

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**



**"ESTUDIO SOBRE LA FACTIBILIDAD DE LA INSTALACIÓN DE LUCES
LED EN EL ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL
DUEÑAS, DEL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ COMO
ALTERNATIVA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA "**

ING. KEVIN FRANCISCO HERNÁNDEZ RAMÍREZ

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**



**"ESTUDIO SOBRE LA FACTIBILIDAD DE LA INSTALACIÓN DE LUCES
LED EN EL ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL
DUEÑAS, DEL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ COMO
ALTERNATIVA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA"**

Informe final de tesis para la obtención del Grado de Maestro en Ciencias, con base en el Normativo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, en el punto séptimo inciso 7.2 del acta 5-2005 de la sesión celebrada el veintidós de febrero de 2005, actualizado y aprobado por Junta Directiva en el numeral 6.1 punto SEXTO del acta 15-2009 de la sesión celebrada 14 de julio de 2009.

**Asesor
MSc. Ing. Ricardo Girón**

**Autor:
ING. Kevin Francisco Hernández Ramírez**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

Decano: Lic. Luis Antonio Suárez Roldán
Secretario: Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal I: Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
Vocal II: MSc. Byron Giovanni Mejía Victorio
Vocal III: Vacante
Vocal IV: P.C. Marlon Geovani Aquino Abdalla
Vocal V: P.C. Carlos Roberto Turcios Pérez

JURADO EXAMINADOR QUE PRACTICÓ
EL EXAMEN GENERAL DE TESIS SEGÚN
EL ACTA CORRESPONDIENTE

Presidente: MSc. José Ramón Lam Ortíz
Secretario: Dr. Edelberto Cifuentes Medina
Vocal I: MSc. Julio Otoniel Roca Morales

ACTA/EP No. 0317

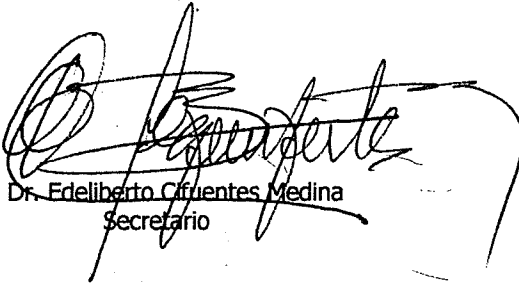
ACTA No. 83-2017

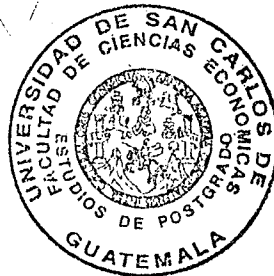
En el Salón No. 3 del Edificio S-11 de la Escuela de Estudios de Postgrado, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, nos reunimos los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el **23 de octubre** de 2017, a las **18:00** horas para practicar el **EXAMEN GENERAL DE TESIS** del Ingeniero Electrónico **Kevin Francisco Hernández Ramírez**, carné No. **100024038**, estudiante de la Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de Maestro en Formulación y Evaluación de Proyectos. El examen se realizó de acuerdo con el normativo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas en el numeral 6.1, Punto SEXTO del Acta 15-2009 de la sesión celebrada el 14 de julio de 2009.-----

Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido científico profesional del informe final presentado por el sustentante, denominado "**ESTUDIO SOBRE LA FACTIBILIDAD DE LA INSTALACIÓN DE LUCES LED EN EL ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL DUEÑAS, DEL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ COMO ALTERNATIVA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**", dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. El examen fue **APROBADO** con una nota promedio de **83** puntos; obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante del jurado examinador. El Tribunal hace las siguientes recomendaciones: Que el sustentante incorpore las enmiendas señaladas dentro de los 15 días hábiles siguientes.


En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los veintitrés días del mes de octubre del año dos mil diecisiete.


MSc. José Ramón Lam Ortiz
Presidente


Dr. Edelberto Cifuentes Medina
Secretario




MSc. Julio Otener Rosa Morales
Vocal I


Ing. Kevin Francisco Hernández Ramírez
Postulante

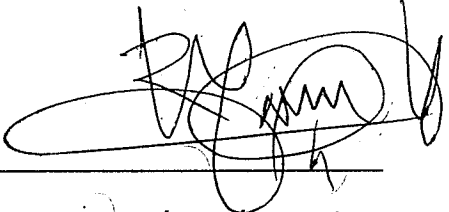


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

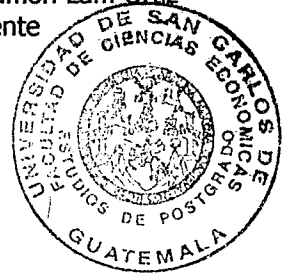
ADENDUM

El infrascrito Presidente del Jurado Examinador CERTIFICA que el estudiante Kevin Francisco Hernández Ramírez, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro examinador del Jurado.

Guatemala, 7 de noviembre de 2017.

(f) 

MSc. José Ramon Lam Ortiz
Presidente



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA



FACULTAD DE CIENCIAS
ECONOMICAS
EDIFICIO S-8
Ciudad Universitaria zona 12
GUATEMALA, CENTROAMERICA

**DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
GUATEMALA, QUINCE DE NOVIEMBRE DE DOS MIL DIECISIETE.**

Con base en el Punto QUINTO, inciso 5.1 subinciso 5.1.2 del Acta 20-2017 de la sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad el 13 de noviembre de 2017, se conoció el Acta Escuela de Estudios de Postgrado No. 83-2017 de aprobación del Examen Privado de Tesis, de fecha 23 de octubre de 2017 y el trabajo de Tesis de Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos: “ESTUDIO SOBRE LA FACTIBILIDAD DE LA INSTALACIÓN DE LUCES LED EN EL ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL DUEÑAS, DEL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ COMO ALTERNATIVA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA”, que para su graduación profesional presentó el Ingeniero Electrónico **KEVIN FRANCISCO HERNÁNDEZ RAMÍREZ**, autorizándose su impresión.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES
SECRETARIO



LIC. LUIS ANTONIO SUÁREZ ROLDÁN
DECANO



M.CH

ACTO QUE DEDICO

A Dios	Por ser mi fuente de Sabiduría, paz, amor y guía incondicional para fortalecer mi espíritu y cuerpo.
A mi esposa	Mónica Venegas, por su amor, comprensión y ayuda durante todo el tiempo que llevamos juntos
A mi hija	Luciana Valentina por su amor y cariño que hacen que cada día me levante con ganas de trabajar para darle un mejor futuro con mi ejemplo y sobre todo por el tiempo que le robé.
A mis padres	Por su apoyo incondicional, amor, soporte y todo lo que han hecho por mí y mi familia siempre
A mi hermano	Por su amor incondicional y apoyo para mí y mi familia
A mis abuelos (Paternos y maternos)	Por su trabajo y ejemplo que permitió a mis padres y por ende a mí a saber que el éxito llega después del trabajo.
A mis suegros	Por su apoyo y amor hacia mí y mi familia.
A mis familiares	Por su apoyo incondicional y en especial a Oswaldo por todo el material brindado para la realización de este trabajo
A mis amigos y compañeros	Por su amistad, por las conversaciones y por su apoyo durante toda mi carrera
La municipalidad de San Miguel Dueñas	Por brindarme la información necesaria para completar este trabajo
A la Universidad de San Carlos de Guatemala	Casa máxima de estudios, a quien debo mi formación Universitaria, por darme la oportunidad de obtener un título a nivel de Postgrado.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO	i
INTRODUCCIÓN.....	iv
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Eficiencia energética	1
1.2. Sistemas de Iluminación.....	1
1.2.1. Estudio luminotécnico	3
1.2.2. Software DiaLux.....	3
1.3. Alumbrado público	4
1.3.1. Tipos de lámparas	5
1.3.2. Características cualitativas de un sistema de alumbrado público a tomar en cuenta en el proyecto.....	8
1.3.3. Características cuantitativas de un sistema de alumbrado público a tomar en cuenta en el proyecto.....	11
1.3.4. Arbitrio municipal	12
1.3.5. Mantenimiento correctivo del alumbrado público	13
1.3.6. Mantenimiento preventivo del alumbrado público	14
1.4. Tarifas eléctricas en Guatemala	14
1.5. Análisis de escenario con proyecto y sin proyecto	15

1.6. Estadística y métodos cuantitativos.....	15
1.6.1. Series de tiempo.....	16
1.6.2. Métodos de pronósticos.....	16
1.7. Conceptos financieros.....	18
2. MARCO LÓGICO Y OPERATIVO.....	21
2.1. Delimitación del problema.....	21
2.2. Justificación de la investigación.....	22
2.3. Objetivos de la investigación.....	25
2.3.1. Objetivo general.....	25
2.3.2. Objetivos específicos.....	25
2.4. Hipótesis.....	25
2.5. Estado de la situación.....	26
3. MÉTODO UTILIZADO.....	27
4. CAPÍTULO 1: ASPECTOS DE MERCADO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL DUEÑAS, DEL DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ	
30	
4.1. Usuarios del servicio de alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez.....	30
4.1.1. Definición de los usuarios del sistema de alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez.....	30

4.1.2. Segmentación de los usuarios del sistema de alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez.....	31
4.2. Servicio de alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez.....	32
4.2.1. Definición del servicio de alumbrado público de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez	32
4.2.2. Características cualitativas del sistema de alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez en un escenario con y sin proyecto	32
4.2.3. Características cuantitativas del sistema de alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez en un escenario con y sin proyecto	36
4.3. Proyección de instalación de lámparas con y sin proyecto	55
4.4. Precios de la energía eléctrica	55
4.5. Mercado proveedor de luces led	60
4.5.1. Empresas que ofrecen lámparas de alumbrado público led	60
4.5.2. Costos de las luces led	60
4.5.3. Características de las luces led ofrecidas	61
5. CAPÍTULO 2: ESTUDIO TÉCNICO DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL DUEÑAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ	63
5.1. Localización	63
5.1.1. Macro-localización	63

5.1.2. Micro-localización	66
5.2. Tamaño.....	69
5.2.1. Cantidad de lámparas con y sin proyecto por sub-región	69
5.3. Estudio luminotécnico del alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez en los escenarios sin y con proyecto ..	70
5.4. Procesos del proyecto	76
5.4.1. Proceso de instalación del proyecto	76
5.4.2. Proceso de operación con y sin proyecto	79
5.5. Costos	81
5.5.1. Costos de instalación del proyecto	82
5.5.2. Costos de operación con y sin proyecto	84
6. CAPÍTULO 3: ESTUDIO ADMINISTRATIVO-LEGAL DE ALUMBRADO PÚBLICO LED DE SAN MIGUEL DUEÑAS.....	86
6.1. Propuesta de actividades para instalación y operación del proyecto	86
6.1.1. Instalación del proyecto	86
6.1.2. Operación del proyecto	91
6.2. Personal humano necesario para instalar y operar el proyecto.....	95
6.2.1. Organigrama de la municipalidad de San Miguel Dueñas	95
6.2.2. Personal necesario para instalación del proyecto.....	96

6.2.3.	Personal necesario para operar el proyecto	98
6.3.	<i>Tiempo de instalación del proyecto.....</i>	98
6.4.	<i>Leyes que impacten al proyecto</i>	100
6.4.1.	Artículos de la Constitución política de la República de Guatemala para determinar la factibilidad del proyecto.....	100
6.4.2.	Artículos del código municipal para determinar la factibilidad del proyecto	101
6.4.3.	Artículos de la ley de contrataciones del estado para verificar la factibilidad del proyecto	103
6.4.4.	Artículos de la ley de protección y mejoramiento del medio ambiente que impacten al proyecto para su factibilidad	106
6.4.5.	Artículos de la ley del impuesto sobre la renta	107
6.4.6.	Artículos de referencia de las leyes	108
7.	CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE ALUMBRADO PÚBLICO LED DE SAN MIGUEL DUEÑAS DEL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ.....	109
7.1.	<i>Descripción de factores abióticos impactados por el proyecto del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez.....</i>	109
7.1.1.	Suelo.....	109
7.1.2.	Clima.....	109
7.1.3.	Calidad del aire	110

7.2. Descripción de factores bióticos impactados por el proyecto del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez.....	110
7.2.1. Flora.....	110
7.2.2. Fauna.....	111
7.3. Descripción de factores socioeconómicos y culturales impactados por el municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez.....	111
7.3.1. Tamaño de la población.....	111
7.3.2. Actividades económicas	112
7.3.3. Servicio de alcantarillado	113
7.3.4. Servicio de recolección de basura	113
7.3.5. Servicio de alumbrado público	114
7.3.6. Áreas socialmente vulnerables	114
7.4. Identificación de Impactos ambientales del proyecto.....	114
7.5. Mitigación de impactos ambientales	116
8. CAPÍTULO 5: ESTUDIO FINANCIERO DE ALUMBRADO PÚBLICO LED DE SAN MIGUEL DUEÑAS	118
8.1. Escenario sin proyecto	118
8.1.1. Inversión escenario sin proyecto.....	118
8.1.2. Financiamiento del escenario sin proyecto	122
8.1.3. Estados financieros del escenario sin proyecto	122

8.2. Escenario con proyecto no. 1	130
8.2.1. Inversión escenario 1 con proyecto (Cambio de lámparas únicamente)..	130
8.2.2. Financiamiento del escenario con proyecto no. 1	131
8.2.3. Estados financieros del escenario con proyecto no. 1	132
8.3. Escenario con proyecto no. 2	137
8.3.1. Inversión escenario 2 con proyecto (Instalación de nuevas lámparas led y expansión del servicio para cumplir con requerimientos de iluminación).....	137
8.3.2. Financiamiento del escenario con proyecto no. 2	139
8.3.3. Estados financieros del escenario con proyecto no. 2	139
8.4. Tasa de rendimiento mínima aceptada (TREMA)	144
8.5. Indicadores financieros	146
8.5.1. Indicadores financieros sin proyecto	146
8.5.2. Indicadores financieros con proyecto escenario 1 (cambio de lámparas únicamente)	148
8.5.3. Indicadores financieros con proyecto escenario 2 (cambio de lámparas e instalación de nuevas luminarias)	151
8.6. Análisis de sensibilidad	154
8.6.1. Análisis de sensibilidad escenario sin proyecto	154
8.6.2. Análisis de sensibilidad escenario con proyecto no. 1	158
8.6.3. Análisis de sensibilidad escenario con proyecto no. 2	162

