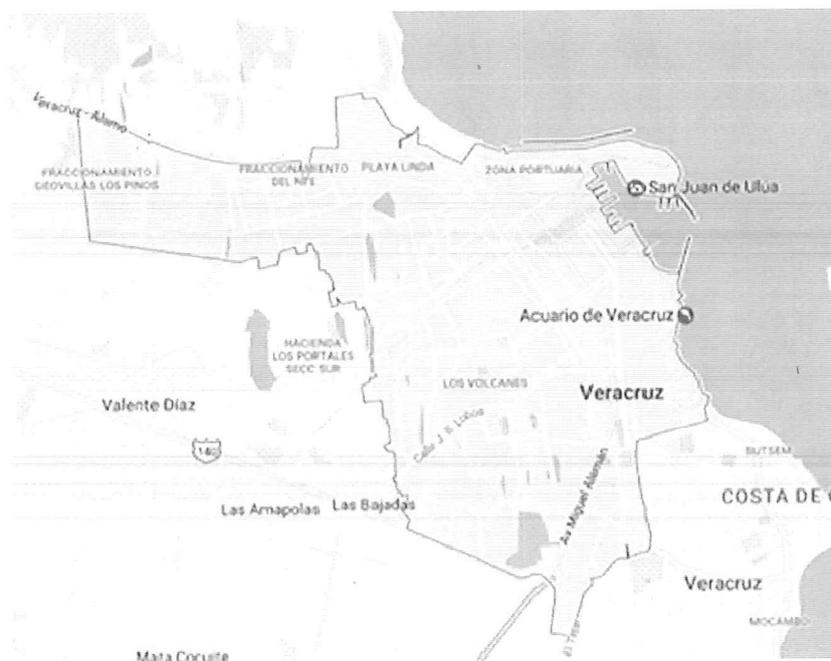
- Falta de lámparas que cumplan con las normas oficiales establecidas para atender las necesidades de iluminación en cada comunidad y en la cabecera municipal.
- Obsolescencia y deterioro del cableado, postes, luminarias y en general la tecnología utilizada para el alumbrado público.

7.4.2. Localización del Proyecto.

El desarrollo del proyecto, motivo del Análisis Costo Beneficio, se ubicará en el municipio de Veracruz, que es parte integrante del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.

El mapa de la República Mexicana señala que el municipio de Veracruz se encuentra ubicado en el estado que lleva el nombre de Veracruz de Ignacio de la Llave. Debido a la posición territorial que presenta dicho municipio, su ubicación cardinal son entre los paralelos 19° 12' 00" latitud norte del trópico de cáncer y entre los meridianos 96° 07' 59" longitud oeste del meridiano de Greenwich. La superficie territorial total que constituye al municipio de Veracruz se extiende a unos 241 kilómetros cuadrados. Es el municipio más grande del estado. Se encuentra a una distancia de 90 kilómetros a la capital del estado, Xalapa.

Mapa 1. Localización geográfica del municipio de Veracruz



Fuente: Imagen extraída de Google Maps (Enero 2017)

Está ubicado a una altitud promedio de unos 10 metros sobre el nivel del mar (msnm). Veracruz se encuentra rodeado por algunos lugares, en la zona norte por el municipio de La Antigua y el Golfo de México, al sur por los de Medellín y Boca del Río, al este nuevamente se encuentra el Golfo de México y al oeste por los municipios de Manlio Fabio Altamirano y por Paso de Ovejas. Estadísticamente es fundamental saber que el INEGI llevó a cabo el tercer conteo de población y vivienda en todos los estados y municipios del país durante el 2015. Informó que, de acuerdo a los resultados obtenidos en el municipio de Veracruz, el total de personas que habita en dicho lugar es de 609,664.

Según registra el CONAPO, Veracruz tiene una población estimada a 2016, de 589,404 habitantes, de los cuales 279,269 son hombres y 309,724 son mujeres, de los cuales un 31% está evaluada por el CONEVAL como población.

El municipio de acuerdo con el CONEVAL, cuenta con una población estimada del 31% con índices de marginación y de pobreza.

7.4.3. Oferta actual de luminosidad

7.4.3.1. Características del alumbrado público

De acuerdo al Censo de Inventario Actual realizado por la empresa "IMAN S.A DE C.V." en 2016, el alumbrado público del municipio de Veracruz consta de 40,456 luminarias distribuidas en la cabecera municipal y en las comunidades, rancherías y colonias que lo integran.

En el Censo se identificó que el alumbrado público está distribuido de la siguiente manera (ver tabla1)

Tabla 1. Distribución de luminarias instaladas actualmente (2016)

CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS INSTALADAS

No.	TIPO	POTENCIA (WATTS)	CANTIDAD (PIEZAS)	FLUJO LUMINOSO PROMEDIO (LUMENES)	FLUJO LUMINOSO INICIAL (LUMENES)	FLUJO LUMINOSO TOTAL (LUMENES)	VIDA MEDIA (HORAS)	PROMEDIO DE VIDA UTIL (AÑOS)
1	VAPOR DE SODIO ALTA PRESION	100	33,184	8,550	9,500	283,723,200	24,000	5
2		150	3,321	14,220	15,800	47,224,620	24,000	5
3		250	4,328	24,300	27,000	105,170,400	24,000	5
4	ADITIVOS METALICOS	100	102	6,150	6,150	627,300	10,000	2
5		175	373	9,100	13,500	3,394,300	10,000	2
6		250	851	13,500	20,500	11,488,500	10,000	2
7		400	826	24,000	36,000	19,824,000	20,000	5
8		1,000	12	71,500	110,000	858,000	10,000	2
9	INDUCCION	60	11	3,650	3,650	40,150	100,000	10
10		80	3	6,300	6,300	18,900	100,000	10
11		150	2	12,000	12,000	24,000	100,000	10
12	INCANDESCENTE	100	21	1,560	1,560	32,760	1,000	0
13	FLUORESCENTE	39	1,229	2,550	2,550	12,750	10,000	2
14		74	111	5,300	5,300	588,300	12,000	3
15	LED	150	161	16,500	16,500	2,656,500	50,000	10

- **¹Lámparas aditivos metálicos:** Una lámpara de aditivos metálicos cerámicos es una fuente luminosa artificial integrada por un tubo cilíndrico de descarga fabricado de PCA (Poly Crystalline Alumina –Alumina Policristalina) el cual es un material cerámico que tiene una gran resistencia a las altas temperaturas de operación y a los efectos destructivos de la corrosión de los aditivos metálicos. (Iluminet, 2011)
- **Lámparas Ahorradoras de Energía:** Se denominan con este nombre debido a que consumen una cuarta parte de la energía eléctrica que consumen las lámparas incandescentes convencionales y duran diez veces más. Este tipo de lámparas son una variante de los tubos rectos fluorescentes, que combinan la eficacia de la luz fluorescente con el diseño de las lámparas incandescentes. (Universidad del Mar de Plata, 2013)
- **Lámpara Incandescente:** Una lámpara de incandescencia o lámpara incandescente es un dispositivo que produce luz mediante el calentamiento por efecto Joule de un filamento metálico, en concreto de wolframio, hasta ponerlo al rojo blanco, mediante el paso de corriente eléctrica. Con la tecnología existente, actualmente se considera poco eficiente, ya que el 85 % de la electricidad que consume la transforma en calor y solo el 15 % restante en luz. (Time rine, 2016)
- **Lámparas de Inducción Magnética:** La lámpara de Inducción Magnética se basa en la descarga eléctrica en un gas a baja presión, se prescinde de electrodos para originar la ionización que se sustituyen por una bobina de inducción sin filamentos y una antena acopladora (cuya potencia proviene de un generador externo de alta frecuencia). Ambos elementos crean un campo electromagnético que introduce la corriente eléctrica en el gas, provocando su ionización.

- **Lámpara de Vapor de Sodio a Alta Presión (VASP).** La lámpara de vapor de sodio es un tipo de lámpara de descarga de gas que usa vapor de sodio para producir luz. Son una de las fuentes de iluminación más eficientes, ya que proporcionan gran cantidad de lúmenes por vatio. (IRRSAC, s.f.)

Tabla 3. Análisis de Luminarias por sus características

Concepto	Promedio	Desviación Estándar
Potencia	137 W	19.7 W
Lúmenes	7525 Lum	1,769 Lum
Vida media	23,199 Horas	4,310 Horas
Vida útil	4.9 años	0.9 años

Fuente: Elaboración propia con base en el Censo de Inventario Actual realizado por el municipio.

Lo anterior, ocasiona que la Dirección de Servicios Municipales y en particular la Coordinación de Alumbrado Público tengan problemas en plantear un programa de mantenimiento y refaccionamiento adecuado y predecible ante la variedad de tecnologías y variabilidad en cuanto a características lumínicas y de vida útil de los sistemas actualmente instalados (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Calendario de reposición de activos de acuerdo a la vida útil de las luminarias (Horizonte a 15 años)

Tipo de Luminaria	AÑO															
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
VAPOR DE SODIO ALTA PRESION	■					■					■					■
ADITIVOS METALICOS				■				■				■				■
INDUCCION MAGNETICA											■					
VAPOR DE MERCURIO						■										■
INCANDESCENTE		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
FLUORESCENTE			■		■		■		■		■		■		■	
LED	■										■					

Fuente: Elaboración propia con base en la vida útil de las luminarias instaladas en el Municipio.

7.4.3.2. Estimación de la Oferta del Alumbrado Público

Para determinar la oferta del alumbrado público (la "Oferta") se utilizó el manual de "Guía Metodológica para la Evaluación de Proyectos de Cambio de Luminarias" del Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos, en el cual se recomienda determinar la oferta con base en el número y capacidad de las luminarias que se encuentran instaladas en el municipio, considerando entre otros factores, los siguientes:

1. Servicio para el cual se utilizan las luminarias.
2. Tipo y número de luminarias instaladas.
3. Promedio de vida útil de diseño para cada tipo de luminaria.
4. Consumo energético de cada tipo de luminaria medido en watts.
5. Flujo luminoso¹⁷ de las luminarias.