9. Conclusiones..... 166

10. Recomendaciones 168

11. Fuentes de la Información digitales 169

12. Fuentes de la información físicas..... 175

13. Apéndice 178

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de problemas	22
Figura 2. Precios de energía eléctrica para tarifa social en distribuidora EEGSA (Q/KWH) 2012-2016	56
Figura 3. Precios de energía eléctrica para la tarifa no social en distribuidora EEGSA (Q/KWH) 2012-2016.....	57
Figura 4. Precio de energía eléctrica para la tarifa de alumbrado público en distribuidora EEGSA (Q/KWH) 2012-2016.....	57
Figura 5. Proyección de precios tarifa social EEGSA Q/KWH 2016-2026.....	58
Figura 6. Proyección de precios tarifa no social EEGSA Q/KWH 2016-2026.....	59
Figura 7. Proyección de los precios para tarifa de alumbrado público EEGSA Q/KWH 2016-2026	59
Figura 8. Mapa de Guatemala del 2012, resaltado departamento de Sacatepéquez	64
Figura 9. Mapa de Sacatepéquez del 2012, resaltando el municipio de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez	65
Figura 10. Mapa del municipio de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez en 2015...	68
Figura 11. División de sub-regiones del municipio de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez para proyecto cambio de luces de alumbrado público por LED.....	69
Figura 12. Lámpara Philips BGP627 OFR1	71
Figura 13. Lámpara BGP214 DM	71
Figura 14. Lámpara BGP333 T25 DM	72

Figura 15. Lámpara BGP323 T35 DM	72
Figura 16. Lámpara BGP213 DM	72
Figura 17. Lámpara BGP303 DM	73
Figura 18. Lámpara BGP203 DM10 (Tipo 1)	73
Figura 19. Proceso de instalación de un proyecto tecnológico.....	77
Figura 20. Proceso de mantenimiento correctivo propuesto para el alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez	79
Figura 21. Proceso de mantenimiento preventivo propuesto para el alumbrado público de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez	80
Figura 22. Proceso de manejo de bodega de repuestos, para operación del proyecto de alumbrado público en San Miguel Dueñas, Sacatepéquez	81
Figura 23. Sugerencia de plan de mantenimiento correctivo para un año calendario para el alumbrado público del Municipio.....	93
Figura 24. Organigrama municipalidad de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez....	96
Figura 25. Cronograma de actividades para el proyecto	99
Figura 26. Tasa de inflación anual de Guatemala del año 2010 al 2016.....	144
Figura 27. Proyección de la tasa de inflación anual de Guatemala año 1 al 10 ..	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de vías y de iluminación en las diferentes zonas del Municipio definidas para el proyecto.....	34
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Tabla 2 Características cuantitativas similares en todos los escenarios del estudio	37
Tabla 3 Proyección de consumo de energía eléctrica total en MM KWH de usuarios de EEGSA 2016-2026	39
Tabla 4 Proyección de consumo de energía eléctrica de EEGSA en MM KWH, porcentaje de consumo de los usuarios del Municipio con respecto del total de EEGSA y el consumo de los usuarios del Municipio en MM KWH 2016-2026	40
Tabla 5 Proyección de consumo de energía eléctrica total, de tarifa social y no social de los usuarios del Municipio en MM KWH 2016-2026	40
Tabla 6 Niveles de iluminación actuales en carreteras del Municipio	41
Tabla 7 Niveles de iluminación actuales en el casco urbano del Municipio	42
Tabla 8 Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un escenario sin proyecto y para un mes de 28 días en KWH	43
Tabla 9 Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un escenario sin proyecto y para un mes de 29 días en KWH	43
Tabla 10 Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un escenario sin proyecto y para un mes de 30 días en KWH	43
Tabla 11 Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un escenario sin proyecto y para un mes de 31 días en KWH	44
Tabla 12 Consumo energético del sistema en escenario sin proyecto para un año no bisiesto en KWH	44
Tabla 13 Consumo energético del sistema en escenario sin proyecto para un año bisiesto en KWH	45

Tabla 14 Niveles de iluminación en el escenario con proyecto no. 1 en las carreteras del Municipio	47
Tabla 15 Niveles de iluminación en el escenario con proyecto no. 1 en el casco urbano del Municipio.....	47
Tabla 16 Niveles de iluminación en el escenario con proyecto no. 2 en el casco urbano del Municipio.....	48
Tabla 17 Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un escenario con proyecto no. 1 y para un mes de 28 días en KWH	49
Tabla 18 Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un escenario con proyecto no. 1 y para un mes de 29 días en KWH	50
Tabla 19 Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un escenario con proyecto no. 1 y para un mes de 30 días en KWH	50
Tabla 20 Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un escenario con proyecto no. 1 y para un mes de 31 días en KWH	50
Tabla 21 Consumo energético del sistema en escenario con proyecto no. 1 para un año no bisiesto en KWH	51
Tabla 22 Consumo energético del sistema en escenario con proyecto no. 1 para un año bisiesto en KWH	51
Tabla 23 Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un escenario con proyecto no. 2 y para un mes de 28 días en KWH	52
Tabla 24 Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un escenario con proyecto no. 2 y para un mes de 29 días en KWH	52

Tabla 25 Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un escenario con proyecto no. 2 y para un mes de 30 días en KWH	52
Tabla 26 Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un escenario con proyecto no. 2 y para un mes de 31 días en KWH	53
Tabla 27 Consumo energético del sistema en escenario con proyecto no. 2 para un año no bisiesto en KWH	53
Tabla 28 Consumo energético del sistema en escenario con proyecto no. 1 para un año bisiesto en KWH	54
Tabla 29 Características cuantitativas: distancia entre postes y altura del alumbrado público del Municipio en m, para el escenario con proyecto no. 2.....	55
Tabla 30 Precios en Q de lámparas LED de alumbrado público (diferentes marcas y diferentes consumos)	61
Tabla 31 Distribución territorial del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez.....	66
Tabla 32 Distribución geográfica del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez para proyecto de cambio de alumbrado público	67
Tabla 33 Cantidad de lámparas por sub-región en escenario sin proyecto, con proyecto no. 1 y con proyecto no. 2 del Municipio	70
Tabla 34 Tabla comparativa de lámparas a instalar por zona en los escenarios con proyecto para el Municipio.....	74
Tabla 35 Distancias promedio entre los postes y alturas propuestas para los postes en m para escenario con proyecto no. 2	75
Tabla 36 Cantidad de postes a instalar en el escenario con proyecto no. 2.....	76

Tabla 37 Costos de instalación para el escenario con proyecto no. 1 Cifras en Q.....	82
Tabla 38 Costos de instalación para escenario con proyecto no. 2 Cifras en Q.....	83
Tabla 39 Personal encargado de parte de la Municipalidad para cada fase del proyecto y áreas involucradas	97
Tabla 40 Distribución cobertura forestal del Municipio, con porcentaje de cobertura y kilómetros cuadrados	111
Tabla 41 No. de personas por actividad económica en el Municipio.....	112
Tabla 42 Producción agrícola en quintales, número de manzanas utilizadas por tipo de producto y la producción en quintales por manzana de cada producto, del Municipio.	113
Tabla 43 Impactos ambientales en factores abióticos del proyecto.....	114
Tabla 44 Impactos ambientales en factores bióticos y socioeconómicos del proyecto	115
Tabla 45 Plan de mitigación que se puede implementar para el proyecto	116
Tabla 46 Inversión fija inicial para el escenario sin proyecto del proyecto cifras en Q.	119
Tabla 47 Inversión corriente inicial para el escenario sin proyecto del proyecto cifras en Q.....	119
Tabla 48 Cálculo de costo unitario del ítem de lámparas instaladas de la tabla no. 48 cifras en Q	120
Tabla 49 Proyección de salario mínimo del año 1 al 10 del proyecto, utilizando el método de tendencia exponencial.....	120
Tabla 50 Inversión fija del escenario sin proyecto para el año 6	121

Tabla 51 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa social del año 1 del sistema de alumbrado público del Municipio.....	123
Tabla 52 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa no social del año 1 del sistema de alumbrado público del Municipio.....	123
Tabla 53 Ventas tarifa social, tarifa no social y total del año 1 al 10 del alumbrado público del Municipio.....	124
Tabla 54 Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación mensuales cifras en Q del escenario sin proyecto	125
Tabla 55 Total de costos de operación del alumbrado público del municipio escenario sin proyecto.....	125
Tabla 56 Cálculo de depreciaciones de activos del proyecto de la Municipalidad en el escenario sin proyecto años 1 al 5	126
Tabla 57 Cálculo de depreciaciones de activos del proyecto de la Municipalidad en el escenario sin proyecto años 6 al 10	126
Tabla 58 Gastos de administración del año 1, para el escenario sin proyecto del alumbrado público del Municipio	127
Tabla 59 Gastos de operación por repuestos del escenario sin proyecto año 1 del alumbrado público del Municipio	127
Tabla 60 Inversión fija para escenario con proyecto no. 1, de alumbrado público del Municipio	130

Tabla 61 Inversión corriente para escenario con proyecto no. 1, de alumbrado público del Municipio	131
Tabla 62 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 1, escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q	132
Tabla 63 Total de costos de operación del alumbrado público del Municipio años 1 al 10 escenario con proyecto no. 1.....	133
Tabla 64 Cálculo de activos depreciables del escenario con proyecto no. 1 del alumbrado público del Municipio años 1 al 5.....	133
Tabla 65 Cálculo de activos amortizables del escenario con proyecto no. 1 del alumbrado público del Municipio años 1 al 5.....	134
Tabla 66 Total de gastos de administración del año 1, para el escenario con proyecto no. 1 del alumbrado público del Municipio.....	134
Tabla 67 Gastos de operación por repuestos, escenario con proyecto no. 1 del sistema de alumbrado público del Municipio	135
Tabla 68 Inversión corriente para escenario con proyecto no. 2 del alumbrado público del Municipio	137
Tabla 69 Inversión fija para escenario con proyecto no. 2 del alumbrado público del Municipio	138
Tabla 70 Cálculo de costo unitario del ítem de lámparas instaladas de la tabla no. 69 cifras en Q	138
Tabla 71 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 1, escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q	139

Tabla 72 Total de costos por consumo de alumbrado público del municipio del año 1 al 10 escenario con proyecto no. 2.....	140
Tabla 73 Cálculo de depreciaciones de escenario con proyecto no. 2.....	140
Tabla 74 Total de gastos de administración y depreciaciones del año 1, para el escenario con proyecto no. 2 del sistema.....	141
Tabla 75 Total de gastos de operación por repuestos para el escenario con proyecto no. 2 del sistema	141
Tabla 76 Flujo de fondos neto del escenario sin proyecto años 1 al 5	146
Tabla 77 Flujo de fondos neto del escenario sin proyecto años 6 al 10	146
Tabla 78 Flujo de fondos actualizados del escenario sin proyecto años 1 al 5	147
Tabla 79 Flujo de fondos actualizados del escenario sin proyecto, años 1 al 10	147
Tabla 80 Indicadores financieros para el escenario sin proyecto, análisis a 5 años.....	148
Tabla 81 Indicadores financieros para el escenario sin proyecto, análisis a 10 años...	148
Tabla 82 Flujo de fondos neto del escenario con proyecto no. 1 años 1 al 5	149
Tabla 83 Flujo de fondos neto del escenario con proyecto no. 1 años 6 al 10	149
Tabla 84 Flujo de fondos actualizado escenario con proyecto no. 1 años 1 al 5.....	149
Tabla 85 Flujo de fondos actualizado escenario con proyecto no. 1 años 1 al 10.....	150
Tabla 86 Indicadores financieros escenario con proyecto no. 1, análisis a 5 años	150
Tabla 87 Indicadores financieros escenario con proyecto no. 1, análisis a 10 años	150
Tabla 88 Flujo de fondos neto escenario con proyecto no. 2, años 1 al 5.....	151

Tabla 89 Flujo de fondos neto escenario con proyecto no. 2, años 6 al 10.....	151
Tabla 90 Flujo de fondos actualizados del escenario con proyecto no. 2 años 1 al 5 ..	152
Tabla 91 Flujo de fondos actualizados del escenario con proyecto no. 2 años 1 al 10	152
Tabla 92 Indicadores financieros del escenario con proyecto no. 2, análisis a 5 años.	152
Tabla 93 Indicadores financieros del escenario con proyecto no. 2, análisis a 10 años.....	153
Tabla 94 Comparación de los indicadores financieros de los tres escenarios propuestos para el proyecto análisis a 5 años	153
Tabla 95 Comparación de los indicadores financieros de los tres escenarios propuestos para el proyecto análisis a 10 años	153
Tabla 96 Flujo de fondos, egresos e ingresos que igualan el VAN a 0, en el escenario sin proyecto en un análisis a 10 años, dejando los egresos originales del flujo de fondos neto	155
Tabla 97 Cálculo de análisis de sensibilidad para la tarifa social que igualen el VAN a 0, en el escenario sin proyecto para un análisis a 10 años	155
Tabla 98 Cálculo de análisis de sensibilidad para el consumo de los usuarios de energía eléctrica del Municipio que están en la tarifa social y que igualen el VAN a 0, en el escenario sin proyecto para un análisis a 10 años	156
Tabla 99 Cálculo de análisis de sensibilidad para la tasa de arbitrio municipal del Municipio que igualen el VAN a 0, en el escenario sin proyecto para un análisis a 10 años	156

Tabla 100 Flujo de fondos, egresos e ingresos que igualen el VAN a 0, en el escenario sin proyecto en un análisis a 10 años, dejando los ingresos originales del flujo de fondos neto	157
Tabla 101 Cálculo de análisis de sensibilidad para la tarifa de alumbrado público que iguale el VAN a 0 en el escenario sin proyecto para un análisis a 10 años.....	158
Tabla 102 Flujo de fondos, egresos e ingresos que igualan el VAN a 0, en el escenario con proyecto no. 1 en un análisis a 10 años, dejando los egresos originales del flujo de fondos neto.....	159
Tabla 103 Flujo de fondos, egresos e ingresos que igualan el VAN a 0, en el escenario sin proyecto en un análisis a 10 años, dejando los ingresos originales del flujo de fondos neto	159
Tabla 104 Cálculo de análisis de sensibilidad para la tarifa social que iguala el VAN a 0, en el escenario con proyecto no. 1 para un análisis a 10 años	160
Tabla 105 Cálculo de análisis de sensibilidad para el consumo de los usuarios de energía eléctrica del Municipio que están en la tarifa social y que iguala el VAN a 0, en el escenario con proyecto no. 1 para un análisis a 10 años	160
Tabla 106 Cálculo de análisis de sensibilidad para la tasa de arbitrio municipal del Municipio que iguala el VAN a 0, en el escenario con proyecto no. 1 para un análisis a 10 años.....	161
Tabla 107 Cálculo de análisis de sensibilidad para la tarifa de alumbrado público que iguala el VAN a 0, en el escenario con proyecto no. 1 para un análisis a 10 años.....	162
Tabla 108 Flujo de fondos, egresos e ingresos que iguala el VAN a 0, en el escenario con proyecto no. 2 en un análisis a 10 años, dejando los egresos originales del flujo de fondos neto	163

Tabla 109 Cálculo de análisis de sensibilidad para la tarifa social que iguala el VAN a 0 en el escenario con proyecto no. 2 para un análisis a 10 años	163
Tabla 110 Cálculo de análisis de sensibilidad para el consumo de los usuarios de energía eléctrica del Municipio que están en la tarifa social y que iguala el VAN a 0, en el escenario con proyecto no. 2 para un análisis a 10 años	164
Tabla 111 Cálculo de análisis de sensibilidad para la tarifa no social que iguala el VAN a 0, en el escenario con proyecto no. 2 para un análisis a 10 años	164
Tabla 112 Cálculo de análisis de sensibilidad para el consumo de los usuarios de energía eléctrica del Municipio que están en la tarifa no social y que iguala el VAN a 0, en el escenario con proyecto no. 2 para un análisis a 10 años	165
Tabla 113 Cálculo de análisis de sensibilidad para la tasa de arbitrio municipal del Municipio que iguala el VAN a 0, en el escenario con proyecto no. 2 para un análisis a 10 años.....	165
Tabla 114 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa social del año 2 del sistema de alumbrado público del Municipio.....	178
Tabla 115 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa social del año 3 del sistema de alumbrado público del Municipio.....	178
Tabla 116 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa social del año 4 del sistema de alumbrado público del Municipio.....	179
Tabla 117 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa social del año 5 del sistema de alumbrado público del Municipio.....	179

Tabla 118 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa social del año 6 del sistema de alumbrado público del Municipio.....180

Tabla 119 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa social del año 7 del sistema de alumbrado público del Municipio..... 180

Tabla 120 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa social del año 8 del sistema de alumbrado público del Municipio..... 181

Tabla 121 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa social del año 9 del sistema de alumbrado público del Municipio.....181

Tabla 122 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa social del año 10 del sistema de alumbrado público del Municipio..... 182

Tabla 123 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa no social del año 2 del sistema de alumbrado público del Municipio..... 182

Tabla 124 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa no social del año 3 del sistema de alumbrado público del Municipio..... 183

Tabla 125 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa no social del año 4 del sistema de alumbrado público del Municipio..... 183

Tabla 126 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa no social del año 5 del sistema de alumbrado público del Municipio..... 184

Tabla 127 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa no social del año 6 del sistema de alumbrado público del Municipio..... 184

Tabla 128 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa no social del año 7 del sistema de alumbrado público del Municipio..... 185

Tabla 129 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa no social del año 8 del sistema de alumbrado público del Municipio..... 185

Tabla 130 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa no social del año 9 del sistema de alumbrado público del Municipio..... 186

Tabla 131 Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa no social del año 10 del sistema de alumbrado público del Municipio..... 186

Tabla 132 Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del escenario sin proyecto año 2..... 187

Tabla 133 Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del escenario sin proyecto año 3..... 187

Tabla 134 Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del escenario sin proyecto año 4.....	188
Tabla 135 Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del escenario sin proyecto año 5.....	188
Tabla 136 Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del escenario sin proyecto año 6.....	189
Tabla 137 Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del escenario sin proyecto año 7.....	189
Tabla 138 Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del escenario sin proyecto año 8.....	190
Tabla 139 Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del escenario sin proyecto año 9.....	190
Tabla 140 Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del escenario sin proyecto año 10.....	191
Tabla 141 Gastos de administración del año 2, para el escenario sin proyecto del alumbrado público del Municipio	191
Tabla 142 Gastos de administración del año 3, para el escenario sin proyecto del alumbrado público del Municipio	192

Tabla 143 Gastos de administración del año 4, para el escenario sin proyecto del alumbrado público del Municipio	192
Tabla 144 Gastos de administración del año 5, para el escenario sin proyecto del alumbrado público del Municipio	192
Tabla 145 Gastos de administración del año 6, para el escenario sin proyecto del alumbrado público del Municipio	193
Tabla 146 Gastos de administración del año 7, para el escenario sin proyecto del alumbrado público del Municipio	193
Tabla 147 Gastos de administración del año 8, para el escenario sin proyecto del alumbrado público del Municipio	193
Tabla 148 Gastos de administración del año 9, para el escenario sin proyecto del alumbrado público del Municipio	194
Tabla 149 Gastos de administración del año 10, para el escenario sin proyecto del alumbrado público del Municipio	194
Tabla 150 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 2, escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q	195
Tabla 151 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 3, escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q	195
Tabla 152 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 4, escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q	196
Tabla 153 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 5, escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q	196

Tabla 154 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 6, escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q	197
Tabla 155 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 7, escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q	197
Tabla 156 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 8, escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q	198
Tabla 157 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 9, escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q	198
Tabla 158 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 10, escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q	199
Tabla 159 Total de gastos de administración del año 2, para el escenario con proyecto no. 1 del alumbrado público del Municipio.....	199
Tabla 160 Total de gastos de administración del año 3, para el escenario con proyecto no. 1 del alumbrado público del Municipio.....	200
Tabla 161 Total de gastos de administración del año 4, para el escenario con proyecto no. 1 del alumbrado público del Municipio.....	200
Tabla 162 Total de gastos de administración del año 5, para el escenario con proyecto no. 1 del alumbrado público del Municipio.....	200
Tabla 163 Total de gastos de administración del año 6, para el escenario con proyecto no. 1 del alumbrado público del Municipio.....	201
Tabla 164 Total de gastos de administración del año 7, para el escenario con proyecto no. 1 del alumbrado público del Municipio.....	201

Tabla 165 Total de gastos de administración del año 8, para el escenario con proyecto no. 1 del alumbrado público del Municipio.....	201
Tabla 166 Total de gastos de administración del año 9, para el escenario con proyecto no. 1 del alumbrado público del Municipio.....	202
Tabla 167 Total de gastos de administración del año 10, para el escenario con proyecto no. 1 del alumbrado público del Municipio.....	202
Tabla 168 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 2, escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q	203
Tabla 169 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 3, escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q	203
Tabla 170 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 4, escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q	204
Tabla 171 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 5, escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q	204
Tabla 172 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 6, escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q	205
Tabla 173 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 7, escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q	205
Tabla 174 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 8, escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q	206
Tabla 175 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 9, escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q	206

Tabla 176 Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 10, escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q	207
Tabla 177 Total de gastos de administración y depreciaciones del año 2, para el escenario con proyecto no. 2 del sistema	207
Tabla 178 Total de gastos de administración y depreciaciones del año 3, para el escenario con proyecto no. 2 del sistema	208
Tabla 179 Total de gastos de administración y depreciaciones del año 4, para el escenario con proyecto no. 2 del sistema	208
Tabla 180 Total de gastos de administración y depreciaciones del año 5, para el escenario con proyecto no. 2 del sistema	208
Tabla 181 Total de gastos de administración y depreciaciones del año 6, para el escenario con proyecto no. 2 del sistema	209
Tabla 182 Total de gastos de administración y depreciaciones del año 7, para el escenario con proyecto no. 2 del sistema	209
Tabla 183 Total de gastos de administración y depreciaciones del año 8, para el escenario con proyecto no. 2 del sistema	209
Tabla 184 Total de gastos de administración y depreciaciones del año 9, para el escenario con proyecto no. 2 del sistema	210
Tabla 185 Total de gastos de administración y depreciaciones del año 10, para el escenario con proyecto no. 2 del sistema.....	210

LISTA DE ACRÓNIMOS

B1: clasificación de vía

Cd/m²: candela sobre metro cuadrado

CIE: Comisión internacional de iluminación por sus siglas en francés

CNEE: comisión nacional de energía eléctrica

Dialux: programa para hacer estudios luminotécnicos

E1: clasificación de vía

EGGSA: empresa de distribución eléctrica de Guatemala

Em: iluminancia media

E_{min}, semicil: iluminancia mínima semicircular

E_{min}: iluminancia mínima

ENERGUATE: empresa de distribución eléctrica de Guatemala

INE: instituto nacional de estadística

ISR: impuesto sobre la renta

IVA: impuesto al valor agregado

Km/s: kilómetros por segundo

km: kilómetro

KWH: Kilowatt hora

LED: Diodo emisor de luz por sus siglas en inglés

Lm: luminancia media

Lx: luxes

m: metro

M: miles

M5: tipo de alumbrado según la vía

ME4b: tipo de alumbrado según la vía

MEM: ministerio de energía y minas

MM: millones

nm: nanómetros

OPM: oficina de planificación municipal

POA: plan operativo anual

Q/KWH: pago de quetzales por kilowatt hora consumido

Q: quetzal que es la moneda de Guatemala

Q1: primer trimestre del año

Q2: segundo trimestre del año

Q3: tercer trimestre del año

Q4: cuarto trimestre del año

R B/C: relación beneficio/costo

S3: tipo de alumbrado según la vía

S4: tipo de alumbrado según la vía

S5: tipo de alumbrado según la vía

SEGEPLAN: secretaría de planificación y programación

Software: programas informáticos

SR: relación de entorno

TI: deslumbramiento perturbador

TIR: tasa interna de retorno

TREMA: tasa de retorno mínima aceptada

U0: uniformidad global

U1: uniformidad longitudinal de la luminancia

VAN: valor actual neto

VM: lámpara de vapor de mercurio

VS: lámpara de vapor de sodio

W: watt

RESUMEN EJECUTIVO

El problema planteado para este estudio se centra en la ineficiencia energética en el alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez, que tiene como principales causas: los altos consumos de energía, la iluminación deficiente de acuerdo con estándares internacionales y el corto tiempo de vida de las luminarias.

El método planteado para el desarrollo del siguiente documento es el método científico propuesto por Arias Galicia (Prezi, 2016) el cuál consta de seis etapas: planteamiento del problema, planeación del trabajo, recopilación de la información, procesamiento de la información, explicación de la interpretación, comunicación de resultados y resolución del problema.

Una vez definida la metodología y el problema se planteó como objetivo general verificar la factibilidad de instalar el alumbrado público con luces LED (diodo emisor de luz por sus siglas en inglés) en el municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez, para lograr eficiencia energética en el sistema. Para el efecto se propusieron siete objetivos específicos.

El primer objetivo se basó en analizar las características de mercado con y sin proyecto, siendo las más importantes: tipo de lámparas, tiempo de vida de las lámparas y el consumo de energía del sistema de alumbrado público.

El resultado del estudio de mercado presentó: en el escenario sin proyecto se utilizan 544 lámparas de vapor de sodio con tiempo de vida de 25.0M horas generando un consumo total de 545.0M KWH anuales; en el escenario con proyecto se basa en la sustitución de las 544 lámparas de sodio por LED con tiempo de vida de 50.0M horas generando un consumo de 255.4M KWH anuales. Este escenario mejora considerablemente las condiciones del escenario sin proyecto.

El segundo objetivo específico era estudiar las características técnicas del alumbrado público actual y del propuesto con luces LED y hacer una evaluación sobre las mejoras en cuanto a eficiencia energética y ahorro en costos de energía eléctrica del sistema.

El resultado del estudio técnico fue: el escenario sin proyecto no cumple con los requerimientos de iluminación establecidos por la CIE en el casco urbano, pero si los cumple en las carreteras y es el que consume más energía y que tiene menos ahorros; el escenario con proyecto tiene los mismos resultados de iluminación en el casco urbano y en las carreteras, pero consume la mitad de energía que en el escenario anterior y por lo tanto existe ahorro en la operación del sistema.

El tercer objetivo específico se centraba en cuantificar costos de instalación, mantenimiento del proyecto y los ahorros que se tendrían si se instalase este proyecto.

El resultado fue el siguiente: para realizar el proyecto se necesita invertir un monto de Q2.62MM que equivalen al 11% del presupuesto municipal y los costos de mantenimiento suman Q472.2M que equivalen a un 70.8% de los costos de mantenimiento del escenario sin proyecto.

El cuarto objetivo específico buscaba definir los tiempos y los recursos que demandarían la instalación y operación del proyecto.

En base al estudio realizado en el capítulo 3, el proyecto se instalaría en un máximo de 6 meses y las personas/grupos de la Municipalidad involucradas en la instalación son la OPM y el supervisor de obras, además necesitan contratar a un asesor técnico experto y a la empresa que realizará la instalación de las lámparas. En la operación, las personas encargadas son las que designe el alcalde del grupo de servicios municipales.

El quinto objetivo específico era estudiar los aspectos legales a tomar en cuenta en el proyecto, siendo los más importantes los siguientes: toda compra realizada por la Municipalidad debe de cumplir con la Ley de contrataciones del estado; el proyecto se debe tomar en cuenta como parte del presupuesto; el costo del proyecto debe de estar

dentro de la realidad financiera de la Municipalidad; el Concejo Municipal debe aprobar dicho proyecto en la presentación del presupuesto; y la Municipalidad está libre de impuestos.

El sexto objetivo específico era identificar los impactos ambientales del proyecto. Se logró constatar luego de la investigación, que los impactos son la contaminación lumínica y la atracción de algunos insectos como las moscas, siendo considerados por el ministerio de ambiente, como de bajo impacto ambiental.

El séptimo objetivo específico era verificar la parte financiera del proyecto por medio de indicadores verificables que son: VAN, TIR, R B/C, y período de recuperación en un análisis a 5 años con una TREMA de 8%.

Los resultados de este estudio fueron los siguientes: el escenario con proyecto tiene un período de recuperación de 3.78 años; VAN igual a Q0.67MM; TIR igual a 17%; y la R B/C es igual a 1.16.

Con estos hallazgos se puede concluir que el proyecto de instalación de luces led en el alumbrado público de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez, **es factible** para el escenario con proyecto no. 1, ya que se mejoran las condiciones de eficiencia energética que se tendría en el escenario sin proyecto, por lo que se recomienda ejecutar el proyecto.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se basa en el estudio de factibilidad del cambio de luces de iluminación pública por luces LED en el municipio de San Miguel Dueñas, del departamento de Sacatepéquez. Se divide en 3 capítulos preliminares y 5 capítulos centrales del proyecto.

Los capítulos preliminares son: marco teórico, marco lógico y operativo y metodología utilizada. Los capítulos centrales son: aspectos de mercado, estudio técnico, estudio administrativo/legal, estudio de impacto ambiental y estudio financiero.