Para el caso de Veracruz, y de acuerdo con la información recopilada en el censo, se caracterizará la oferta considerando el servicio de alumbrado público; la clasificación por tipo y número de luminarias en el municipio; el consumo energético del alumbrado del municipio y la oferta de lúmenes de las 44,535 luminarias propuestas. Para la variable de promedio de vida útil de diseño por cada tipo de luminaria se considerará el supuesto de que se encuentran a la mitad de ésta.

a. Consumo Energético.

El consumo de energía en KW/h es calculado considerando el censo de luminarias del municipio, que se remplazarán el cual asciende a 30,638,379 KWh anuales (Ver Tabla 6)

Tabla 5. Consumo Anual de KWh por tipo de luminaria

¹⁷ El flujo luminoso es la medida de la potencia luminosa percibida. El flujo luminoso se obtiene ponderando la potencia para cada longitud de onda con la función de sensibilidad luminosa, que representa la sensibilidad del ojo en función de la longitud de onda. (SCT, 2015)

CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS INSTALADAS

No.	TIPO	POTENCIA NOMINAL (WATTS)	CANTIDAD (PIEZAS)		TOTAL (PIEZAS)	PERDIDAS TECNICAS (%)	OPERACIÓN (Hrs/DIA)	CONSUMO (KWh/AÑO)	
			MEDIA TENSION	BAJA TENSION				MEDIA TENSION	BAJA TENSION
1		100	1,427	31,757	33,184	25	12	781,283	17,386,958
2	VAPOR DE SODIO ALTA PRESION	150	210	3,111	3,321	25	12	172,463	2,554,909
3		250	2,418	1,910	4,328	25	12	3,309,638	2,614,313
4		100	102		102	25	12	55,845	0
5		175	61	312	373	25	12	58,446	298,935
6	ADITIVOS METALICOS	250	317	534	851	25	12	433,894	730,913
7		400	332	494	826	25	12	727,080	1,081,860
8		1,000	12		12	25	12	65,700	0
9		60		11	11	0	12	0	3,614
10	INDUCCION	80		3	3	0	12	0	1,314
11		150		2	2	0	12	0	1,643
12	INCANDESCENTE	100		21	21	0	12	0	11,498
13	FLUORESCENTE	39	608	621	1,229	0	12	129,823	132,599
14		74		111	111	0	12	0	44,972
15	LED	150	1	160	161	0	12	821	131,400
TOTAL			5,488	39,047	44,535			5,734,991	24,994,924

Fuente: Elaboración propia con base en el Manual de Iluminación Vial de la SCT.

Para el cobro del consumo de energía eléctrica al municipio de Veracruz se le aplicó la tarifa establecida por la CFE, de manera mensual. En este caso, en el mes de marzo de 2017 el servicio para alumbrado público fue facturado con la Tarifa 5-A de la Comisión Federal de Electricidad (cargo por la energía consumida en los servicios suministrados en baja tensión que cuesta \$3.138 y \$2.636 MXN por cada kilowatt-hora); sobre esta unidad base de estimación, el costo total estimado ascendió a \$93,277,385.07 pesos (Ver Tabla 7).

Tabla 6. Gasto Anual por Consumo de Watts por tipo de luminaria

CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS INSTALADAS

No.	TIPO	POTENCIA NOMINAL (WATTS)	CANTIDAD (PIEZAS)		TOTAL (PIEZAS)	PERDIDAS TECNICAS (%)	OPERACIÓN (Hrs/DIA)	CONSUMO (KWh/AÑO)		CONSUMO \$
			MEDIA TENSION	BAJA TENSION				MEDIA TENSION	BAJA TENSION	
1	VAPOR DE SODIO ALTA PRESION	100	1,427	31,757	33,184	25	12	781,283	17,386,958	\$ 56,619,733.31
2		150	210	3,111	3,321	25	12	172,463	2,554,909	\$ 8,471,914.81
3		250	2,418	1,910	4,328	25	12	3,309,638	2,614,313	\$ 16,927,917.08
4	ADITIVOS METALICOS	100	102		102	25	12	55,845	0	\$ 147,207.42
5		175	61	312	373	25	12	58,446	298,935	\$ 1,092,120.70
6		250	317	534	851	25	12	433,894	730,913	\$ 3,437,347.35
7		400	332	494	826	25	12	727,080	1,081,860	\$ 5,311,459.56
8		1,000	12		12	25	12	65,700	0	\$ 173,185.20
9	INDUCCION	60		11	11	0	12	0	2,891	\$ 9,071.33
10		80		3	3	0	12	0	1,051	\$ 3,298.67
11		150		2	2	0	12	0	1,314	\$ 4,123.33
12	INCANDESCENTE	100		21	21	0	12	0	9,198	\$ 28,863.32
13	FLUORESCENTE	39	608	621	1,229	0	12	103,859	106,079	\$ 606,647.76
14		74		111	111	0	12	0	35,977	\$ 112,896.83
15	LED	150	1	160	161	0	12	657	105,120	\$ 331,598.41
TOTAL			5,488	39,047	44,535			5,708,862	24,929,517	\$ 93,277,385.07

Fuente: Elaboración propia con base en la información proporcionada por la empresa "IMAN S.A DE C.V."

b. Flujo luminoso Instalado (lm).

Se determinó la oferta del sistema actual de alumbrado público del municipio, mediante el flujo luminoso de las lámparas instaladas, considerando un factor de 0.7 de eficiencia del conjunto óptico (considerando reflector de aluminio anodizado y cristal de borosilicato que son los más eficientes en el mercado). Se identificó que la oferta para 2016, ascendió a 335,163,416 millones de lúmenes (Ver Tabla 8).

Tabla 7. Oferta de lúmenes por tipo de luminaria

CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS INSTALADAS

No.	TIPO	POTENCIA NOMINAL (WATTS)	CANTIDAD (PIEZAS)		FLUJO LUMINOSO PROMEDIO (LUMENES)	FLUJO LUMINOSO LUMINARIO	FLUJO LUMINOSO TOTAL
			MEDIA TENSION	BAJA TENSION			
1	VAPOR DE SODIO ALTA PRESION	100	1,427	31,757	8,550	5,985	198,606,240
2		150	210	3,111	14,220	9,954	33,057,234
3		250	2,418	1,910	24,300	17,010	73,619,280
4	ADITIVOS METALICOS	100	102		6,150	4,305	439,110
5		175	61	312	9,100	6,370	2,376,010
6		250	317	534	13,500	9,450	8,041,950
7		400	332	494	24,000	16,800	13,876,800
8		1,000	12		71,500	50,050	600,600
9	INDUCCION	60		11	3,650	2,555	28,105
10		80		3	6,300	4,410	13,230
11		150		2	12,000	8,400	16,800
12	INCANDESCENTE	100		21	1,560	1,092	22,932
13	FLUORESCENTE	39	608	621	2,550	1,785	2,193,765
14		74		111	5,300	3,710	411,810
15	LED	150	1	160	16,500	11,550	1,859,550
TOTAL			5,488	39,047			335,163,416

Fuente: Elaboración propia con base en la información proporcionada por la empresa "IMAN S.A DE C.V."

7.4.4. Conclusiones

Con base en el análisis de Oferta y Demanda Actual se ha identificado que existe un déficit de luminarias para el municipio de Veracruz.

1. En el análisis de Oferta, se identifica que en el municipio las 44,535 luminarias que se propone reemplazar brindan el servicio de alumbrado público. que la Oferta actual de lúmenes del municipio asciende a 335,163,416 lúmenes.
2. Con relación al punto 3, se identifica que en el servicio de alumbrado es necesario incrementar la demanda de lúmenes para satisfacer la demanda. Esto puede satisfacerse cambiando las luminarias y el flujo luminoso de las mismas.

7.5. Situación sin el Proyecto Público de Inversión (PPI).

7.5.1. Optimizaciones.

De acuerdo con el Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación de Proyectos (CEPEP), las optimizaciones son medidas administrativas o inversiones de bajo costo (menos del 10% del monto total de la inversión) que pueden mejorar las condiciones de la Situación Actual sin necesidad de implementar el proyecto, con el fin de no atribuirle beneficios que no le corresponden. Deberán incluirse también los costos de llevar a cabo dichas optimizaciones.

Dado el análisis de la situación actual, la evidencia nacional e internacional recomiendan, en primera instancia, analizar como optimización del sistema dos medidas simultáneas: la primera, consiste en reducir el periodo de consumo de 12 a 11.5 horas en promedio al día, por lo que se tendría un periodo de operación de 11 horas durante la temporada primavera-verano y de 12 horas durante la temporada otoño-invierno.

La segunda medida, consiste en la utilización de un contrato de suministro de energía a un proveedor en el mercado eléctrico mayorista, a través de un "usuario certificado", el cual manejaría una tarifa de \$2.97 KW/h en baja tensión, 6% menor que la actual (tarifa 5-A).

Con la primera medida se obtiene una reducción en el consumo anual de energía.

Tabla 9. Consumo de energía eléctrica situación optimizada

CARACTERISTICAS DE LAS LUMINARIAS INSTALADAS										
No.	TIPO	POTENCIA NOMINAL (WATTS)	CANTIDAD (PIEZAS)		TOTAL (PIEZAS)	PERDIDAS TECNICAS (%)	OPERACIÓN (Hrs/DIA)	CONSUMO (KWh/AÑO)		CONSUMO (KWh/AÑO)
			MEDIA TENSION	BAJA TENSION				MEDIA TENSION	BAJA TENSION	
1		100	1,427	31,757	33,184	25	11.5	748,729	16,662,501	\$ 51,461,277.59
2	VAPOR DE SODIO ALTA PRESION	150	210	3,111	3,321	25	11.5	165,277	2,448,454	\$ 7,707,578.05
3		250	2,418	1,910	4,328	25	11.5	3,171,736	2,505,383	\$ 15,801,682.88
4		100	102		102	25	11.5	53,518	0	\$ 141,073.78
5		175	61	312	373	25	11.5	56,010	286,479	\$ 998,487.13
6	ADITIVOS METALICOS	250	317	534	851	25	11.5	415,815	700,458	\$ 3,176,447.63
7		400	332	494	826	25	11.5	696,785	1,036,783	\$ 4,915,969.29
8		1,000	12		12	25	11.5	62,963	0	\$ 165,969.15
9		60		11	11	0	11.5	0	2,770	\$ 8,227.94
10	INDUCCION	80		3	3	0	11.5	0	1,007	\$ 2,991.98
11		150		2	2	0	11.5	0	1,259	\$ 3,739.97
12	INCANDESCENTE	100		21	21	0	11.5	0	8,815	\$ 26,179.81
13	FLUORESCENTE	39	608	621	1,229	0	11.5	99,531	101,659	\$ 564,292.01
14		74		111	111	0	11.5	0	34,478	\$ 102,400.45
15	LED	150	1	160	161	0	11.5	630	100,740	\$ 300,857.49
TOTAL			5,488	39,047	44,535			5,470,993	23,890,787	\$ 85,377,175.15

Fuente: Elaboración propia con base en el censo realizado por la empresa "IMAN S.A DE C.V.

Al implementar la segunda medida, se observa una reducción en la tarifa promedio anual por la facturación de Kwh consumidos. Adicionalmente, se utilizaron como supuestos un incremento mensual de 0.48% que anual representa el 5.7% de la tarifa eléctrica, basado en las tarifas publicadas por CFE para el año 2017, (Ver tabla 10).

Tabla 10. Precio Promedio de energía KW/h Situación Actual

Precio promedio	3.163
Incremento anual	5.76%

Ese incremento mensual representa un incremento en pesos, que traducido en porcentaje equivale a 3.073% ver cuadro comparativo año 2016 vs 2017

MES	PAGO 2016	PAGO 2017	DIFERENCIA	% DE INCREMENTO
ENERO	\$ 7,773,115.42	\$ 7,810,426.38	\$ 37,310.95	0.48%
FEBRERO	\$ 7,773,115.42	\$ 7,847,916.42	\$ 74,801.00	0.48%
MARZO	\$ 7,773,115.42	\$ 7,885,586.42	\$ 112,471.00	0.48%
ABRIL	\$ 7,773,115.42	\$ 7,923,437.24	\$ 150,321.81	0.48%
MAYO	\$ 7,773,115.42	\$ 7,961,469.74	\$ 188,354.31	0.48%
JUNIO	\$ 7,773,115.42	\$ 7,999,684.79	\$ 226,569.37	0.48%
JULIO	\$ 7,773,115.42	\$ 8,038,083.28	\$ 264,967.85	0.48%
AGOSTO	\$ 7,773,115.42	\$ 8,076,666.08	\$ 303,550.65	0.48%
SEPTIEMBRE	\$ 7,773,115.42	\$ 8,115,434.07	\$ 342,318.65	0.48%
OCTUBRE	\$ 7,773,115.42	\$ 8,152,765.07	\$ 379,649.65	0.48%
NOVIEMBRE	\$ 7,773,115.42	\$ 8,191,898.34	\$ 418,782.92	0.48%
DICIEMBRE	\$ 7,773,115.42	\$ 8,231,219.45	\$ 458,104.03	0.48%
TOTAL	\$ 93,277,385.07	\$ 96,234,587.28	\$ 2,957,202.21	5.76%

Para la segunda optimización se tomó como referencia el incremento anual de la inflación 3% para el 2016 de acuerdo (Ver Tabla 11).

Tabla 11. Precio promedio de energía por KW/h Situación sin Proyecto

Precio promedio	2.97
Incremento anual (inflación)	3%

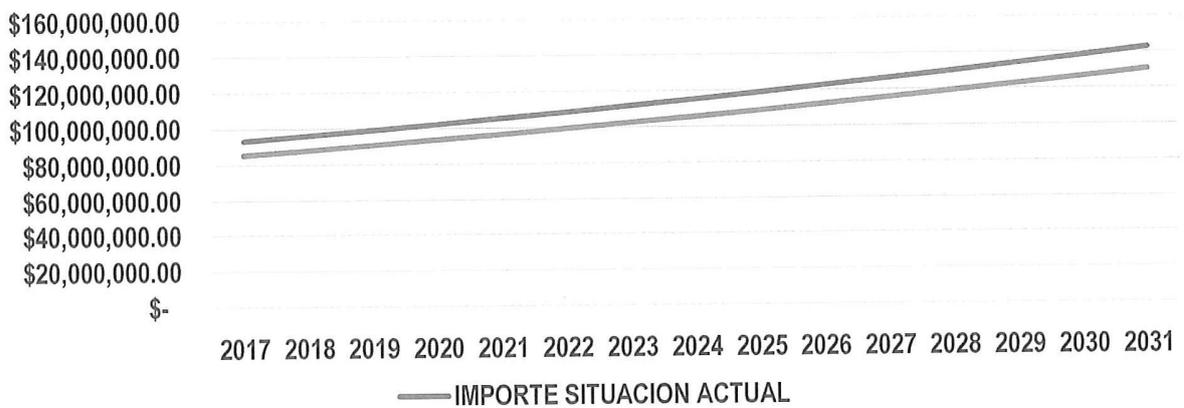
Con la implementación de ambas medidas se estima la obtención de una liberación de recursos a través de una reducción del consumo de KW y asimismo por la disminución del pago por el servicio ya que el consumo de KW disminuye en un 4.16 %, y la tarifa en un 6%; lo que se traduce en un beneficio asciende a \$7,900,209.91 pesos anuales (Ver Tabla 12).

Tabla 12. Liberación anual de recursos con la situación optimizada

COMPARACION CONSUMO SITUACION OPTIMIZADA VS ACTUAL									
No.	TIPO	POTENCIA NOMINAL (WATTS)	TOTAL (PIEZAS)	CONSUMO ACTUAL (KwHr)	CONSUMO SIN PROYECTO (KwHr)	LIBERACION DE RECURSOS (KwHr)	IMPORTE SITUACION ACTUAL (PESOS)	IMPORTE SIN PROYECTO (PESOS)	LIBERACION DE RECURSOS (PESOS)
1		100	33,184	18,168,240	17,411,230	757,010	\$ 56,619,733.31	\$ 51,461,277.59	\$ 5,158,455.71
2	VAPOR DE SODIO ALTA PRESION	150	3,321	2,727,371	2,613,731	113,640	\$ 8,471,914.81	\$ 7,707,578.05	\$ 764,336.76
3		250	4,328	5,923,950	5,677,119	246,831	\$ 16,927,917.08	\$ 15,801,682.88	\$ 1,126,234.19
4		100	102	55,845	53,518	2,327	\$ 147,207.42	\$ 141,073.78	\$ 6,133.64
5		175	373	357,381	342,490	14,891	\$ 1,092,120.70	\$ 998,487.13	\$ 93,633.56
6	ADITIVOS METALICOS	250	851	1,164,806	1,116,273	48,534	\$ 3,437,347.35	\$ 3,176,447.63	\$ 260,899.72
7		400	826	1,808,940	1,733,568	75,373	\$ 5,311,459.56	\$ 4,915,969.29	\$ 395,490.27
8		1,000	12	65,700	62,963	2,738	\$ 173,185.20	\$ 165,969.15	\$ 7,216.05
9		60	11	2,891	2,770	120	\$ 9,071.33	\$ 8,227.94	\$ 843.39
10	INDUCCION	80	3	1,051	1,007	44	\$ 3,298.67	\$ 2,991.98	\$ 306.69
11		150	2	1,314	1,259	55	\$ 4,123.33	\$ 3,739.97	\$ 383.36
12	INCANDESCENTE	100	21	9,198	8,815	383	\$ 28,863.32	\$ 26,179.81	\$ 2,683.52
13	FLUORESCENTE	39	1,229	209,938	201,190	8,747	\$ 606,647.76	\$ 564,292.01	\$ 42,355.74
14		74	111	35,977	34,478	1,499	\$ 112,896.83	\$ 102,400.45	\$ 10,496.38
15	LED	150	161	105,777	101,370	4,407	\$ 331,598.41	\$ 300,857.49	\$ 30,740.92
TOTAL			44,535	30,638,379	29,361,780	1,276,599	\$ 93,277,385.07	\$ 85,377,175.15	\$ 7,900,209.91

Fuente: Elaboración propia

Al graficar en el horizonte de evaluación el contra actual o la diferencia de costos entre la situación actual y la situación optimizada se puede observar que la opción de continuar con la situación actual, es decir, "no hacer nada", implica un incremento en los costos sociales para la población de Veracruz, en comparación de implementar la optimización expuesta en el presente apartado (Ver Gráfica 1)



Gráfica 1 Costos por consumo en la situación actual y situación sin proyecto en el periodo de evaluación (2017 – 2031)

Fuente: Elaboración propia.

A lo largo del horizonte de evaluación de 15 años esta optimización podría generar una reducción consumo por servicio de energía eléctrica para el municipio de \$147,691,564.76 de pesos, (Ver Tabla 13), más sin embargo se debe tomar en cuenta que se tendría que reemplazar al menos 3 veces el total del alumbrado de acuerdo a "Calendario de reposición de activos de acuerdo a la vida útil de las luminarias" tabla 4 del punto 3.1.3.1.

7.5.2. Conclusiones

La implementación de la optimización ofrece beneficios para el municipio tanto en la reducción de consumo de KWh al año, así como de facturación, por lo que la opción de no tomar medidas genera un costo mayor en el corto, mediano y largo plazo.

En virtud de lo anterior, a efectos de realizar un proceso de evaluación se tomará como situación actual a comparar con la situación con proyecto la medida optimizada.

7.5.3. Alternativas de solución

La alternativa de solución que se propone para el municipio de Veracruz consiste en renovar la infraestructura de alumbrado público para hacer más eficiente este servicio, reducir los costos erogados anualmente al Ayuntamiento, otorgar una mejor iluminación en espacios públicos del territorio municipal y mayor seguridad a sus habitantes.