En el marco teórico se encuentran todos los conceptos que facilitarán al lector a tener una mejor comprensión del documento completo, ya que se definen la iluminación, lámparas, análisis con proyecto y sin proyecto, conceptos estadísticos, indicadores financieros, entre otros.

En el marco lógico y operativo se presenta: la delimitación del problema, justificación, objetivos, planteamiento hipotético y estado de la situación. En la metodología se explica la forma en que se desarrolló la investigación.

En el estudio de mercado se presentan a los usuarios, la forma de segmentarlos, el servicio de alumbrado público como tal, las características cualitativas y cuantitativas en un marco con y sin proyecto, el análisis de precios de la energía eléctrica en el pasado y proyectado hacia el futuro, y un análisis sobre el mercado proveedor en Guatemala.

El estudio técnico presenta la localización del área y el tamaño. Se realizó un estudio luminotécnico con el software Dialux, se detallan los procesos propuestos para la instalación y operación del sistema y los costos estimados para la implementación y operación del proyecto.

El estudio administrativo/legal plasma las actividades a realizar tanto en la instalación como en la operación del proyecto. Se propone y estima el personal humano necesario

para instalar y operar, los tiempos de instalación y los aspectos legales a tomar en cuenta para llevar a cabo el proyecto.

El estudio de impacto ambiental describe los factores abióticos, bióticos, socioeconómicos y culturales que serán impactados por el proyecto, la identificación de los impactos ambientales del proyecto y la mitigación de los mismos.

Finalmente, en el estudio financiero se muestra la inversión requerida, financiamiento, presupuesto de caja, estado de resultados, flujos de fondos, tasa de retorno mínima aceptada (TREMA), indicadores financieros y el análisis de sensibilidad de los tres escenarios presentados en este proyecto.

En la parte final se describen las conclusiones y recomendaciones realizadas por el autor del estudio, acerca de la factibilidad de la realización de este proyecto.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. *Eficiencia energética*

Para definir lo que es eficiencia energética es necesario en primer lugar conceptualizar cada una de las palabras que conforman este término por separado. Por eficiencia Wikipedia (2017), en la referencia bibliográfica digital no. 58 la define como: “conseguir un objetivo con el mínimo de recursos o el menor tiempo” (p.1).

Para este documento, el tipo de energía que se necesita explicar es la energía eléctrica que, según Wikipedia (2017) en la referencia bibliográfica digital no. 59, se define como: “la energía que permite establecer una corriente eléctrica entre dos puntos, esto a través del contacto de los mismos por medio de un conductor eléctrico” (p.1).

Una vez definidos estos conceptos es importante mencionar que la eficiencia energética, dependiendo el contexto, puede tener muchas definiciones. En este documento se refiere a los sistemas de iluminación especialmente al alumbrado público de un municipio en particular. El principal objetivo del sistema de alumbrado público es proveer de luz artificial necesaria en calles y parques del municipio.

Entonces, se entiende por eficiencia energética en un sistema de alumbrado público, el cumplimiento de los niveles de iluminación establecidos en las normas definidas por organismos internacionales, como la comisión internacional de iluminación (CIE), en las calles, parques, lugares públicos, etc., consumiendo la menor cantidad de energía eléctrica posible.

1.2. *Sistemas de Iluminación*

Un sistema de iluminación es un conjunto de dispositivos que ayudan a iluminar un lugar específico por medio de la conversión de energía eléctrica en luz artificial, muy importantes para el ser humano.

Estos sistemas se encuentran en los hogares, empresas, fábricas, calles de los municipios, parques, etc. Para la comprensión de términos utilizados, especialmente en el estudio de mercado y en el estudio técnico, es importante hacer referencia de algunos autores para definir algunos conceptos indispensables.

ENDESA (2017) define los conceptos de la luz de la siguiente manera: "La luz es un conjunto de ondas electromagnéticas sensibles por el ojo humano. La luz viaja a una velocidad de 300,000 kilómetros por segundo (km/s) y se distribuye en las longitudes de onda que van desde 380 nanómetros (nm) a 750 nm" (p.1).

Jiménez (2012), definió el flujo luminoso y la intensidad luminosa de la siguiente manera: "El flujo luminoso es la cantidad de luz emitida por una fuente y es medido en lúmenes. La intensidad luminosa es la que describe la cantidad de luz en una unidad de ángulo sólido, se mide en candelas" (p.5).

La CNEE (2016), en el documento Ahorro y eficiencia energética en iluminación, referencia bibliográfica digital no. 5, define los siguientes conceptos:

"Iluminancia: es una medida de iluminación muy utilizada en centros urbanos y lugares cerrados y se refiere a la densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie, medido en $\text{lux} = \text{lumen}/\text{m}^2$. También es llamado nivel de iluminación y su símbolo es E.

Luminancia: es una medida de iluminación utilizada en las carreteras. Se define como la relación entre intensidad luminosa existente en cierta superficie en la dirección de la visión del ojo. Su símbolo es L y su unidad es candela sobre metro cuadrado (cd/m^2). También es conocido como brillantez" (p.7).

Mientras que Villatoro (2012), definió los siguientes conceptos:

"Uniformidad global de luminancia: es la relación entre luminancia mínima y media de la superficie. Su símbolo es U_0 y no tiene unidad de medida.

Uniformidad longitudinal de luminancias: es la relación entre la luminancia mínima y la máxima en el mismo eje longitudinal de la calzada. Su símbolo es U_1 y no tiene unidad de medida.

Relación entorno: relación entre iluminancia media de la zona situada en el exterior de la calzada y la iluminancia media de la zona adyacente situada sobre la calzada, en ambos lados de los bordes de la misma. Su símbolo es SR y no tiene unidad de medida.

Deslumbramiento perturbador: deslumbramiento que perturba la visión de los objetos sin causar necesariamente una sensación desagradable. Su símbolo es TI y es un porcentaje” (p.8).

1.2.1. Estudio luminotécnico

El estudio luminotécnico se refiere a la forma o el método utilizado para medir los niveles de iluminación o brillantez en un lugar específico, ya sea en el interior de una vivienda o en las calles de un municipio.

La comisión internacional de iluminación (CIE, 2017), se dio a la tarea de definir requisitos mínimos que deben cumplirse para satisfacer las necesidades de salud y bienestar de los individuos que se encuentran en algún lugar. Estos requisitos varían dependiendo si es un lugar cerrado o un lugar público, si es una carretera o un centro urbano, etc.

Existen otros organismos que establecen normativos para definir los requerimientos mínimos, pero los utilizados y en el cual se basa este documento son los de la CIE 140-2000 (CIE, 2017) p. 1-33.

Existen dos formas principales de hacer el estudio luminotécnico: una es manualmente utilizando equipos capaces de medir la iluminancia y la luminancia de los lugares; y la otra es utilizando un programa informático (software) de simulación.

El método utilizando en este documento es la simulación por software, debido al alto costo de los instrumentos necesarios en el estudio manual, y a que el uso del software facilita el simular varios escenarios, que difícilmente pueden ser simulados de forma manual sin que exista una inversión antes.

En la siguiente sub-sección se explica el software implementado, llamado DiaLux.

1.2.2. Software DiaLux

DiaLux es un software gratuito, utilizado por muchos profesionales como arquitectos o ingenieros para realizar diseño, cálculo, medición de los niveles de iluminación y brillantez

en varios ambientes, por ejemplo, espacios simples, niveles completos, edificios, alumbrado público, etc. (DiaLux, 2016) p. 1. En su página web se encuentran videos tutoriales, manuales y cursos de formación para ayudar a los profesionales interesados en aprender a utilizar el software.

Debido a la versatilidad del software, se pueden simular varios escenarios con diferentes características, puesto que permite dibujar calles, ingresar características de lugares que tomar en cuenta para el diseño, por ejemplo, distancia entre lámparas, ancho de las calles, altura de las lámparas, tipos de lámparas, etc. Basado en esto se brinda un resultado de los niveles de iluminancia o luminancia que existen en definido lugar, resaltando el cumplimiento o no de los requisitos de iluminación mínimos definidos por la CIE en la norma 140-2000 (CIE, 2017) p. 1-33.

Para la simulación correcta de los niveles de iluminación, DiaLux utiliza una base de datos con las características de las lámparas, la cual es alimentada por los propios fabricantes de lámparas quienes hacen la actualización necesaria en esta base de datos conforme liberan un producto nuevo o hacen un cambio de las características de los productos que ya existen en el mercado.

Esto es muy útil en el documento, ya que permitió definir un escenario en el cuál se cumplen los requerimientos de iluminación establecidos por CIE, cómo se verá en el estudio de mercado y en el técnico.

1.3. Alumbrado público

Villatoro (2012), define el alumbrado público como: “El alumbrado público es un servicio, proveído normalmente por las municipalidades y que consiste en la iluminación de vías públicas, parques, aceras y espacios de libre circulación que no se encuentran a cargo de una persona individual” (p.3).

Entonces, el alumbrado público se puede definir como un sistema de iluminación que según lo establecen las leyes de Guatemala, es responsabilidad de las municipalidades

la gestión del mismo y su principal objetivo es iluminar las vías públicas, parques, aceras y espacios de libre circulación.

Los sistemas de alumbrado público se componen de los siguientes elementos:

1. Lámparas: son los aparatos que se encargan de convertir la corriente eléctrica en luz artificial.
2. Luminarias: según lo define Villatoro (2012), “son los aparatos destinados a alojar, soportar y proteger las lámparas y sus equipos auxiliares, además de concentrar y dirigir el flujo luminoso” (p.20). Existe diferentes formas de luminarias y por lo general se escogen en base a la lámpara a utilizar en el sistema.
3. Soportes: son los postes y los brazos donde se colocan las luminarias. Pueden existir de varios tipos que son postes de concreto, postes de madera y postes de acero.
4. Equipos auxiliares: se refiere a los equipos necesarios para el correcto funcionamiento de las lámparas y que ayudan en el proceso de encendido y regulación de carga para evitar daños sobre las mismas. Estos pueden ser banco de capacitores, balastos, arrancadores, etc.
5. Sistemas de accionamiento: son sistemas del alumbrado público que controlan el tiempo exacto de encendido y apagado de las lámparas. Según Villatoro (2012), existen 3 métodos que son “sistema piloto, sistema de comando por grupo y sistema de control individual” (p.24).

En las siguientes sub-secciones se definen algunos conceptos que tienen que ver con el alumbrado público y que son necesarios para entender algunas secciones del capítulo de mercado y del técnico.

1.3.1. Tipos de lámparas

En el mercado existen muchos tipos de lámparas, los que se analizarán en el presente documento son tres tipos: vapor de mercurio, vapor de sodio y LED. En las siguientes sub-secciones se muestra la explicación de cada tipo.

1.3.1.1. Vapor de mercurio

La CNEE (2016), en la referencia bibliográfica digital no. 5 indica lo siguiente:

“Las lámparas de Vapor de mercurio pertenecen a la familia de lámparas de alta intensidad de descarga. Para producir la luz, se pasa un arco eléctrico a través del mercurio elemental contenido en la lámpara a presión de vacío. Los átomos de mercurio energizado se vaporizan instantáneamente y producen luz ultravioleta que es absorbida por el recubrimiento del fósforo en polvo en el interior del vidrio cilíndrico de la lámpara, el fósforo en estado excitado emite luz visible.

La cantidad de mercurio puro que contiene una lámpara se gradúa con exactitud, también se incluye gas argón para facilitar la descarga eléctrica. Las lámparas producen una luz verde azulada blanquecina debido a la ausencia de radiaciones rojas que provoca la combinación mercurio argón” (p.23).

Este tipo de lámparas son muy populares en los sistemas de alumbrado público. Tienen la característica de ser poco eficientes, es decir, existe mucha pérdida de energía en la transformación de energía eléctrica en luz artificial y necesitan de un balastro como equipo auxiliar para ser activadas.

El tiempo de vida promedio establecido por los fabricantes de estas lámparas es de 16,000 a 25,000 horas.

1.3.1.2. Vapor de Sodio

La CNEE (2016), en la referencia bibliográfica digital no. 5 indica lo siguiente:

“Estas lámparas funcionan bajo el mismo principio que las de vapor de mercurio, pero varían en sus componentes y geometría. Sus componentes son sodio, mercurio y un gas noble que puede ser argón o xenón. El principal productor de la luz es el sodio, que a diferencia de las lámparas de vapor de mercurio se encuentra en alta presión, el mercurio en este caso es un corrector de color y controlador de voltaje, el xenón es utilizado para iniciar la descarga eléctrica.

Requiere de un período de calentamiento de 3 a 4 minutos para lograr su completa brillantez, si existe una interrupción momentánea el tiempo de reencendido es casi de un minuto” (p.24-25).

Mientras que Villatoro (2012), indica lo siguiente: “Estas lámparas tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible, proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión” (p.16).

Estas lámparas, al igual que las de vapor de mercurio, son muy populares en los sistemas de alumbrado público de Guatemala. Tienen la característica de ser una de las lámparas más eficientes del mercado, a pesar de haber sido creadas hace más de 40 años, únicamente superadas por la nueva tecnología de lámparas, las LED (diodo emisor de luz).

Debido a que las lámparas de vapor de sodio ya llevan mucho tiempo en el mercado, sus precios son relativamente cómodos, lo que ayuda a pensar que ésta es una de las mejores opciones de lámparas para alumbrado público que existen en el mercado. El tiempo de vida promedio, establecido por los fabricantes de estas lámparas es de 16,000 a 25,000 horas.

1.3.1.3. Lámparas LED

Villatoro (2012), indica lo siguiente:

“Luego de la invención de las lámparas de vapor de sodio, se tuvo que esperar 30 años para que saliera a la luz una nueva tecnología novedosa en la iluminación, y las lámparas led son este invento maravilloso y revolucionario.

Esta tecnología permite obtener productos más pequeños, más ligeros, más fríos y más brillantes y de un bajo consumo energético” (p.19).

Mientras que CNEE (2016), en la referencia bibliográfica digital no. 5 indica:

“El led es un dispositivo que permite el flujo de corriente en una sola dirección. Dos materiales conductivos forman un diodo cuando son puestos en contacto. Cuando la electricidad pasa a través de un diodo, los átomos de uno de los materiales son excitados a un mayor nivel. Los átomos en el primer nivel retienen mucha energía y requieren liberarla. Esta energía se libera como electrones al segundo material dentro del chip-reflector. Durante esta liberación se produce la luz. El color de la luz es relativo a los materiales semiconductores utilizados y procesos de elaboración del chip-reflector” (p.29).