7.6. Situación con el PPI

7.6.1. Descripción General

El programa de eficiencia energética y modernización del alumbrado público en el municipio de Veracruz propone la sustitución de 44,535 luminarias actuales por unas nuevas de tecnología de punta que generen mayor iluminación y menor consumo de energía, propiciando con esto beneficiar al medio ambiente reduciendo las emisiones de CO2 y el uso del vapor de sodio.

Con el proyecto se busca hacer más eficiente este servicio público municipal, reducir los costos erogados por el Ayuntamiento, otorgar una mejor iluminación en espacios públicos del territorio municipal y mayor seguridad a sus habitantes.

Las luminarias y la red propuestas son tecnología LED y Aditivos Metálicos cerámicos con balastro electrónico, tienen las siguientes características:

- Alta confiabilidad, uniformidad de iluminación, eficacia en la fuente luz de 115 lm/w en LED y 110 en Aditivos Metálicos cerámicos, (frente a 80–140 en luminarias de VSAP), y hasta 68% de ahorro de energía comprobado en la sustitución de luminarias de VSAP.
- Estabilidad de iluminación con 5% de reducción de luz en periodo de garantía de siete años.
- La tecnología óptica guía la luz eficientemente al área requerida creando iluminación eficiente, uniforme y efectiva. El diseño óptico reduce el deslumbramiento y contaminación de la luz para las calles o carreteras.
- Todas las partes son modulares, replicables y reutilizables.

a. LED

Especificaciones Eléctricas:

- Voltaje de Operación: CA 120V-277V
- Factor de Potencia > 0.92
- THD Máxima <20
- Temperatura de Operación: -40°C - 50°C
- Supresor de picos 10kV/10kA
- Vida útil del driver 50,000 horas

Especificaciones Ópticas:

- Temperatura de color: 4000°K-6000°K
- Eficacia en del sistema (PS & Óptica) de 115 lumenes / watt
- CRI > 70
- Curva tipo II y III tipo media
- Reducción de luz < 1% en un año

Especificaciones Mecánicas:

- Clasificación de vibración 3G
- Fundición de aluminio aleación 380
- Pintura electrostática
- Vida útil del conjunto 50,000 horas

Normativas

- IP65
- NOM-003-SCFI-2000
- NOM-031-ENER-2012
- CONSTANCIA AHORRO PAESE
- Cumplimiento con LM 80 y LM 70
- Garantía 10 años
-

b. ADITIVOS METÁLICOS CERÁMICOS

Especificaciones Eléctricas:

- Voltaje de Operación: 180-270
- Protección contra transitorios
- Factor de Potencia > 0.99
- Pérdidas < 8%
- DAT < 10%
- Factor de cresta < 8%

- Temperatura de Operación: -30°C - 40°C
- Corriente de línea 0,75A
- Potencia de Lámpara 150W

Especificaciones Ópticas (lámpara):

- Temperatura de Color: 2800 °K
- Eficacia 110 Lumenes /Watt
- CRI > 87
- Flujo luminoso 16,500 lumenes
- Socket E40

Normativas

- NOM-058-SCFI-2000
- NMX-J-510-ANCE-2011
- NOM-028-ENER-2010
- CONSTANCIA PAESE EN TRAMITE

Servicios

Se contará con un Sistema de alumbrado público con luminarias LED Y Aditivos Metálicos Cerámicos con balastro electrónico.

Descripción de los servicios

Sistema de Alumbrado Público con luminarias Led y Aditivos Metálicos Cerámicos con balastro electrónico

Descripción general de niveles de desempeño y calidad

En la colocación de las nuevas luminarias será necesario constatar su correcta fijación mecánica y el buen estado de los brazos y/o medios de fijación y accesorios; así como la correcta conexión eléctrica, sobre todo, en el tema de partir de una alimentación trifásica, llevar un orden y control de la conexión de las lámparas que trabajan a una fase, 2 hilos, 220 volts. Para conseguir un balanceo de fases correcto en el sistema y en la orientación de iluminación de los leds de la lámpara.

Dimensionado Básico

Se contará con un sistema de alumbrado público que incluya:

- 1.- Luminarias Led y aditivos metálicos cerámicos con balastro electrónico
- 4.- Sistema supresor de picos en el mismo en cada luminaria con tecnología LED instalada.

7.6.2. Alineación Estratégica

El presente proyecto se encuentra alineado con el objetivo IV del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018: "México Próspero", el cual contiene el Plan de Acción para eliminar las trabas que frenen el potencial productivo nacional.

De manera concreta está vinculado con fomentar el crecimiento económico y la productividad regional mediante el abastecimiento de energía con precios competitivos, calidad y eficiencia, en cualquier punto de las cadenas productivas, lo cual implica que el Estado, en cualquiera de sus tres órdenes de gobierno, aumenten su capacidad de provisión energética a la población, sobre todo de la energía eléctrica.

Por esta razón, el PND establece realizar acciones específicas para "fortalecer el abastecimiento racional de energía eléctrica; promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas; además de fortalecer el desarrollo de la ciencia y la tecnología en temas prioritarios para el desarrollo energético". De acuerdo con esto, el proveer de alumbrado público municipal utilizando tecnología moderna y sustentable encuadra en las directrices de desarrollo nacional, entre las que sobresalen también:

- A. El impulsar "un crecimiento verde, incluyente y facilitador que preserve el patrimonio natural".
- B. Crear una política moderna de fomento económico en la que, si bien los gobiernos siguen jugando un papel fundamental para facilitar y proveer las condiciones propicias (servicios públicos) para las actividades sociales y económicas, puede abrirse a buscar soluciones innovadoras basadas en una adecuada vinculación entre entes privados y gobiernos. (Ver Tabla 14)

Tabla 14. Alineación del programa con el plan nacional de desarrollo y otros programas sectoriales

Programa	Objetivo	Estrategia	Líneas de acción
Plan Nacional de Desarrollo 2013 - 2018	Objetivo 4.6. Abastecer de energía al país con	Estrategia 4.6.2. Asegurar el abastecimiento	Modernizar la red de transmisión y distribución de

Programa	Objetivo	Estrategia	Líneas de acción
México Próspero	precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.	racional de energía eléctrica a lo largo del país.	electricidad. Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas.
	Enfoque Transversal	Estrategia I. Democratizar la Productividad	Garantizar el acceso a la energía eléctrica de calidad y con el menor costo de largo plazo.
Programa Sectorial de Energía 2013 – 2018	Objetivo 2. Optimizar la operación y expansión de Infraestructura eléctrica nacional.	Estrategia 2.1. Desarrollar la infraestructura eléctrica nacional, con criterios de economía, seguridad, sustentabilidad y viabilidad económica.	Planear la expansión de la infraestructura eléctrica nacional conforme al incremento de la demanda, incorporando energías limpias, externalidades y diversificación energética. Expandir la infraestructura, cumpliendo con las metas de energía limpia del Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables.
		Estrategia 2.2. Disponer de infraestructura eléctrica en las mejores condiciones para proveer el servicio con estándares de seguridad, calidad y eficiencia.	Mantener, modernizar y rehabilitar la infraestructura eléctrica para optimizar la operación del sistema.

Programa	Objetivo	Estrategia	Líneas de acción
Programa Nacional de Infraestructura 2014 - 2018	Objetivo 2. Asegurar el desarrollo óptimo de la infraestructura para contar con energía suficiente, con calidad y a precios competitivos.	Estrategia 2.6. Desarrollar la transmisión de electricidad que permita el máximo aprovechamiento de los recursos de generación y la atención de la demanda.	Desarrollar las redes y los refuerzos necesarios para la atención de la demanda nacional.
		Estrategia 2.7. Desarrollar la distribución de electricidad con calidad, reduciendo las pérdidas en el suministro y aumentando la cobertura del servicio.	Desarrollar proyectos de distribución para reducir las pérdidas técnicas y no-técnicas en la distribución. Desarrollar proyectos de electrificación para beneficiar a localidades de alta pobreza.
Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables 2013 - 2027	Objetivo 1. Aumentar la capacidad instalada y la generación de electricidad a partir de fuentes renovables de energía.	Estrategia 1.1. Adecuar el ejercicio de planeación para incrementar la participación de proyectos de energía renovable en la generación de electricidad. Estrategia 1.5. Modernizar la infraestructura de transmisión y distribución con una mayor participación de energías renovables.	Determinar las necesidades de adición o de sustitución de capacidad de generación considerando los recursos renovables disponibles en cada región. Definir los esquemas de inversión pública, pública-privada o privada, bajo los cuales se llevará a cabo la incorporación de la infraestructura.
Fuente: SENER.			

El objetivo del alumbrado público está ligado a dos ejes de desarrollo municipal:

- "Veracruz Próspero", que se refiere a generar las condiciones para explotar el potencial turístico municipal y realizar las gestiones necesarias para proveer a la localidad con infraestructura que genere desarrollo económico integral y sustentable

Las acciones concretas que propone para alcanzarlo son básicamente tres, que se concentran en elevar la calidad y cobertura de este servicio público a través de:

- Un programa de mantenimiento correctivo (rehabilitación) del alumbrado público a través de las cuadrillas, sustituyendo luminarias, focos y balastos mediante un esquema de sectorización municipal.
- Ampliar el servicio y electrificación a colonias que carecen de él, y con base en las solicitudes de los ciudadanos, se elaborarán los proyectos y se efectuarán los trámites y gestiones ante la CFE para su ejecución.
- Promover el cambio de bombillas por focos LED y Aditivos Metálicos cerámicos con balastro electrónico para el ahorro de energía en las dependencias del Ayuntamiento.

7.6.3. Localización Geográfica

En el presente apartado se retoma, por cuestión metodológica el apartado 3.1.2 en el que se hace referencia a la ubicación del Proyecto.

El desarrollo del Proyecto, motivo del Análisis Costo Beneficio, se ubicará en el municipio de Veracruz, que es parte integrante del Estado de Veracruz.

El mapa de la República Mexicana señala que el municipio de Veracruz se encuentra ubicado en el estado que lleva su mismo nombre "Veracruz". Debido a la posición territorial que presenta dicho municipio, su ubicación cardinal son entre los paralelos 19° 12' 00" latitud norte del trópico de cáncer y entre los meridianos 96° 07' 59" longitud oeste del meridiano de Greenwich. La superficie territorial total que constituye al municipio de Veracruz se extiende a unos 241 kilómetros cuadrados. Es el municipio más grande del estado. Presenta una distancia de 90 kilómetros a la capital del estado, Xalapa.

Mapa 2. Localización geográfica del municipio de Veracruz



Fuente: Imagen extraída de Google maps

Está ubicado a una altitud promedio de unos 10 metros sobre el nivel del mar (msnm). Veracruz se encuentra rodeado por algunos lugares, en la zona norte por el municipio de La Antigua y el Golfo de México, al sur por los de Medellín y Boca del Río, al este nuevamente se encuentra el Golfo de México y al oeste por los municipios de Manlio Fabio Altamirano y por Paso de Ovejas. Estadísticamente es fundamental saber que el INEGI llevó a cabo el tercer conteo de población y vivienda en todos los estados y municipios del país durante el 2015. Informó que, de acuerdo a los resultados obtenidos en el municipio de Veracruz, el total de personas que habita en dicho lugar es de 609,664.

Según registra el CONAPO, Veracruz tiene una población estimada a 2016, de 589,404 habitantes, de los cuales 279,269 son hombres y 309,724 son mujeres, de los cuales un 31% está evaluada por el CONEVAL como población.

El municipio de acuerdo con el CONEVAL, cuenta con una población estimada del 31% con índices de marginación y de pobreza.

7.6.4. Calendario de Actividades

A continuación, se presenta el calendario del proyecto, el cual considera las principales actividades desde el proceso de licitación, hasta el fallo y firma de contrato. A su vez, se incluye un periodo para la construcción de la infraestructura, así como un horizonte de 15 años para la prestación del servicio, el cual se estima iniciaría en abril de 2017.

Diagrama 1 Calendario de Actividades

Actividades	2017								2018				2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR														
Presentación y aprobación cabildo.	■																									
Presentación y aprobación congreso estatal.		■																								
Proceso Licitación			■																							
lazo lotación				■																						
Firma de contrato					■																					
inicio de instalación luminarias						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Gestión Ahorro CFE																										
Etapa preoperativa																										
Etapa Operativa																										

Fuente: Elaboración propia

7.6.5. Monto Total de la inversión del PPI

Para determinar el monto total de inversión del proyecto de alumbrado público en el municipio de Veracruz se consideró la compra de luminarias por \$456,534,019.20. (Ver Tabla 15).

Tabla 15. Costo total del proyecto

No.	TIPO	POTENCIA NOMINAL (WATTS)	TOTAL (PIEZAS)	TIPO DE CAMBIO (DOLARES/ PESOS)	PRECIO UNITARIO (DOLARES)	TOTAL (PESOS)
1		15	1,229	\$ 21.00	\$ 89.50	\$ 2,309,905.50
2		45	3,000	\$ 21.00	\$ 396.50	\$ 24,979,500.00
3	LED	70	30,807	\$ 21.00	\$ 487.90	\$ 315,645,441.30
4		105	4,392	\$ 21.00	\$ 566.80	\$ 52,277,097.60
5		150	4,501	\$ 21.00	\$ 616.40	\$ 58,262,744.40
6	ADITIVOS METALICOS CERAMICOS	150	606	\$ 21.00	\$ 240.40	\$ 3,059,330.40
TOTAL			44,535			\$ 456,534,019.20

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por la "IMAN S.A DE C.V"

7.6.6. Fuentes de financiamiento de los recursos

Actualmente, el municipio tiene un gasto anual de 140,519,999.00 (ciento cuarenta millones quinientos diecinueve mil novecientos noventa y nueve pesos 00/100M.N., destinado para el servicio de Alumbrado Público. Con este monto de recursos sería imposible ejecutar una obra de esta magnitud de manera oportuna para generar mayor seguridad en espacios públicos, un servicio más eficiente y a menor costo, disminuir la emisión de contaminantes y mejorar la imagen urbana del municipio.

Por lo que es necesario buscar opciones de financiamiento para el desarrollo del proyecto ante las instancias estatales y federales e incluso analizando nuevos esquemas de financiamiento.

7.6.7. Capacidad Instalada que se requiere y su evolución en el horizonte de evaluación

Como se ha mencionado, la sustitución de las luminarias que operan actualmente en el municipio de Veracruz requiere de un sistema que brinde mayor eficiencia energética y permita obtener los ahorros y liberación de recursos.

Es por ello que se evalúa la propuesta técnica de un sistema eléctrico de mayor eficiencia (Sistema LED y Aditivos Metálicos cerámicos con balastro electrónico).

Definición de equipamiento técnico.

Luminarias tecnología LED y aditivos Metálicos Cerámicos.

- Luminarias LED-15W
- Luminarias LED 45W
- Luminarias LED-70W
- Luminarias LED-105W
- Luminarias LED-150W
- Luminario amc 150W

En la siguiente tabla, se muestran las características generales de las luminarias propuestas para el proyecto, estas luminarias generan una disminución anual en el consumo de energía eléctrica de 15,113,876.57 KW/h anuales, que comparado con la situación actual deriva un ahorro de energía eléctrica del 49% (Ver tabla 16).

Tabla 16. Características de las Luminarias del Proyecto

No.	TIPO	POTENCIA NOMINAL (WATTS)	TOTAL (PIEZAS)	FLUJO LUMINOSO POR LAMPARA (LUMENES)	FLUJO LUMINOSO TOTAL (LUMENES)	VIDA UTIL PROMEDIO (HORAS)	CONSUMO (KW/HR / AÑO)
1		15	1,229	1,300	1,597,700	50,000	80,745
2		45	3,000	4,950	14,850,000	50,000	591,300
3	LED	70	30,807	8,280	255,081,960	50,000	9,445,426
4		105	4,392	11,970	52,572,240	50,000	2,019,881
5		150	4,501	17,100	76,967,100	50,000	2,957,157
6	ADITIVOS METALICOS CERAMICOS	150	606	16,500	9,999,000	27,000	429,993
TOTAL			44,535		411,068,000		15,524,503

Fuente: Elaboración propia con base en él información proporcionada por la empresa "IMAN S.A DE C.V"

A continuación, se muestra la oferta de luminarias calculadas para el proyecto, esta oferta fue estimada del resultado obtenido al multiplicar la intensidad de lúmenes correspondientes según la potencia de cada una de las luminarias propuestas por la cantidad de luminarias que serán instaladas de acuerdo a su tipología (tabla 17)

En la Tabla 17 también se muestra la oferta de luminarias en el horizonte de evaluación.

Tabla 17. Oferta de luminarias en el horizonte de evaluación

TIPO	OFERTA UNITARIA DE LUMENES	OFERTA TOTAL DE LUMENES	LUMENES TOTALES	2017	2018	2019
LED 15W	1,300	1,597,700	23,965,500	1,597,700	1,597,700	1,597,700
LED 45W	4,950	14,850,000	222,750,000	14,850,000	14,850,000	14,850,000
LED 70W	8,280	255,081,960	3,826,229,400	255,081,960	255,081,960	255,081,960
LED 105W	11,970	52,572,240	788,583,600	52,572,240	52,572,240	52,572,240
LED 150W	17,100	76,967,100	1,154,506,500	76,967,100	76,967,100	76,967,100
ADITIVOS METALICOS CERAMICOS 150W	16,500	9,999,000	149,985,000	9,999,000	9,999,000	9,999,000
TOTAL	60,100	411,068,000	6,166,020,000	411,068,000	316,160,100	316,160,100

Fuente: Elaboración propia con base en él información proporcionada por la empresa "IMAN S.A DE C.V"

Tabla 17. Oferta de luminarias en el horizonte de evaluación (continuación)

TIPO	OFERTA UNITARIA DE LUMENES	2020	2021	2022	2023	2024	2025
LED 15W	1,300	1,597,700	1,597,700	1,597,700	1,597,700	1,597,700	1,597,700
LED 45W	4,950	14,850,000	14,850,000	14,850,000	14,850,000	14,850,000	14,850,000
LED 70W	8,280	255,081,960	255,081,960	255,081,960	255,081,960	255,081,960	255,081,960
LED 105W	11,970	52,572,240	52,572,240	52,572,240	52,572,240	52,572,240	52,572,240
LED 150W	17,100	76,967,100	76,967,100	76,967,100	76,967,100	76,967,100	76,967,100
ADITIVOS METALICOS CERAMICOS 150W	16,500	9,999,000	9,999,000	9,999,000	9,999,000	9,999,000	9,999,000
TOTAL	60,100	316,160,100	316,160,100	316,160,100	316,160,100	316,160,100	316,160,100

Fuente: Elaboración propia con base en él información proporcionada por la empresa "IMAN S.A DE C.V."