Estas lámparas están empezando a tomar auge en los sistemas de alumbrado público de Guatemala, municipalidades como la de Santa Catarina Pinula y Villa Nueva han apostado por este tipo de tecnología, que trae como gran promesa el ser la más eficiente del mercado. Pero su gran desventaja es que, por ser una tecnología relativamente

nueva, la inversión para éstas es alta, lo que lleva a las municipalidades a pensar si el cambio a esta tecnología es factible.

El tiempo de vida promedio establecido por los fabricantes de éstas lámparas es de 40,000 a 50,000 horas.

1.3.2. Características cualitativas de un sistema de alumbrado público a tomar en cuenta en el proyecto

Existen diferentes características para un sistema de alumbrado público, tanto cualitativas como cuantitativas, las cuales ayudarán a realizar el estudio de mercado y técnico adecuado para este proyecto.

A continuación, se definen las características cualitativas que serán tomadas en cuenta en el proyecto:

1. Disposición de las lámparas: es la forma en que se colocan los soportes con las lámparas en las calles. Estas pueden ser:
 - a. Unilateral: que se encuentran en una sola dirección (puede ser donde se ubican las aceras peatonales)
 - b. Bilateral alternada: se refiere a las que se instalan en ambos lados de la calle, alternando la posición
 - c. Bilateral opuesta: se refiere a las que se instalan en ambos lados de la calle, una lámpara frente a la otra.
2. Tipo de tránsito: se refiere al tránsito que pasa por la calle que está en estudio. Pueden ser automóviles, buses, transporte pesado, motocicletas, bicicletas, personas caminando, etc.
3. Velocidades permitidas: son las velocidades máximas permitidas para las calles en estudio. En las carreteras por lo general son mayores que en los centros urbanos y están definidas por las municipalidades y por la Ley de tránsito.
4. Clasificación de las vías: se refiere a las vías en base a la velocidad a la que está

5. permitido transitar y algunas otras características de la vía. En este estudio se encuentran vías tipo B1 y E1.

a. Vías tipo B1: la restricción de velocidad para estas vías se encuentra entre 30 y 60 kilómetros por hora (km/h) y cómo lo indica Villatoro (2012), “pueden ser vías urbanas secundarias que conectan a vías urbanas de tráfico importante o bien vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales o fincas” (p.46).

b. Vías tipo E1: son vías peatonales y las velocidades permitidas son menores a 5 km/h y cómo lo indica Villatoro (2012), “pueden ser espacios peatonales de conexión, calles peatonales y aceras a lo largo de la calzada, también pueden ser paradas de autobús con zonas de espera o áreas comerciales peatonales” (p.46).

6. Tipos de alumbrado según la vía: dependiendo del tipo de vía y de la intensidad de tráfico, la comisión internacional de iluminación CIE, define los tipos de alumbrado en los cuales se establecen los valores mínimos que se deben cumplir para cada uno. En base a los estudios presentados por Nogueira, Vitoi, Gouveia, Casagrande, Pinto y Braga (2014) referencia bibliográfica física no. 10 y Rodrigues, Almeida, Soares, Pinto, y Braga (2010, 2011) referencias bibliográficas físicas no. 13 y 14, los cuales han sido avalados por la comisión internacional de iluminación (CIE, 2017) se utiliza la luminancia para las vías tipo ME4b y M5, mientras que para las vías tipo S3, S4 y S5 se utiliza la iluminancia.

A continuación se muestran los requisitos de iluminación que estableció la CIE para los tipos de vía mencionados aquí.

a. ME4b: este tipo de alumbrado es para las vías tipo B1, con una intensidad de tráfico menor a 7,000 vehículos al día. Los requisitos mínimos establecidos por la CIE para este tipo de alumbrado son:

i. Una luminancia media de 0.75 candelas sobre metro cuadrado

ii. Una uniformidad global mayor o igual a 0.40

iii. Una uniformidad longitudinal de luminancias mayor o igual a 0.50

- iv. Un deslumbramiento perturbador menor o igual a 15% y
 - v. Una relación entorno mayor o igual a 50.
- b. M5: este tipo de alumbrado al igual que el anterior es para las vías tipo B1, con una intensidad de tráfico menor a 7,000 vehículos al día. Los requisitos mínimos establecidos por la CIE para este tipo de alumbrado son:
 - i. Una luminancia de 0.50 candelas sobre metro cuadrado
 - ii. Una uniformidad global mayor de 0.35
 - iii. Una uniformidad longitudinal de luminancia mayor o igual a 0.40
 - iv. Un deslumbramiento perturbador menor a 15% y
 - v. Una relación entorno mayor o igual a 50.
- c. S3: este tipo de alumbrado es para las vías tipo E1 con una intensidad de tráfico normal (menor a 7,000 vehículos al día). Los requisitos mínimos establecidos por la CIE para este tipo de alumbrado son:
 - i. La iluminancia media debe ser mayor o igual a 7.50 luxes
 - ii. La iluminancia mínima mayor o igual a 1.50 luxes
 - iii. La iluminancia mínima semicircular mayor o igual a 1.50 luxes.
- d. S4: este tipo de alumbrado, al igual que el anterior, es para las vías E1 con una intensidad de tráfico normal (menor a 7,000 vehículos diarios). Los requisitos mínimos establecidos por la CIE para este tipo de alumbrado son:
 - i. La iluminancia media deber ser mayor o igual a 5.00 luxes
 - ii. La iluminancia mínima mayor o igual a 1.00 lux y
 - iii. La iluminancia mínima semicircular mayor o igual a 1.00 lux.
- e. S5: este tipo de alumbrado es para las vías tipo E1 con una intensidad de tráfico baja (menor a 3,500 vehículos diarios). Los requisitos mínimos establecidos por la CIE para este tipo de alumbrado son:
 - i. La iluminancia media debe ser mayor o igual a 3.00 luxes
 - ii. La iluminancia mínima mayor o igual a 0.60 luxes y
 - iii. La iluminancia mínima semicircular mayor o igual a 0.75 luxes.

1.3.3. Características cuantitativas de un sistema de alumbrado público a tomar en cuenta en el proyecto

A continuación se define las características cuantitativas a tomar en cuenta en el proyecto:

1. Características de lámparas: las características de lámparas definidas para esta investigación son: tipo de lámparas que es una característica cualitativa ya definida, niveles de iluminación, potencia que consumen, tiempo de uso y tiempo de vida de las mismas.
 - a. Niveles de iluminación: se refiere a la verificación del cumplimiento de los valores establecidos en los tipos de alumbrado según la vía, utilizando los resultados que da el programa DiaLux.
 - b. Potencia de las lámparas: como lo define Wikipedia (2017), en la referencia bibliográfica digital no. 61 “es la cantidad de energía absorbida por la lámpara en un momento determinado. Se mide en watts (W) y si el valor está dado en el orden de miles en kilowatt (KW)” (p.1).
 - c. Tiempo de uso de las lámparas: se refiere al tiempo que permanecen encendidas las lámparas en un municipio. Este puede ser constante o variable, para efecto de esta investigación se utilizó el tiempo constante.
 - d. Tiempo de vida de las lámparas: se refiere al tiempo que los fabricantes indican que funcionará la lámpara en horas.
2. Cantidad de lámparas en el sistema: esta característica hace referencia al número de lámparas instaladas en el sistema completo.
3. Consumo energético de las lámparas: se refiere a la cantidad de potencia consumida durante un período de tiempo. Su unidad de medida es el kilowatt hora (KWH). Se calcula multiplicando la cantidad de lámparas que tienen la misma potencia por la potencia de una lámpara por las horas que pasa encendidas al día por los días de los cuales consta el período. Los resultados de cada tipo de

lámpara por potencia se suman y dan el resultado del consumo de energía del sistema completo en el período establecido.

4. Altura de los postes: esto hace referencia al tamaño de los postes. Esta medida importante proporciona al programa DiaLux la distancia a que estarán las lámparas del suelo y así calcular los niveles de iluminación en una calle. Su medición se obtiene en metros (m).
5. Distancia promedio entre postes: Se calcula sumando las distancias de cada poste y se divide dentro del total de medidas tomadas. Se mide en metros (m).
6. Longitud de las calles: Se refiere al ancho de las calles a analizar. Se mide en metros (m).
7. Consumo energético de los usuarios que pagan el servicio: como se menciona en la sección 1.3.4, los usuarios que tienen un servicio de energía eléctrica en sus hogares o empresas son los que pagan por el servicio de alumbrado público. Por lo que es importante proyectar este consumo para poder calcular las ventas.

1.3.4. Arbitrio municipal

El arbitrio municipal es el monto definido por una municipalidad que los usuarios con servicio de energía eléctrica deben cancelar. El arbitrio municipal por alumbrado público es incluido en la factura mensual de todos los usuarios que sirve para cubrir los gastos de consumo de energía del municipio, como lo es el sistema de alumbrado público y en los edificios municipales. El arbitrio municipal también es llamado tasa de alumbrado público.

En Guatemala existen 2 grandes empresas que distribuyen energía eléctrica: EEGSA (Empresa Eléctrica de Guatemala Sociedad Anónima) distribuye en los departamentos de Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla, y ENERGUATE distribuyen en el resto de departamentos del país.

Energuate (2016), indica que:

“La empresa distribuidora recauda la cuota establecida, fungiendo como un intermediario para recolectar la cuota de los clientes y cubrir los costos. De lo que recauda la empresa se debitan los costos de energía eléctrica y si existe un sobrante (cuando todos los usuarios pagan a tiempo) se entrega a la Municipalidad y esto es destinado a la expansión y mantenimiento del mismo.

Según información obtenida de la página de ENERGUATE, antes de la Ley general de Electricidad se estableció el modelo del cobro del servicio de alumbrado público, que toma en cuenta las siguientes variables:

1. Cantidad de lámparas instaladas en el Municipio
2. Potencia de las lámparas
3. Horas utilizadas
4. Días del mes en que se utilizó el servicio
5. Efecto balastro
6. Tarifa vigente de alumbrado público, establecida y ajustada trimestralmente por la CNEE

Además, se toma en cuenta el porcentaje de expansión y mantenimiento que lo define la Municipalidad, y finalmente, se toma la cantidad de clientes que utilizan el servicio o bien el total de la facturación de energía eléctrica del Municipio según el modelo que se utilice en el lugar. Ya con esto se saca el costo total y la Municipalidad define un modelo de recaudo, el cual deberá ser solicitado a la distribuidora que lo ejecute” (p.1).

Según lo indica el Congreso de la república de Guatemala (2016):

“En general, el modelo a tomar por distribuidora es el siguiente: ENERGUATE cobra una tarifa fija a todos los consumidores, no importando lo que consuman. Esto a simple vista parece tener un mayor impacto en las familias con mayor índice de pobreza, las cuales son las que menos energía consumen.

Mientras que EEGSA cobra en base a un porcentaje de su consumo, y ya depende de la Municipalidad cuál es ese porcentaje. Esto a simple vista parece impactar más a los usuarios que más consumen, que son las empresas que tienen como principal motor a la energía eléctrica” (p.4).

Hasta el momento, no existe una ley que regule dicha tasa, quedando a discreción del Concejo Municipal la definición del cobro de la misma.

1.3.5. Mantenimiento correctivo del alumbrado público

Según lo define Villatoro (2012), “el mantenimiento correctivo consiste en localizar, reparar y adecuar las instalaciones para que funcionen correctamente durante el máximo número de horas posible con el desempeño, para el que fueron diseñadas” (p.33).

Entonces, el mantenimiento correctivo es el proceso que ayuda a identificar fallas en el sistema y que permite resolver el mismo en el menor tiempo posible.

1.3.6. Mantenimiento preventivo del alumbrado público

Según lo define Villatoro (2012), “el mantenimiento preventivo determina las acciones para evitar o eliminar las causas, las fallas potenciales del sistema y prevenir su ocurrencia mediante la utilización de técnicas de diagnóstico y administrativas que permitan su identificación” (p.32).

Entonces, el mantenimiento preventivo es un proceso que se debe definir y ejecutar por la municipalidad, en el cuál se plasmen tareas periódicas a realizar en el sistema de alumbrado público para ayudar a identificar posibles fallas en el mismo.

1.4. Tarifas eléctricas en Guatemala

En Guatemala según lo establece el Gobierno de Guatemala, en la ley de electricidad decreto no. 93-96 referencia bibliográfica digital no. 34 “el ministerio de energía y minas y especialmente la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) de Guatemala, que es el órgano técnico del ministerio, tiene a cargo el cálculo trimestral de las tarifas de energía eléctrica que se debería cobrar según el tipo de consumo” (p.4).

La CNEE cuenta con su propia página web, en donde expone las tarifas mes por mes desde enero del año 2010 hasta la fecha de su consulta, que para el caso de este trabajo fue febrero 2017. La referencia bibliográfica digital para estas tarifas es la no. 20.

Para este proyecto, se necesita consultar 3 tipos de tarifas eléctricas que son:

1. Tarifa social: es la tarifa aplicada a los usuarios que consumen menos de 300 KWH al mes.
2. Tarifa de baja tensión simple: es la tarifa aplicada a los usuarios que consumen más de 300 KWH al mes.

3. Tarifa de alumbrado público: es la tarifa que se aplica al sistema de alumbrado público.

Todas las tarifas se presentan en Quetzales (Q) por KWH consumido.

1.5. Análisis de escenario con proyecto y sin proyecto

Se presenta el concepto de análisis de escenarios con proyecto y sin proyecto y para poderlos definir correctamente es necesario definir primero el término de análisis, que según lo define Wikipedia (2017), en la referencia bibliográfica digital no. 57 “es el estudio minucioso de un asunto” (p.1).

El término escenario con proyecto se refiere a la condición hipotética que se llevara a cabo y que por lo tanto se cambiaran las lámparas actuales por las lámparas led en el sistema de alumbrado público del municipio en estudio.

El término escenario sin proyecto se refiere a la condición actual del municipio en el sistema de alumbrado público, es decir que no se haga nada y se mantenga lo que se tiene actualmente.

1.6. Estadística y métodos cuantitativos

Según lo define Wikipedia (2017), en la referencia bibliográfica digital no. 60:

“La estadística es una rama de las matemáticas y una herramienta que estudia usos y análisis provenientes de una muestra representativa de datos, que busca explicar las correlaciones y dependencias de un fenómeno físico.

Existen dos grandes áreas de la estadística que son: estadística descriptiva y estadística inferencial.

La estadística descriptiva se dedica a la descripción, visualización y resumen de datos originados a partir de los fenómenos de estudio.

La estadística inferencial Se dedica a la generación de los modelos, inferencias y predicciones asociadas a los fenómenos en cuestión teniendo en cuenta la aleatoriedad de las observaciones” (p.1).