Tabla 17 Oferta de luminarias en el horizonte de evaluación (continuación)

TIPO	OFERTA UNITARIA DE LUMENES	2026	2027	2028	2029	2030	2031
LED 15W	1,300	1,597,700	1,597,700	1,597,700	1,597,700	1,597,700	1,597,700
LED 45W	4,950	14,850,000	14,850,000	14,850,000	14,850,000	14,850,000	14,850,000
LED 70W	8,280	255,081,960	255,081,960	255,081,960	255,081,960	255,081,960	255,081,960
LED 105W	11,970	52,572,240	52,572,240	52,572,240	52,572,240	52,572,240	52,572,240
LED 150W	17,100	76,967,100	76,967,100	76,967,100	76,967,100	76,967,100	76,967,100
ADITIVOS METALICOS CERAMICOS 150W	16,500	9,999,000	9,999,000	9,999,000	9,999,000	9,999,000	9,999,000
TOTAL	60,100	316,160,100	316,160,100	316,160,100	316,160,100	316,160,100	316,160,100

Fuente: Elaboración propia con base en él información proporcionada por la empresa "IMAN S.A DE C.V"

7.6.8. Metas Anuales y totales de producción de bienes y servicios cuantificadas en el horizonte de evaluación.

En este apartado se precisa el número de luminarias a instalar, su potencia eléctrica y el total de lúmenes a proveer a lo largo del horizonte de evaluación del proyecto (Ver Tabla 18)

Tabla 18. Metas Anuales y totales del proyecto

No.	TIPO	POTENCIA NOMINAL (WATTS)	TOTAL (PIEZAS)	FLUJO LUMINOSO POR LAMPARA (LUMENES)	FLUJO LUMINOSO TOTAL (LUMENES)	VIDA UTIL PROMEDIO (HORAS)	CONSUMO (KW/HR / AÑO)	LUMENES TOTALES A PROVEER EN EL HORIZONTE DE EVALUACION
1		15	1,229	1,300	1,597,700	50,000	80,745	23,965,500
2		45	3,000	4,950	14,850,000	50,000	591,300	222,750,000
3	LED	70	30,807	8,280	255,081,960	50,000	9,445,426	3,826,229,400
4		105	4,392	11,970	52,572,240	50,000	2,019,881	788,583,600
5		150	4,501	17,100	76,967,100	50,000	2,957,157	1,154,506,500
6	ADITIVOS METALICOS CERAMICOS	150	606	16,500	9,999,000	27,000	429,993	149,985,000
TOTAL			44,535		411,068,000		15,524,503	6,166,020,000

Fuente: Elaboración propia con base en él información proporcionada por la empresa "IMAN S.A DE C.V"

7.6.9. Vida útil

El sistema LED tiene una vida útil de 10 años (Ver Tabla 19) para cada tipo de luminaria. Los focos Led son característicos por tener una vida útil mayor en comparación con el tipo de luminarias descritas en la situación actual, las cuales, en promedio, tienen una vida útil promedio de 4.2 años.

Tabla 8. Vida útil de las luminarias del proyecto

No.	TIPO	POTENCIA NOMINAL (WATTS)	VIDA UTIL (AÑOS)
1		15	10
2		45	10
3	LED	70	10
4		105	10
5		150	10
6	ADITIVOS METALICOS CERAMICOS	150	6

Fuente: Elaboración propia con base en él información proporcionada por la empresa "IMAN S.A DE C.V"

El costo de reposición de las luminarias varía de acuerdo a su potencia. Para calcular el monto anual (en dólares) del calendario de reposición se multiplicó la cantidad estimada de luminarias de acuerdo a su tipo por el precio unitario correspondiente. Dentro del Calendario de reposiciones se consideraron las carcassas estimadas a utilizar durante el horizonte de evaluación. El promedio de vida útil para cada tipo de lámpara es de 10 años. Considerando el horizonte de evaluación de 15 años, para el año 2026 deberán ser sustituidas las 44,535 luminarias, generando un costo por sustitución de \$456,534,019.20 (Ver Tabla 20).

Tabla 20. Vida útil y costo de reposición de las nuevas luminarias del Proyecto

TIPO	VIDA UTIL (AÑOS)	2017 (COSTO ORIGINAL)	2018	2019	2020	2021	2022
LED 15W	10	\$ 2,309,905.50	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
LED 45W	10	\$ 24,979,500.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
LED 70W	10	\$ 315,645,441.30	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
LED 105W	10	\$ 52,277,097.60	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
LED 150W	10	\$ 58,262,744.40	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
ADITIVOS METALICOS CERAMICOS 150W	6	\$ 3,059,330.40	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
TOTAL		\$ 456,534,019.20	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00

TIPO	VIDA UTIL (AÑOS)	2023 (REEMPLAZO PARCIAL)	2024	2025	2026	2027 (REEMPLAZO COMPLEMENTARIO)
LED 15W	10	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$2,379,202.67
LED 45W	10	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$25,728,885.00
LED 70W	10	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$325,114,804.54
LED 105W	10	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$53,845,410.53
LED 150W	10	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$60,010,626.73
ADITIVOS METALICOS CERAMICOS 150W	6	\$3,151,110.31	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
TOTAL		\$3,151,110.31	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$467,078,929.46

TIPO	VIDA UTIL (AÑOS)	2028	2029 (NUEVO REEMPLAZO PARCIAL)	2030	2031	COSTO DE REEMPLAZO TOTAL
LED 15W	10	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$2,379,202.67
LED 45W	10	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$25,728,885.00
LED 70W	10	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$325,114,804.54
LED 105W	10	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$53,845,410.53
LED 150W	10	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$60,010,626.73
ADITIVOS METALICOS CERAMICOS 150W	6	\$0.00	\$3,245,643.62	\$0.00	\$0.00	\$6,396,753.93
TOTAL		\$0.00	\$3,245,643.62	\$0.00	\$0.00	\$473,475,683.40

Fuente: Elaboración propia con base en él información proporcionada por la empresa "IMAN S.A DE C.V"

7.7. Descripción de los aspectos técnicos, legales, ambientales, de mercado, entre otros, que tengan un impacto significativo en el resultado

El presente apartado describe el marco normativo que requiere la ejecución del proyecto tanto en el ámbito federal, como estatal y local

7.7.1. Legislación Aplicable

El marco jurídico aplicable al Proyecto está compuesto de los ordenamientos listados a continuación. En este caso, contamos con los ordenamientos y normatividad aplicables al servicio de alumbrado público, a Veracruz como entidad encargada de la implementación del Proyecto y competente en materia de prestación del servicio público de alumbrado, así como aquellos relacionados directa o indirectamente con la disponibilidad de recursos para el desarrollo del Proyecto:

Ámbito Federal

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Ley de la Comisión Federal de Electricidad y su Reglamento.
- Ley de la Industria Eléctrica y su Reglamento.
- Ley de Disciplina Financiera de las Entidades Federativas y los Municipios.
- Ley de Planeación y su Reglamento.
- Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.
- Programa Sectorial de Energía 2013-2018.
- Ley del Impuesto sobre la Renta y su Reglamento.
- Ley del Impuesto al Valor Agregado y su Reglamento.
- Ley Federal de Metrología y Normalización y su Reglamento.
- Ley de Coordinación Fiscal y su Reglamento.
- Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria y su Reglamento;
- Ley Federal de Deuda Pública.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-013-ENER-2013, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-031-ENER-2012, Eficiencia energética para luminarios con diodos emisores de luz (LEDs) destinados a vialidades y áreas exteriores públicas.
- NON-058-SCFI-1999, Productos Eléctricos para Lámparas de Descarga de Alta Intensidad en gas, Especificaciones de Seguridad.
- NOM-028-ENER2010, Eficiencia Energética de Lámparas para uso general, Límites y Métodos de Prueba
- NMX-J-510-ANCE-2011, Iluminación- Balastros de Alta Eficiencia para Lámparas de Descarga de Alta Intensidad, para Utilización en Alumbrado público- Especificaciones.
- NOM-003-SCFI-2000, Productos eléctricos-Especificaciones de seguridad

- NOM-031-ENER-2012, Eficiencia energética para luminarios con diodos emisores de luz (leds) destinados a vialidades y áreas exteriores públicas. Especificaciones y métodos de prueba

Ámbito Estatal

- Constitución Política del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.
- Ley de Asociaciones Público-Privadas para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.
- Ley Orgánica del Municipio Libre.
- Ley de Coordinación Fiscal para el Estado y los Municipios de Veracruz de Ignacio la Llave.
- Código Hacendario Municipal para el Estado de Veracruz.
- Código Financiero para el Estado de Veracruz.
- Ley Número 683 de Ingresos del Municipio de Veracruz, del Estado de Veracruz, correspondiente al ejercicio fiscal del año 2016.
- Ley de Planeación del Estado de Veracruz.
- Plan Veracruzano de Desarrollo 2011-2016.
- Ley de Bienes del Estado.
- Ley Orgánica del Poder Legislativo del Estado de Veracruz.
- Ley Orgánica del Poder Ejecutivo del Estado de Veracruz.
- Código de Procedimientos Administrativos para el Estado de Veracruz.
- Código Civil para el Estado de Veracruz.
- Código de Procedimientos Civiles para el Estado de Veracruz.
- Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública para el Estado de Veracruz.
- Ley Número 62 de Protección Ambiental y su Reglamento.
- Ley de Desarrollo Urbano, Ordenamiento Territorial y Vivienda para el Estado de Veracruz y su Reglamento
- Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Veracruz.

Ámbito Municipal:

- Código Hacendario para el Municipio de Veracruz, Estado de Veracruz
- Plan Municipal de Desarrollo 2014-2017.
- Reglamento Municipal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- Reglamento de Sesiones de Cabildo
- Reglamento para Construcciones Públicas y Privadas del Municipio Libre de Veracruz
- Reglamento de Desarrollo Urbano, Fraccionamiento y Vivienda para el Municipio de Veracruz

De acuerdo con el análisis legal realizado por el equipo de asesores jurídicos, mismo que se incluye en el Apartado 5 de la presente PNS, existe la factibilidad jurídica del Proyecto para poder ser implementado y cumplir con todos y cada uno de los ordenamientos jurídicos aplicables.

7.8. Aspectos Ambientales

El Proyecto no representará un impacto ambiental negativo para el medio ambiente del Municipio de Veracruz, ya que las actividades que se realizarán se realizarán sobre la infraestructura de alumbrado público del municipio, la cual son estructuras y construcciones previamente creadas, y no se afectarán nuevos espacios derivado de esto.

Por el contrario, la modernización del equipo de alumbrado público del Municipio que se realizará mediante este Proyecto, traerá consigo diversos beneficios ambientales que incluyen:

- Disminución en las emisiones de CO₂
- Disminución de la contaminación visual
- Sin irradiación de rayos ultravioletas e infrarrojos
- Las luminarias LED no contienen plomo, mercurio ni otros metales pesados que atentan contra la biodiversidad.
- Al no contener metales pesados, los LED no son considerados "residuos peligrosos" y son fácilmente reciclables.
- Reducción de emisiones de otros gases contaminantes como óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre por la reducción en el consumo de energéticos.
- Reducción de la huella de carbono al contar las luminarias con mayor tiempo de vida útil que las convencionales.

Se desmontarán las luminarias instaladas (Vapor de Sodio Alta Presión, Aditivos Metálicos, Inducción, fluorescentes ahorradores) actualmente, quedando a disposición del municipio como dueño actual de los equipos para que disponga de ellos como mejor lo juzgue conveniente:

- Piezas de refacción aquellas que todavía estén en condiciones de operación para ser utilizadas en otras zonas del municipio donde no se reemplazaron equipos LED o Aditivos Metálicos Cerámicos con balastos Electrónicos.
- Donación a otros municipios del estado que no cuenten con recursos para ampliar y/o mejorar las condiciones de Alumbrado Público.
- Venta de los elementos metálicos de las luminarias como chatarra (carcaza, brazos, tornillería, abrazaderas, etc.)

El municipio se encargará de la disposición final del resto de los focos de Vapor de Sodio Alta Presión, Aditivos Metálicos, Inducción, fluorescentes ahorradores., mediante la presentación

de un Plan de Manejo de los Residuos ante la autoridad correspondiente y se hará de conocimiento de la UR.

7.9. Análisis de la Oferta a lo largo del Horizonte de evaluación

La oferta para el Proyecto Público de Referencia (PPI) es la capacidad luminosa disponible (Ver Tabla 21)

Tabla 21. Tipo y número de luminarias del proyecto

No.	TIPO	POTENCIA NOMINAL (WATTS)	TOTAL (PIEZAS)	FLUJO LUMINOSO POR LAMPARA (LUMENES)	FLUJO LUMINOSO TOTAL (LUMENES)	VIDA UTIL PROMEDIO (HORAS)	CONSUMO (KW/HR / AÑO)	LUMENES TOTALES A PROVEER EN EL HORIZONTE DE EVALUACION
1		15	1,229	1,300	1,597,700	50,000	80,745	23,965,500
2		45	3,000	4,950	14,850,000	50,000	591,300	222,750,000
3	LED	70	30,807	8,280	255,081,960	50,000	9,445,426	3,826,229,400
4		105	4,392	11,970	52,572,240	50,000	2,019,881	788,583,600
5		150	4,501	17,100	76,967,100	50,000	2,957,157	1,154,506,500
6	ADITIVOS METALICOS CERAMICOS	150	606	16,500	9,999,000	27,000	429,993	149,985,000
TOTAL			44,535		411,068,000		15,524,503	6,166,020,000

Fuente: Elaboración propia con base en él información proporcionada por la empresa "IMAN S.A DE C.V"

Para determinar la oferta de lúmenes en la situación con el PPI se consideró la luminosidad de cada una de ellas y se multiplicó por la cantidad de luminarias según su tipo. Para el horizonte de evaluación la oferta se mantiene constante (Ver Tabla 22)

Tabla 22. Oferta de luminarias en el horizonte de evaluación

TIPO	OFERTA UNITARIA DE LUMENES	OFERTA TOTAL DE LUMENES	LUMENES TOTALES	2017	2018	2019
LED 15W	1,300	1,597,700	23,965,500	1,597,700	1,597,700	1,597,700
LED 45W	4,950	14,850,000	222,750,000	14,850,000	14,850,000	14,850,000
LED 70W	8,280	255,081,960	3,826,229,400	255,081,960	255,081,960	255,081,960
LED 105W	11,970	52,572,240	788,583,600	52,572,240	52,572,240	52,572,240
LED 150W	17,100	76,967,100	1,154,506,500	76,967,100	76,967,100	76,967,100
ADITIVOS METALICOS CERAMICOS 150W	16,500	9,999,000	149,985,000	9,999,000	9,999,000	9,999,000
TOTAL	60,100	411,068,000	6,166,020,000	411,068,000	316,160,100	316,160,100

Fuente: Elaboración propia con base en él información proporcionada por la empresa "IMAN S.A DE C.V"

Tabla 22 Oferta de luminarias en el horizonte de evaluación (continuación)

TIPO	2020	2021	2022	2023	2024	2025
LED 15W	1,597,700	1,597,700	1,597,700	1,597,700	1,597,700	1,597,700
LED 45W	14,850,000	14,850,000	14,850,000	14,850,000	14,850,000	14,850,000
LED 70W	255,081,960	255,081,960	255,081,960	255,081,960	255,081,960	255,081,960
LED 105W	52,572,240	52,572,240	52,572,240	52,572,240	52,572,240	52,572,240
LED 150W	76,967,100	76,967,100	76,967,100	76,967,100	76,967,100	76,967,100
ADITIVOS METALICOS CERAMICOS 150W	9,999,000	9,999,000	9,999,000	9,999,000	9,999,000	9,999,000
TOTAL	316,160,100	316,160,100	316,160,100	316,160,100	316,160,100	316,160,100

TIPO	2026	2027	2028	2029	2030	2031
LED 15W	1,597,700	1,597,700	1,597,700	1,597,700	1,597,700	1,597,700
LED 45W	14,850,000	14,850,000	14,850,000	14,850,000	14,850,000	14,850,000
LED 70W	255,081,960	255,081,960	255,081,960	255,081,960	255,081,960	255,081,960
LED 105W	52,572,240	52,572,240	52,572,240	52,572,240	52,572,240	52,572,240
LED 150W	76,967,100	76,967,100	76,967,100	76,967,100	76,967,100	76,967,100
ADITIVOS METALICOS CERAMICOS 150W	9,999,000	9,999,000	9,999,000	9,999,000	9,999,000	9,999,000
TOTAL	316,160,100	316,160,100	316,160,100	316,160,100	316,160,100	316,160,100

Fuente: Elaboración propia con base en él información proporcionada por la empresa "IMAN S.A DE C.V"

Tabla 23. Costo del consumo Anual de KWh por luminaria del Proyecto en el Horizonte de Evaluación

TIPO	COSTO TOTAL CONSUMO ANUAL Kwh (PESOS)		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
LED 15W	\$	3,499,999.92	\$ 233,333.33	\$ 233,333.33	\$ 233,333.33	\$ 233,333.33	\$ 233,333.33	\$ 233,333.33	\$ 233,333.33
LED 45W	\$	27,681,138.00	\$ 1,845,409.20	\$ 1,845,409.20	\$ 1,845,409.20	\$ 1,845,409.20	\$ 1,845,409.20	\$ 1,845,409.20	\$ 1,845,409.20
LED 70W	\$	441,160,424.64	\$ 29,410,694.98	\$ 29,410,694.98	\$ 29,410,694.98	\$ 29,410,694.98	\$ 29,410,694.98	\$ 29,410,694.98	\$ 29,410,694.98
LED 105W	\$	92,350,689.84	\$ 6,156,712.66	\$ 6,156,712.66	\$ 6,156,712.66	\$ 6,156,712.66	\$ 6,156,712.66	\$ 6,156,712.66	\$ 6,156,712.66
LED 150W	\$	127,166,876.28	\$ 8,477,791.75	\$ 8,477,791.75	\$ 8,477,791.75	\$ 8,477,791.75	\$ 8,477,791.75	\$ 8,477,791.75	\$ 8,477,791.75
ADITIVOS METALICOS CERAMICOS 150W	\$	19,854,684.36	\$ 1,323,645.62	\$ 1,323,645.62	\$ 1,323,645.62	\$ 1,323,645.62	\$ 1,323,645.62	\$ 1,323,645.62	\$ 1,323,645.62
TOTAL	\$	711,713,813.04	\$ 47,447,587.54	\$ 47,447,587.54	\$ 47,447,587.54	\$ 47,447,587.54	\$ 47,447,587.54	\$ 47,447,587.54	\$ 47,447,587.54

TIPO	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
LED 15W	\$ 233,333.33	\$ 233,333.33	\$ 233,333.33	\$ 233,333.33	\$ 233,333.33	\$ 233,333.33	\$ 233,333.33	\$ 233,333.33
LED 45W	\$ 1,845,409.20	\$ 1,845,409.20	\$ 1,845,409.20	\$ 1,845,409.20	\$ 1,845,409.20	\$ 1,845,409.20	\$ 1,845,409.20	\$ 1,845,409.20
LED 70W	\$ 29,410,694.98	\$ 29,410,694.98	\$ 29,410,694.98	\$ 29,410,694.98	\$ 29,410,694.98	\$ 29,410,694.98	\$ 29,410,694.98	\$ 29,410,694.98
LED 105W	\$ 6,156,712.66	\$ 6,156,712.66	\$ 6,156,712.66	\$ 6,156,712.66	\$ 6,156,712.66	\$ 6,156,712.66	\$ 6,156,712.66	\$ 6,156,712.66
LED 150W	\$ 8,477,791.75	\$ 8,477,791.75	\$ 8,477,791.75	\$ 8,477,791.75	\$ 8,477,791.75	\$ 8,477,791.75	\$ 8,477,791.75	\$ 8,477,791.75
ADITIVOS METALICOS CERAMICOS 150W	\$ 1,323,645.62	\$ 1,323,645.62	\$ 1,323,645.62	\$ 1,323,645.62	\$ 1,323,645.62	\$ 1,323,645.62	\$ 1,323,645.62	\$ 1,323,645.62
TOTAL	\$ 47,447,587.54	\$ 47,447,587.54	\$ 47,447,587.54	\$ 47,447,587.54	\$ 47,447,587.54	\$ 47,447,587.54	\$ 47,447,587.54	\$ 47,447,587.54

Fuente: Elaboración propia.

7.10. Evaluación del PPI

Una vez descritas la situación sin PPI y con PPI, el objetivo de esta sección es determinar si la alternativa propuesta es más conveniente que la tecnología actualmente utilizada, para ello, se calcula el CAE para los dos casos.

7.10.1. Identificación, cuantificación y valoración de los costos

Los beneficios del proyecto se traducen no sólo en modernización de la infraestructura, sino en ahorros tangibles y cuantificables de energía sobre los costos a lo largo del horizonte de evaluación.