En base a lo que indica Wikipedia, la estadística utilizada en este trabajo es la inferencial, ya que se trabaja con predicciones asociadas a tarifas y consumos eléctricos, por lo que

en las siguientes sub-secciones se muestran conceptos importantes para realizar las predicciones.

1.6.1. Series de tiempo

Webster (2000), define las series de tiempo de la siguiente manera: “el proceso de desarrollar un pronóstico comienza con la recolección de datos anteriores durante varios períodos. El conjunto de datos resultantes se denomina serie de tiempo porque contiene observaciones para alguna variable durante el tiempo” (p.413).

Entonces en este trabajo las series de tiempo son los datos de tarifas y consumo recolectados de períodos anteriores que sirven como base para realizar un pronóstico o proyección de estas variables.

1.6.2. Métodos de pronósticos

Existen varios métodos de pronósticos, sin embargo, los que se utilizan en este proyecto son el método de regresión lineal, método exponencial y el método de descomposición.

1.6.2.1. *Método de regresión lineal*

El método de tendencia o regresión lineal es uno de los más conocidos, se basa principalmente en hallar una recta que se ajuste a varios puntos ocurridos en el pasado para predecir los datos futuros.

Para encontrar la recta se utiliza un procedimiento matemático llamado método de los mínimos cuadrados (MCO). En Excel ya existe una función que realiza este procedimiento, ingresando únicamente los datos del pasado tanto del tiempo como los de la variable a obtener y el valor del tiempo al cual se le quiere calcular el pronóstico. La función que permite obtener esto se llama pronóstico.

1.6.2.2. *Método exponencial*

Este método es muy útil para realizar tendencias. Excel permite obtener líneas de tendencia de varios tipos en base a datos colectados. La línea de tendencia que se utiliza para este método es la exponencial.

Una vez sacada la línea de tendencia exponencial, se puede utilizar como fórmula para calcular los valores futuros.

1.6.2.3. *Método de descomposición*

Este método también es muy utilizado para realizar los pronósticos. Se basa en descomponer la serie de tiempo para identificar variaciones de estacionalidad, cíclico, irregulares y la tendencia.

Webster (2000), los define de la siguiente manera:

“Tendencia es la conducta a largo plazo de una variable durante un período de longitud prologada
Variación de estacionalidad es el movimiento en las series de tiempo que ocurren de nuevo cada año en por la misma época, el período puede ser menor a un año.
Variación cíclica son variaciones como la onda en el nivel general de la actividad comercial durante un período relativamente prologado.
Variaciones irregulares son algunas variaciones que contienen las series de tiempo y que son producidas por sucesos inusuales, que producen movimientos sin un patrón discernible” (p.414-415).

Puede existir un modelo aditivo o un modelo multiplicativo. En el primero se suman todos los componentes proyectados para obtener el valor proyectado de la variable y en el segundo se multiplican. En esta investigación se utiliza el modelo multiplicativo.

Para este método se utiliza un procedimiento en el cuál la función se separa en 4 componentes que son estacional, cíclico, irregular y de tendencia.

Para separar el componente cíclico se utiliza el concepto de promedio móvil, que se refiere a sacar el valor promedio de una variable en un período establecido e irlo corriendo. El promedio móvil contiene componentes de tendencia y cíclicos, entonces, si

se divide el valor real, el cual contiene componentes de tendencia, cíclicos, estacionales e irregulares, entre el promedio móvil que corresponde al mismo trimestre, el resultado contiene componentes estacionales e irregulares. Para obtener el componente estacional, se utilizan los valores de la división anterior y se ordenan para sacar el valor promedio de cada trimestre.

El siguiente paso es obtener el componente de la tendencia, utilizando los valores obtenidos con promedio móvil obtenido al inicio. Para los valores proyectados se puede utilizar el método de regresión lineal, o bien, obtener una función exponencial y utilizar esta para obtener los valores futuros.

Luego de la tendencia, se procede a obtener el componente cíclico, para el cuál primero se obtiene la norma estadística que consiste en la multiplicación del componente de tendencia por el componente estacional de cada trimestre.

Se procede a separar los componentes cíclicos e irregulares dividiendo el valor real entre la norma estadística, y finalmente, se obtiene el valor promedio de cuatro trimestres de esta división para obtener el componente cíclico.

Debido a que el componente irregular es una variable aleatoria, es difícil de predecir en el futuro que ocurrirá con este componente, por lo que aquí no se toma en cuenta.

1.7. Conceptos financieros

Para realizar la evaluación financiera de esta investigación se definen los siguientes conceptos.

1. Depreciación: se refiere a la disminución del valor de los activos conforme transcurre el tiempo. De acuerdo con la ley del impuesto sobre la renta, existen diferentes porcentajes, pero el utilizado aquí es la depreciación para mobiliario y equipo que equivale a un 20%.

2. Amortización: en contabilidad existen activos que no se deprecian, sino que se amortizan. Por ejemplo, estudios de factibilidad, pago de seguros, etc. De acuerdo con la ley del impuesto sobre la renta, los activos amortizables en este documento tienen un 20% anual de amortización.
3. Método de la línea recta: es un método utilizado para depreciar o amortizar un activo. Este deprecia el porcentaje del total cada año, y se va disminuyendo su valor en libros en base a este porcentaje. Si es un 20%, en 5 años el activo está totalmente depreciado.
4. Cuota patronal IGGS: en Guatemala existe un seguro social, el cual lo administra el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, y es un monto que todo empleador debe pagarlo para que sus empleados formen parte del mismo. Esta cuota patronal equivale a 10.67%.
5. Bono 14: es un salario adicional para los empleados guatemaltecos, definido por las leyes y que se paga en la primera quincena de julio de cada año.
6. Aguinaldo: es un salario adicional para los empleados guatemaltecos, definido por las leyes y que se paga en diciembre de cada año.
7. Indemnización: es el pago que se le da a un empleado al momento de terminar la relación laboral. Existen varias formas que establece la ley para este pago, sin embargo, se sugiere que la Municipalidad aprovisione dicho pago.
8. Tasa de rendimiento mínima aceptada o TREMA: es el porcentaje mínimo de retorno que se desea obtener del proyecto. Se puede calcular de varias formas, pero la manera en que se realizó en esta investigación fue utilizando el índice inflacionario más una prima de riesgo.
9. Valor actual neto: es un índice financiero muy utilizado para verificar si un proyecto se ejecuta o no. También es conocido como valor presente neto y sus siglas son VAN. Este índice se calcula cuando todos los flujos de fondos se llevan al año 0, utilizando la TREMA como tasa de interés.
10. Tasa interna de retorno: es otro índice financiero muy utilizado y que indica el porcentaje de interés que hace un VAN igual a 0. Esta tasa es muy útil cuando se

tiene incertidumbre de cuanto quieren ganar los inversionistas en un proyecto, para saber cuánto es lo máximo que soporta el proyecto brindando resultados positivos.

11. Relación beneficio/costo: índice financiero que resulta de dividir los ingresos netos actualizados entre los egresos netos actualizados más la inversión inicial. Si el resultado es mayor o igual a la unidad indica que los ingresos son lo suficientemente buenos para aceptar el proyecto.
12. Análisis de sensibilidad: este estudio permite tomar decisiones de inversión, verificando los cambios de una variable y dejando las demás estáticas para que hagan el VAN igual a 0.

2. MARCO LÓGICO Y OPERATIVO

2.1. *Delimitación del problema*

Se puede decir que la energía eléctrica es un producto que mejora la calidad de vida de las personas y muy utilizada hoy en día en Guatemala. Además, la energía eléctrica es un motor de la economía actual.

La iluminación artificial es uno de los grandes casos de uso de la energía eléctrica, permitiendo a las personas obtener luz artificial en horas de la noche y así continuar haciendo sus actividades.

El alumbrado público es uno de los sistemas de iluminación que son parte de la vida de todos los seres humanos y es el motivo de estudio de este trabajo. Los elementos que consumen la mayor parte de la energía en el sistema de alumbrado público son las lámparas.

La CNEE (2016), en la referencia bibliográfica digital no. 19 muestra que “en 2013 del total de lámparas de alumbrado público instaladas en Guatemala, el 69.3% eran de vapor de mercurio, 24.88% de vapor de sodio y 5.82% de otro tipo” (p.5).

A pesar de ser una referencia de 2013, las cosas hasta el día de hoy no han cambiado mucho, debido a que existen muy pocas municipalidades preocupadas por la eficiencia energética, ya sea debido a su presupuesto o a que tienen otras prioridades en sus agendas administrativas.

Con esta fuente se verifica que muchos municipios del país cuentan con lámparas que consumen mucha energía eléctrica y el tiempo de vida de las mismas es el más bajo del mercado.

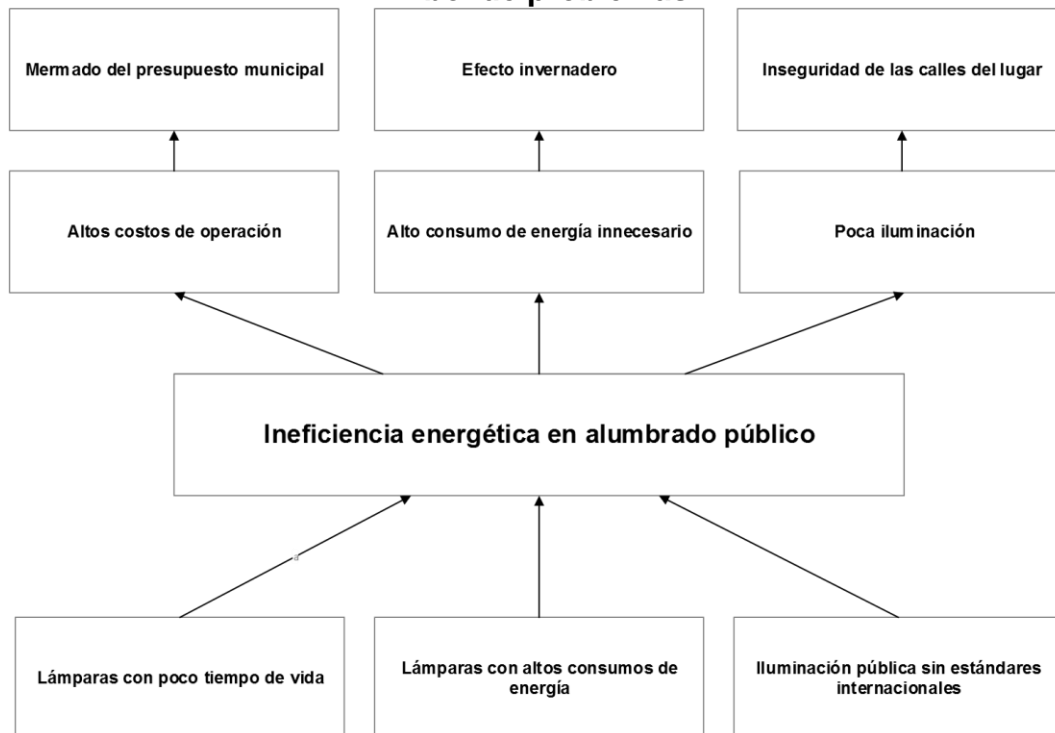
Adicionalmente, en Guatemala no existe una ley que regule los niveles de iluminación que se deben cumplir en las zonas públicas, por lo que la mayoría de sistemas de

alumbrado público del país no fueron diseñados bajo estándares internacionales de iluminación.

Esto se traduce en altos costos de operación, altos consumos innecesarios de energía, poca iluminación en las calles del lugar, impacto de efecto invernadero, la inseguridad que aumenta por las calles oscuras y altos costos que merman el presupuesto municipal.

Todo esto se muestra en la figura no. 1.

Figura 1
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Árbol de problemas



Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida de la CNEE (2016), referencia bibliográfica digital no. 19.

2.2. Justificación de la investigación

Uno de los principales servicios públicos que brindan las municipalidades en Guatemala es el alumbrado de las calles y avenidas. En el país existen varios municipios que utilizan

lámparas energéticamente ineficientes en el alumbrado público como se estableció en la sección 2.1. Según el artículo 68 y 72 del Código Municipal, Decreto 12-2002 del Congreso de la República, se establece que el responsable de introducir, ampliar y dar mantenimiento al alumbrado público es la municipalidad del lugar. Por lo tanto, es responsabilidad de la municipalidad impulsar proyectos de eficiencia energética.

Después de la invención de las lámparas de Vapor de Sodio ya hace más de 30 años, el mercado de las lámparas no había sufrido una revolución tan grande como la que se está presentando en los últimos años con la tecnología LED. Esta tecnología viene con la promesa de ser más eficiente energéticamente y brindar una durabilidad mayor que las lámparas actuales.

Sin embargo, debido a que la tecnología es relativamente nueva y no se ha logrado masificar, se teme que los costos sean muy elevados y por lo tanto no justifiquen una inversión de esta magnitud para lograr la eficiencia energética.

Con esto en mente, surge la idea de realizar un estudio que evalúe si la tecnología LED es viable y eficiente energéticamente para instalar en el alumbrado público de un municipio de Guatemala. Para ello se realizaron los estudios de mercado, técnico, administrativo/legal, de impacto ambiental y financiero.

Para escoger el lugar en donde se llevaría a cabo la investigación, se procedió a realizar una evaluación por puntos, en la cual los factores que se evaluaron fueron los siguientes:

- a) Porcentaje de costo del alumbrado público: aquí se utilizó el valor de arbitrio municipal definido en la sección 1.3.4. Entre más alto sea el arbitrio, mayor la puntuación que obtendrá debido a que el impacto del proyecto será mayor.
- b) Tamaño del municipio: es la cantidad de Km cuadrados de cada Municipio y la cantidad de habitantes.

- c) Comunicación con el Concejo Municipal y acceso a la información: aquí se refiere al acercamiento que se tiene con las autoridades del municipio, para la obtención de la información. A mayor acercamiento, mayor puntuación en este aspecto.
- d) Facilidad de accesos al lugar: aquí se refiere a verificar si el acceso al lugar cuenta con buenas condiciones (pavimento hasta el municipio), y que tan lejos de la capital queda el lugar. Entre más cerca de la capital se ubique y se tenga mejores condiciones de la carretera, mejor puntuación.
- e) Planes de desarrollo de proyecto por el Concejo Municipal: aquí se refiere a que los Concejos Municipales de los lugares tengan en sus planes realizar o analizar un proyecto de este tipo. Si existen planes, se tiene mayor puntuación en este aspecto.
- f) Infraestructura de alumbrado público: verificar que exista ya un sistema de alumbrado público en el lugar. Si ya existe, tendrá una puntuación mayor.