Es importante mencionar que el horizonte de evaluación utilizado para el proyecto es de 15 años y la tarifa que se tomó como base es la 5-A de baja tensión, que de acuerdo con el tabulador de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) es de \$3.138 en baja tensión y \$2.636 en media tensión para el mes de marzo de 2017.

Considerando lo anterior, es importante estimar el costo de inversión del proyecto En la siguiente tabla se muestra el costo total de compra de luminarias en el municipio de Veracruz (Ver Tabla 24).

Tabla 24. Compra de luminarias (precios 2017)

No.	TIPO	POTENCIA NOMINAL (WATTS)	TOTAL (PIEZAS)	TIPO DE CAMBIO (DOLARES/ PESOS)	PRECIO UNITARIO (DOLARES)	TOTAL (PESOS)
1		15	1,229	\$ 21.00	\$ 89.50	\$ 2,309,905.50
2		45	3,000	\$ 21.00	\$ 396.50	\$ 24,979,500.00
3	LED	70	30,807	\$ 21.00	\$ 487.90	\$ 315,645,441.30
4		105	4,392	\$ 21.00	\$ 566.80	\$ 52,277,097.60
5		150	4,501	\$ 21.00	\$ 616.40	\$ 58,262,744.40
6	ADITIVOS METALICOS CERAMICOS	150	606	\$ 21.00	\$ 240.40	\$ 3,059,330.40
TOTAL			44,535			\$ 456,534,019.20

Otro costo que debemos considerar es el de operación y mantenimiento que nos genera un total de \$ 21,154,125.00 pesos (Ver Tabla 25).

Tabla 25. Identificación, Cuantificación y Valoración de Costos de O & M

No.	Componentes	Anual	Total
1	Mantenimiento Anual de Operación	\$21,154,125.00	\$317,311,875.00

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, un rubro importante a considerar en el horizonte de evaluación del proyecto son los costos de operación del mismo. De acuerdo con el consumo anual de Kwh así como la tarifa aplicada por la CFE se estima un costo total de consumo de KWh de \$711,713,813.04 (Ver Tabla 26)

Tabla26. Costo del consumo Anual de KWh por luminaria del Proyecto en el Horizonte de Evaluación

No.	TIPO	POTENCIA NOMINAL (WATTS)	COSTO TOTAL CONSUMO ANUAL Kwh (PESOS)	COSTO TOTAL CONSUMO PROYECTO Kwh (PESOS)
1		15	\$ 233,333.33	\$ 3,499,999.92
2		45	\$ 1,845,409.20	\$ 27,681,138.00
3	LED	70	\$ 29,410,694.98	\$ 441,160,424.64
4		105	\$ 6,156,712.66	\$ 92,350,689.84
5		150	\$ 8,477,791.75	\$ 127,166,876.28
6	ADITIVOS METALICOS CERAMICOS	150	\$ 1,323,645.62	\$ 19,854,684.36
TOTAL			\$ 47,447,587.54	\$ 711,713,813.04

Fuente: Elaboración propia.

7.10.2. Identificación, Cuantificación y Valoración de Beneficios del Proyecto

Para evaluar socialmente el Proyecto es importante identificar todos los beneficios o liberación de recursos atribuibles al desarrollo del Proyecto. De implementar el proyecto se han identificado tres beneficios, los cuales se traducen en liberación de recursos en cuanto al consumo de KWh demandados en el horizonte de evaluación, en el mantenimiento anual de las luminarias, así como en la reposición de activos. (ver Tabla 27, 28 y 29).

Tabla 27. Liberación de Recursos: Consumo energético (\$)

Importe Total Situación Actual	Importe Total Situación con Proyecto	Liberación de Recursos (\$)	Liberación de Recursos Anual (\$)
\$1,399,160,775.9	\$711,713,813.04	\$687,446,733.95	\$45,829,782.26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Liberación de Recursos: Mantenimiento de luminarias

Mantenimiento Situación Actual	Mantenimiento Situación con Proyecto	Liberación de Recursos (\$)	Liberación de Recursos Anual (\$)
\$463,991,598.60	\$317,311,875.00	\$146,679,726.60	\$9,778,648.24

Fuente: Elaboración propia

Con base en lo anterior, se estima liberar recursos para renovación del alumbrado de \$55,608,430.50 millones de pesos anuales.

7.10.3. Análisis de riesgos

A partir del análisis de la literatura, en la Tabla 40, se presenta los riesgos identificados en proyectos similares. Con base en esta matriz de riesgos se realizó la estimación de la probabilidad e impacto.

Tabla 9. Matriz de Riesgos Identificada

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS		Matriz Probabilidad Impacto		
Codificación	Riesgo	Probabilidad (0-1)	Impacto (4,8,12,16,20)	PX1
SP1	Modificaciones inesperadas en el diseño del sistema de iluminación por factores externos	0.4	16	6.4
SP2	Modificaciones en el diseño por	0.2	16	3.2

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS		Matriz Probabilidad Impacto		
Codificación	Riesgo	Probabilidad (0-1)	Impacto (4,8,12,16,20)	PX1
	requerimientos adicionales y/o especiales del cliente			
SP3	Cambios o rotación de personal encargados de la coordinación, organización y dirección del proyecto	0.4	12	4.8
SP4	Falta de planeación en los procesos	0.6	12	7.2
SP5	Falta de claridad en la comunicación entre los participantes	0.6	12	7.2
SP6	Problemas de comunicación entre los diferentes interesados del proyecto	0.6	16	9.6
OT1	Inconsistencia en el diseño de iluminación dado el no cumplimiento de la uniformidad de la zona	0.8	16	12.8
OT2	Modificaciones en el diseño debido a reconfiguraciones de los trazados de tubería	0.8	16	12.8
OT3	Re-procesos en el diseño de la planimetría de iluminación por movimiento y re-ubicación de postes	0.8	16	12.8
OT4	Re-procesos por modificaciones y/o correcciones del diseño inicialmente desarrollado	0.8	4	3.2
OT5	Modificación o pérdida de archivos por parte del grupo de trabajo	0.4	8	3.2
OT6	Re-procesos debido al desconocimiento de las condiciones propias del lugar del proyecto	0.4	8	3.2
OT7	Errores Técnicos en el proceso de dibujos de planos	0.6	8	4.8
OT8	Errores presentados en el diseño por la omisión de las normas	0.4	12	4.8

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS		Matriz Probabilidad Impacto		
Codificación	Riesgo	Probabilidad (0-1)	Impacto (4,8,12,16,20)	PX1
OT9	Errores presentados en el diseño por la omisión de las especificaciones técnicas del proyecto	0.4	12	4.8
OT10	Errores en el diseño y re-procesos por ambigüedad en la información suministrada en las especificaciones de diseño	0.4	12	4.8
OT11	Modificaciones en los llanos y/o procesos de análisis y simulación realizados incorrectamente	0.6	8	4.8
OT12	Uso de información que no coincide en el objetivo del proyecto	0.4	8	3.2
OT13	Errores humanos: falta de conocimiento técnico	0.6	8	4.8
OT14	Diseños deficientes y/o incompletos	0.4	8	3.2
OT15	Demoras en la identificación y/o reajustes en los diseños	0.4	8	3.2
OT16	Baja calidad en los planos entregados	0.4	8	3.2
OT17	Luminarias con poca iluminación uniforme sobre la zona a iluminar	0.4	12	4.8
OT18	Luminarias con la distancia inadecuada sobre los equipos eléctricos	0.4	12	4.8
REG1	Re-procesos en el diseño de la planimetría de iluminación por requerimiento de normatividad	0.4	8	3.2
REG 2	Re- procesos en el proceso de análisis de simulación por requerimientos de normatividad	0.4	8	3.2
REG 3	Modificaciones y/o cambios en la normativa vigente	0.4	12	4.8
REG 4	Problemas en el manejo del software de simulación para la realización de diseños y planos	0.2	8	1.6

IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RIESGOS		Matriz Probabilidad Impacto		
Codificación	Riesgo	Probabilidad (0-1)	Impacto (4,8,12,16,20)	PX1
TEC1	Pérdida de archivos por daños eléctricos, base de datos y/o informáticos	0.4	8	3.2
TEC2	Uso de tecnología obsoleta y/o desactualizada	0.2	12	2.4
TEC3	Manejo inadecuado de la tecnología disponible	0.4	8	1.6
TEC4	Incompatibilidad en la tecnología utilizada	0.2	12	2.4

Fuente: Elaboración propia con base en el "Análisis de la gestión de riesgos en diseños de iluminación exterior en áreas clasificadas utilizando la Guía PMBOK"

7.11. Conclusiones

El Programa de eficiencia energética y modernización del servicio de alumbrado público municipal de Veracruz, Veracruz es de suma relevancia para el municipio. Como resultado del análisis realizado, respecto a la infraestructura actual y la demanda estimada de lúmenes, se observa que existe una brecha cada vez más creciente entre ésta y la capacidad de proporcionar un sistema de alumbrado eficiente y que cumpla con las Normas Oficiales Mexicanas.

La ejecución del presente proyecto contribuye a disminuir dicho déficit, además de optimizar el sistema de alumbrado público que actualmente tiene el Municipio de Veracruz. Finalmente, el presente proyecto genera beneficios superiores a los costos requeridos para su implementación, como se aprecia en los de liberación de recursos. Por lo anterior, podemos determinar que es rentable y conveniente socialmente, habiendo considerado los flujos que generan beneficio social específicamente para el caso bajo el PPI propuesto.

7.12. Referencias

- "Guía Metodológica para la Evaluación de Proyectos de Cambio de Luminarias" del Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO), Proyecciones de la Población 2010-2050.
- Miranda, J.J. (2005). Gestión de Proyectos: Evaluación Financiera Económica Social Ambiental (5ª. Ed.) Bogotá: MM Editores.

PROPUESTA NO SOLICITADA

**Programa de eficiencia energética y modernización del
servicio de alumbrado público municipal de Veracruz,
Veracruz.**

APARTADO 8

ESTIMACIONES DE INVERSIÓN Y APORTACIONES