Se escogieron 3 municipios como posibles lugares para realizar la investigación que son Santa Rosa de Lima del departamento de Santa Rosa, Ciudad Vieja y San Miguel Dueñas, del departamento de Sacatepéquez.

Para la evaluación por puntos se asignó a cada factor un peso y se procedió a puntuar de 1 a 10, donde el 10 indica que tiene mucha ventaja realizar la investigación en ese lugar con respecto al factor que se está evaluando.

El lugar escogido fue San Miguel Dueñas del departamento de Sacatepéquez ya que los puntos que más tomaron relevancia es el costo del alumbrado público para la población, así como la facilidad de acceso a la información y al Concejo Municipal.

Es importante mencionar que si el estudio brinda resultados positivos se llevará a la municipalidad de San Miguel Dueñas para que evalúen su implementación.

2.3. Objetivos de la investigación

2.3.1. Objetivo general

Realizar un estudio de factibilidad para instalar alumbrado público con luces LED en el municipio de San Miguel Dueñas, del departamento de Sacatepéquez para lograr una eficiencia energética del servicio.

2.3.2. Objetivos específicos

1. Analizar las características de mercado en una dimensión con y sin proyecto
2. Estudiar las características técnicas del alumbrado público actual y de las luces LED haciendo una evaluación sobre las mejoras que se pudieran tener en cuanto a eficiencia energética y ahorro en costos de energía eléctrica en la Municipalidad con la tecnología LED
3. Cuantificar costos de instalación y mantenimiento de proyecto de alumbrado público LED y los ahorros que se tendrían si se instalase este proyecto para proponer un plan que busque disminuir el cobro de la tasa municipal
4. Definir los tiempos y los recursos que demandará la instalación y operación del proyecto
5. Estudiar los aspectos legales a tomar en cuenta en el proyecto
6. Identificar los impactos ambientales que se tendrían con y sin el proyecto
7. Verificar la parte financiera del proyecto por medio de indicadores verificables

2.4. Planteamiento hipotético

El proyecto de instalación de lámparas LED en el alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, del departamento de Sacatepéquez es factible puesto que mejora las condiciones de eficiencia energética del escenario sin proyecto.

2.5. Estado de la situación

En una investigación, previa a la elaboración de este trabajo, se logró constatar que las lámparas LED han revolucionado el mercado de la iluminación y que no sufría cambios desde hace más de 30 años, ganando relevancia en la eficiencia energética.

Algunos estudios de la Universidad de San Carlos de Guatemala se refieren a eficiencia energética como los que se encuentran en Jiménez (2012 p. 1-105) y González (2014 p. 1-91). La CNEE (2012) también ha realizado varios estudios de eficiencia energética, los que se pueden encontrar en las referencias bibliográficas digitales no. 5 a 19.

Existen estudios realizados en sistemas de alumbrado público, la Universidad de San Carlos de Guatemala cuenta con algunos trabajos de graduación con esta temática, dentro de los que se encuentra Villatoro (2012 p. 1-139) y Santizo (2014 p. 1-171), mientras que la CNEE (2012), realizó un estudio de este tipo en la referencia bibliográfica digital no. 19.

Con respecto al arbitrio municipal tanto la Universidad de San Carlos como en el Congreso de la República cuentan con estudios relacionados a este tema y los problemas que se tienen con el mismo. Los estudios se pueden encontrar en García (2011 p. 1-103) y Congreso de la República de Guatemala (2016 p. 1-21).

El estudio realizado en el municipio de San Miguel Dueñas, establecido por SEGEPLAN (2016 p. 1-102), en la referencia bibliográfica digital no. 47, ayudó a definir la siguiente investigación.

3. MÉTODO UTILIZADO

El presente estudio de factibilidad para la instalación de luces LED en el servicio de alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, del departamento de Sacatepéquez, como alternativa de eficiencia energética, se realizó en base al método científico propuesto por Arias Galicia (Prezi, 2016 p. 1), el cual tiene 6 etapas.

Es importante mencionar que el trabajo se divide en 5 estudios que son mercado, técnico, administrativo/legal, de impacto ambiental y financiero.

La primera etapa consta del planteamiento del problema; ¿qué se necesita saber? En el caso particular de cada estudio se determinaron los objetivos específicos.

La segunda etapa define la siguiente planeación:

1. ¿Qué recursos se requerían? En el estudio de mercado se utilizaron diferentes recursos físicos, entre ellos: computadora, internet, correo electrónico, software de simulación, vehículo y acceso a bibliotecas virtuales. También recursos humanos dentro de los que se mencionan: personal de la Municipalidad, asesor de la tesis y redactor de la misma. Recursos financieros, que corrieron a cuenta del redactor para poder obtener la información y realizar las visitas técnicas respectivas.
2. ¿Qué actividades debían desarrollarse? Las actividades que se desarrollaron para completar cada estudio, luego de la aprobación del plan de investigación, fueron: definición de sub-capítulos, colección de la información, procesamiento de la información colectada, análisis de la misma, discusión de resultados y corrección de los mismos.

La tercera etapa recolecta la siguiente información:

1. ¿Cómo se obtuvieron los datos? Se buscó información en diferentes fuentes dentro de las que se pueden mencionar las siguientes:

- i. Información en la Municipalidad sobre las características del sistema, mapas del Municipio, costos y procesos de operación del sistema, información organizacional de la misma, información de manejo y definición de proyectos, corroboración de las leyes que impactarían el proyecto e información de carácter financiero que se necesitó para completar este trabajo.
- ii. Bibliotecas virtuales, para obtener información de estudios similares hechos en Guatemala y otros países.
- iii. Información en la CNEE para verificación de los precios de la energía eléctrica, leyes que impactan al proyecto y alternativas de financiamiento de este tipo de proyectos.
- iv. Se solicitaron cotizaciones a proveedores de lámparas y de equipo necesario para el sistema.
- v. Se utilizó el software DiaLux para completar el estudio luminotécnico y así definir el tamaño del proyecto.
- vi. Visitas al lugar para recolectar la información con que la Municipalidad no cuenta.
- vii. Información en internet para el estudio de impacto ambiental e información sobre el aprendizaje del software DiaLux.
- viii. Información de empresas privadas que manejan proyectos tecnológicos para verificar buenas prácticas que pudieran ayudar al sector público a llevar a cabo este tipo de proyectos.
- ix. Experiencia del redactor en cuanto a manejo de proyectos para completar el estudio administrativo-legal.

La cuarta etapa incluye el procesamiento de datos, en el cuál se utilizó el programa Microsoft Excel para coleccionar la información y procesarla de una forma correcta y ordenada.

La quinta etapa se refiere a la explicación e interpretación de la información colectada y a plasmarla en este documento.

La última etapa comunica los resultados y resolución del problema, en la cual se muestran los resultados al asesor, y este ayudó a ajustarlos y encausarlos en el resultado final de este trabajo, para luego ser presentados a la escuela de estudios de postgrado para su aprobación final.

4. CAPÍTULO 1: ASPECTOS DE MERCADO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL DUEÑAS, DEL DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

En este capítulo se presenta el estudio de factibilidad de mercado del alumbrado público en San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez, partiendo de los usuarios con su definición y segmentación, el servicio de alumbrado público, características cualitativas, cuantitativas en un análisis con y sin proyecto, precios de la energía eléctrica y su proyección y finalmente haciendo un breve análisis de mercado proveedor y los precios de las lámparas led.

Los principales resultados del capítulo serán: el análisis de características, para el estudio de técnico, de impacto ambiental y financiero; el análisis de costos y precios de energía eléctrica, para el estudio financiero; y finalmente un análisis de proveedores del servicio, para el estudio administrativo y el financiero.

4.1. Usuarios del servicio de alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

4.1.1. Definición de los usuarios del sistema de alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

Se definen como todo tipo de personas que transitan en las vías públicas, aceras, espacios de libre circulación o que visitan el parque durante las noches en el Municipio ya sea a pie o en un medio de transporte.

Con esto en mente, se puede pensar que cualquier vecino del Municipio, en algún momento va a ser beneficiado para movilizarse seguro durante las horas nocturnas.

4.1.2. Segmentación de los usuarios del sistema de alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

Los usuarios del servicio de alumbrado público del municipio en estudio se pueden segmentar en dos grupos: vecinos a pie y vecinos en medios de transporte. Vecino es cualquier persona que habite en el lugar, sea nacional o extranjero.

En el año 2016 se estimó que el municipio de San Miguel Dueñas cuenta con 12,040 habitantes, con el 47.2% de hombres y el 52.8% de mujeres (INE, 2016). Se estima que para el 2020 serán 12,727 habitantes (INE, 2016), personas que serán beneficiados del servicio de alumbrado público no importando el medio en que transiten.

En las diferentes zonas urbanas del Municipio, que es donde se concentra la mayoría de viviendas, la Municipalidad se preocupa principalmente por los vecinos que andan a pie.

Con respecto a las vías de acceso o carreteras son utilizadas normalmente por las personas que utilizan algún medio de transporte. La velocidad a la que se puede transitar en la vía de acceso principal es moderada entre 30 y 60 kilómetros por hora, al igual que en las vías secundarias que son las que conducen a los poblados vecinos o a las fincas.

Los lugares donde más se concentran los vecinos durante las noches son los parques y plaza central, por las diferentes actividades deportivas que atraen a la población, conciertos musicales y las diferentes festividades que se celebran en el Municipio. Contiguo al parque se encuentra el salón municipal que es el lugar donde se realizan diferentes reuniones sociales, como: bodas, celebración de 15 años, concursos, gimnasia, etc.

4.2. Servicio de alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

4.2.1. Definición del servicio de alumbrado público de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

Como se menciona en el marco teórico en la sección 1.3, el alumbrado público es responsabilidad de cada municipalidad, y su principal objetivo es iluminar las vías públicas, parques, aceras y espacios de libre circulación.

El Gobierno de Guatemala (2016), en la referencia bibliográfica digital no. 31 en el artículo 72 del código municipal, decreto 12-2002 se indica lo siguiente: “Artículo 72 Servicios públicos municipales. El municipio debe regular y prestar los servicios públicos municipales de la circunscripción territorial, y, por lo tanto, tiene competencia para establecerlos, mantenerlos, ampliarlos y mejorarlos, en los términos indicados” (p.21).

En el caso específico del municipio de San Miguel Dueñas, el servicio de alumbrado público ya está establecido, y se debe mantener, ampliar y mejorar. Cuando se habla de mantener se refiere a sustituir las lámparas que dejan de funcionar y garantizar que todas las lámparas estén operando correctamente. Ampliar se refiere a la instalación de nuevos postes de alumbrado público, en lugares donde antes no existía o que los niveles de iluminación no sean los adecuados en el lugar. Finalmente, mejorar la iluminación y en el consumo de energía utilizando sistemas eficientes que ayuden a administrar mejor los recursos.

4.2.2. Características cualitativas del sistema de alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez en un escenario con y sin proyecto

Las características cualitativas, cómo su nombre lo indica, son las que describen las cualidades de los sistemas. En el caso particular del sistema de alumbrado público se consideran las siguientes, definidas ya.

1. Tipos de lámparas
2. Luminarias
3. Soportes
4. Equipos auxiliares
5. Sistemas de accionamiento
6. Disposición de las lámparas
7. Tipo de tránsito
8. Velocidades permitidas
9. Clasificación de las vías
10. Tipos de alumbrado según la vía

A continuación, se detallan las características que permanecen iguales en ambos escenarios con y sin proyecto.

Los postes o soportes utilizados son fabricados de concreto y de madera. El sistema de accionamiento utilizado es el de comando de grupo.

Las disposiciones de las lámparas dentro del Municipio se encuentran colocadas unilateralmente en la mayoría de las zonas, excepto en la zona 3 (Finca San Sebastián), en donde se encuentran colocadas bilateralmente desplazadas.

El tipo de tránsito es: en el casco urbano principalmente para personas a pie, sin embargo, también transitan vehículos; en las carreteras principalmente para autobuses, automóviles, camiones, motos, bicicletas, sin embargo, los peatones también las utilizan. Finalmente, las velocidades permitidas son de 5-30 km/h en el casco urbano, y en las carreteras de 30-60 km/h.

Las clasificaciones de las vías se pueden diferenciar, de acuerdo con la división hecha en la micro-localización, dos tipos de vías: Vías B1, en las carreteras que conducen al casco urbano del Municipio desde Ciudad Vieja y San Juan Alotenango, así como de las fincas Tempixque y San Sebastián; y vías tipo E1, en el casco urbano del Municipio.

Adicionalmente, los tipos de alumbrado por vía, según el análisis hecho con el software Dialux versión 4.12, para las carreteras que rodean a San Miguel Dueñas se requiere iluminación M4b y M5, mientras que para el casco urbano S3, S4 y S5.

La tabla no. 1 resume el tipo de vía y los requerimientos de iluminación en cada división del Municipio.

Tabla 1
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tipos de vías y de iluminación en las diferentes zonas del Municipio definidas
para el proyecto

Nombre de la Zona	Clasificación de las vías	Tipo de iluminación de las vías
Zona 1	E1	S3
Zona 2 (Calle Real)	E1	S3
Zona 2 (Barrio el Cerrito)	E1	S4
Zona 3 (El Chilcal)	E1	S3
Zona 3 (Finca San Sebastián)	E1	S4
Zona 4	E1	S3
Aldea El Rosario	E1	S5
Carretera hacia Ciudad Vieja	B1	M4b
Carretera hacia Santa Catarina Barahona	B1	M5
Carretera hacia Alotenango	B1	M5
Carretera hacia Finca El Tempixque	B1	M5

Fuente: elaboración propia en base a una inspección del Municipio y a la definición encontrada en la sección 1.3.2, ítem 4 y 5.

En los siguientes sub-capítulos se muestran el resto de características, tanto en su forma actual (sin proyecto), y cómo quedarían si se llegara a implementar el proyecto (con proyecto).

4.2.2.1. Características cualitativas actuales (escenario sin proyecto) del sistema de alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

Según información obtenida de la Municipalidad, con base en el inventario de fecha 10 de diciembre de 2015 elaborado por parte de la Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A., actualmente se cuenta con 544 lámparas de Vapor de Sodio de alta presión de diferentes potencias e instaladas en todo el sistema de alumbrado público.

Las luminarias que utilizan en calles y carreteras del Municipio son tipo cobra, mientras que en los parques se encuentran las luminarias punta de poste colonial. Para la realización de este trabajo, únicamente se tomarán en cuenta las lámparas que se encuentran instaladas en los postes, dejando fuera del análisis las de las luminarias de los parques.

Debido a que el sistema utiliza lámparas de Vapor de Sodio se utilizan como dispositivos auxiliares balastros y corrector de potencia por capacitores.

4.2.2.2. Características cualitativas escenarios con proyecto para el sistema de alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

Para el escenario con proyecto, se proponen 2 alternativas. La primera, únicamente se tendrían que cambiar las lámparas, quitar luminarias y los dispositivos auxiliares mientras que los postes o soportes y el sistema de accionamiento se mantiene el mismo. Este escenario se llamará de ahora en adelante, escenario con proyecto no. 1.

En la segunda alternativa se tendrían que cambiar las lámparas, agregar los soportes de concreto, eliminar los equipos auxiliares actuales y finalmente modificar los sistemas de

accionamiento para que puedan manejar las nuevas lámparas. Este escenario se llamará de ahora en adelante, escenario con proyecto no. 2.

Es importante mencionar que las lámparas traen consigo un controlador de corriente (Rodrigues, et al. 2011 p. 145), por lo que no es necesario agregar un equipo auxiliar. Las lámparas que se utilizarían en cada caso se describen en el estudio técnico.

4.2.3. Características cuantitativas del sistema de alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez en un escenario con y sin proyecto

Las características cuantitativas, describen las cantidades que se manejarán en el sistema y serán las siguientes:

1. Características de lámparas
 - a. Niveles de iluminación
 - b. Potencia de las lámparas
 - c. Tiempo de uso de las lámparas
 - d. Tiempo de vida de las lámparas
2. Cantidad de lámparas en el sistema
3. Consumo energético de las lámparas
4. Altura de los postes
5. Distancia promedio entre postes
6. Longitud de las calles
7. Consumo energético de los usuarios que pagan el servicio

Al igual que en las características cualitativas, hay algunas que permanecerán igual en todos los escenarios y son las siguientes:

1. Características de lámparas
 - c. Tiempo de uso de las lámparas: según información obtenida de la municipalidad de San Miguel Dueñas, en base a un inventario realizado por

la empresa eléctrica en diciembre de 2015, se menciona que las lámparas pasan encendidas 12 horas al día, normalmente de 6:00 p.m. a 6:00 a.m.

6. Longitud de las calles: según información obtenida por la Municipalidad la longitud de las calles de pared a pared varía entre 15, 11, 10, 7, 6 y 5 metros y las banquetas varían entre 0.45 y 75 metros. Las calles más angostas se encuentran en el casco urbano.

La siguiente tabla muestra por división geográfica cuáles son las variables cuantitativas que no cambian sin importar si el proyecto se lleva a cabo o no:

Tabla 2
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Características cuantitativas similares en todos los escenarios del estudio

Nombre de la Zona	Longitud promedio de las calles (m)	Tiempo de uso de las lámparas (hrs/día)
Zona 1	6	12
Zona 2 (Calle Real)	10	12
Zona 2 (Barrio el Cerrito)	5	12
Zona 3 (El Chilcal)	5	12
Zona 3 (Finca San Sebastián)	15	12
Zona 4	6	12
Aldea El Rosario	5	12
Carretera hacia Ciudad Vieja	11	12
Carretera hacia Santa Catarina Barahona	7	12
Carretera hacia Alotenango	7	12
Carretera hacia Finca El Tempixque	7	12

Fuente: elaboración propia en base a información del sistema de alumbrado público obtenida de la municipalidad de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

7. Consumo de los usuarios que pagan el servicio: cómo se definió en la sección 1.3.4, los usuarios que tienen servicio de energía eléctrica en su hogar pagan una tasa de alumbrado público mensualmente con sus facturas. En el caso del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez, esta tasa es de 21% sobre el monto de su factura sin IVA.

La Municipalidad proporcionó la información, de acuerdo con el año 2016 sobre el pago del arbitrio municipal de la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA), el cuál ascendió a un valor de Q1.05MM.

En base a información obtenida de CNEE (2016), referencia bibliográfica digital no. 20, el precio promedio del año 2016 para la tarifa social fue de 1.1370 Q/KWH, mientras que el precio promedio del mismo año para la tarifa no social fue de 1.1281 Q/KWH.

Según se publicó, en el Diario de Centroamérica (2015 p. 1), del total del consumo en Guatemala, el 90% es de usuarios que están en la tarifa social, mientras que el restante 10% está en la tarifa no social.

Entonces, el total de consumo de los usuarios de energía eléctrica en el municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez para el año 2016 fue de 4.40MM KWH. Esto se obtuvo a través de la siguiente fórmula:

$$(0.9CT * TS_{prom} + 0.1CT * TNS_{prom}) * 0.21 = IM$$

Donde: CT es el consumo total; TS_{prom} es la tarifa social promedio del año 2016 que fue de 1.1370 (Q/KWH); TNS_{prom} es la tarifa no social promedio del año 2016 que fue de 1.1281 (Q/KWH); e IM es el ingreso de la Municipalidad del año 2016 que fue de Q1.05MM. El 0.21 es la tasa municipal del alumbrado público respectiva de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez. De todas estas variables, la única que no se tenía era el consumo total que fue igual a 4.40MM de KWH consumidos en el año por los usuarios de energía eléctrica.

En base a la información obtenida de EEGSA (2015 p.11), el total de consumo de todos los usuarios de EEGSA fue: “en 2012 fue 4100.61MM KWH, en el 2013 fue 4194.12MM KWH, en el 2014 fue 4359MM KWH y en el 2015 fue 4586.50MM KWH” (p.11). Con estos valores se procedió a proyectar el consumo total de los usuarios de EEGSA hasta el 2026, utilizando el método de regresión lineal y se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 3
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Proyección de consumo de energía eléctrica total en MM KWH de usuarios de
EEGSA 2016-2026

Año	Consumo Total
2016	4715.71
2017	4877.96
2018	5040.22
2019	5202.48
2020	5364.73
2021	5526.99
2022	5689.25
2023	5851.50
2024	6013.76
2025	6176.02
2026	6338.27

Fuente: elaboración propia en base a información obtenida de EEGSA (2015), p. 11, y el uso de la fórmula "pronóstico" en Excel.

Debido a que, en 2016 el consumo de usuarios del Municipio fue de 4.40MM KWH y el total de consumo de usuarios de EEGSA ese año fue de 4751.71MM KWH. Es decir, que el consumo de los usuarios de San Miguel Dueñas equivale a 0.09% del total de EEGSA. Se asume que esta relación se mantiene, con el crecimiento de EGGSA, dando como resultado, la tabla no. 4.

Considerando la información de Diario de Centroamérica (2015), en donde se indica que los usuarios en la tarifa social son alrededor del 90%, el consumo de los usuarios en la tarifa social y la no social del Municipio se muestra en la tabla no. 5.

El resto de variables dependerán directamente de las lámparas instaladas y su análisis se presenta en los siguientes sub-capítulos.

Tabla 4
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Proyección de consumo de energía eléctrica de EEGSA en MM KWH, porcentaje
de consumo de los usuarios del Municipio con respecto del total de EEGSA y el
consumo de los usuarios del Municipio en MM KWH 2016-2026

Año	Consumo EEGSA	Porcentaje	Consumo Municipio
2016	4715.71	0.0933%	4.40
2017	4877.96	0.0933%	4.55
2018	5040.22	0.0933%	4.70
2019	5202.48	0.0933%	4.85
2020	5364.73	0.0933%	5.01
2021	5526.99	0.0933%	5.16
2022	5689.25	0.0933%	5.31
2023	5851.50	0.0933%	5.46
2024	6013.76	0.0933%	5.61
2025	6176.02	0.0933%	5.76
2026	6338.27	0.0933%	5.91

Fuente: elaboración propia en base a información obtenida de la tabla 3 de este documento, y la relación del consumo de usuarios del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez y el total del consumo de usuarios de EEGSA para el año 2016.

Tabla 5
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Proyección de consumo de energía eléctrica total, de tarifa social y no social de
los usuarios del Municipio en MM KWH 2016-2026

Año	Consumo Municipio	Tarifa Social	Tarifa no Social
2016	4.40	3.96	0.44
2017	4.55	4.10	0.46
2018	4.70	4.23	0.47
2019	4.85	4.37	0.49
2020	5.01	4.50	0.50
2021	5.16	4.64	0.52
2022	5.31	4.78	0.53
2023	5.46	4.91	0.55
2024	5.61	5.05	0.56
2025	5.76	5.19	0.58
2026	5.91	5.32	0.59

Fuente: elaboración propia en base a información obtenida de la tabla 4 de este documento, y del Diario de Centroamérica (2015), p. 1.

4.2.3.1. Características cuantitativas actuales (escenario sin proyecto) del sistema de alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

Según información obtenida por la Municipalidad en una visita de campo, el sistema de alumbrado público cuenta con lo siguiente:

1. Características de lámparas:

- a. Niveles de iluminación: según se define en el estudio técnico de este documento en la parte de micro-localización, el Municipio se divide en varias zonas que se muestran en las tablas no. 6 y 7, en las que se muestran los valores de luminancia e iluminancia que indicó el software Dialux. Los valores con fondo gris indican que estos valores no cumplen con la normativa de la CIE, mientras que el resto si cumplen con dicha normativa.

Tabla 6
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez
Niveles de iluminación actuales en carreteras del Municipio

Carretera	Norma CIE	$L_m \left(\frac{cd}{m^2} \right)$	U_0	U_1	TI %	SR
Hacia Ciudad Vieja	M4b	1.3	0.61	0.7	14	0.76
Hacia Santa Catarina Barahona	M5	0.85	0.58	0.58	14	1.05
Hacia Alotenango	M5	0.85	0.58	0.58	14	1.05
Hacia Finca el Tempixque	M5	0.85	0.58	0.58	14	1.05

Fuente: elaboración propia, en base a los resultados obtenidos del estudio luminotécnico del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez realizado en el software Dialux 4.12.

Tabla 7
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Niveles de iluminación actuales en el casco urbano del Municipio

Zona geográfica	Norma CIE	E_m (lx)	E_{min} (lx)	E_{min} (semicil) (lx)
Zona 1	S3	8.21	1.38	0.11
Zona 2 (Calle Real)	S3	8	1.31	0.09
Zona 2 (Barrio El Cerrito)	S4	20.79	1.61	0.09
Zona 3 (El Chilcal)	S3	20.8	1.6	0.09
Zona 3 (Finca San Sebastian)	S4	19.64	7.59	1.09
Zona 4	S3	8.21	1.38	0.11
El Rosario	S5	5.53	0.14	0.01

Fuente: elaboración propia, en base a los resultados obtenidos del estudio luminotécnico del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez realizado en el software Dialux 4.12.

- b. Potencia de las lámparas: en base a un inventario realizado por la empresa eléctrica en diciembre de 2015, se tienen lámparas de vapor de sodio de alta presión de diferentes potencias que son: 150 Watts, 175 Watts, 250 Watts, 100 Watts, 105 Watts y 400 Watts.
 - d. Tiempo de vida de las lámparas: en base a un inventario realizado por la empresa eléctrica, se menciona que la vida promedio de las lámparas es de aproximadamente 25,000 horas que equivalen a 2,084 días o 5.7 años aproximadamente.
2. Cantidad de lámparas en el sistema: en base a un inventario realizado por la empresa eléctrica en diciembre de 2015 el Municipio, cuenta con un total de 544 luminarias. De esas 544 lámparas, 2 son de 150 Watts, 71 de 175 Watts, 64 de 250 Watts, 277 de 100 Watts, 1 de 105 Watts y 129 de 400 Watts.
 3. Consumo energético: en las tablas 8 a 11 se muestra el cálculo del consumo energético que se tiene actualmente en el sistema de alumbrado público del Municipio, mostrando únicamente los meses que difieren en días, es decir, meses de 31, 30, 29 o 28 días.

En las tablas 12 y 13 se muestra el consumo de todo un año no bisiesto y bisiesto manteniéndose el sistema actual con lámparas a vapor de sodio de alta presión.

Tabla 8

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un
escenario sin proyecto y para un mes de 28 días en KWH**

Cantidad de lámparas	Potencia de lámparas en Watts	Cantidad de horas encendidas al día	Días del mes	Total de consumo en KWH
2	180	12	28	120.96
71	205	12	28	4,890.48
64	280	12	28	6,021.12
277	130	12	28	12,099.36
1	135	12	28	45.36
129	430	12	28	18,637.92
Total Consumo del mes en KWH				41,815.20

Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida la Municipalidad

Tabla 9

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un
escenario sin proyecto y para un mes de 29 días en KWH**

Cantidad de lámparas	Potencia de lámparas en Watts	Cantidad de horas encendidas	Días del mes	Total de consumo en KWH
2	180	12	29	125.28
71	205	12	29	5,065.14
64	280	12	29	6,236.16
277	130	12	29	12,531.48
1	135	12	29	46.98
129	430	12	29	19,303.56
Total Consumo del mes en KWH				43,308.60

Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida la Municipalidad

Tabla 10

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un
escenario sin proyecto y para un mes de 30 días en KWH**

Cantidad de lámparas	Potencia de lámparas en Watts	Cantidad de horas encendidas	Días del mes	Total de consumo en KWH
2	180	12	30	129.60
71	205	12	30	5,239.80
64	280	12	30	6,451.20
277	130	12	30	12,963.60
1	135	12	30	48.60
129	430	12	30	19,969.20
Total Consumo del mes en KWH				44,802.00

Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida la Municipalidad

Tabla 11
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un
escenario sin proyecto y para un mes de 31 días en KWH

Cantidad de lámparas	Potencia de lámparas en Watts	Cantidad de horas encendidas	Días del mes	Total de consumo en KWH
2	180	12	31	133.92
71	205	12	31	5,414.46
64	280	12	31	6,666.24
277	130	12	31	13,395.72
1	135	12	31	50.22
129	430	12	31	20,634.84
Total Consumo del mes en KWH				46,295.40

Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida la Municipalidad

Tabla 12
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo energético del sistema en escenario sin proyecto para un año no
bisiesto en KWH

Mes	Total Consumo KWH
Enero	46,295.40
Febrero	41,815.20
Marzo	46,295.40
Abril	44,802.00
Mayo	46,295.40
Junio	44,802.00
Julio	46,295.40
Agosto	46,295.40
Septiembre	44,802.00
Octubre	46,295.40
Noviembre	44,802.00
Diciembre	46,295.40
Total	545,091.00

Fuente: Elaboración propia, en base a los datos de la municipalidad de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

Tabla 13
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo energético del sistema en escenario sin proyecto en un año bisiesto en
KWH

Mes	Total Consumo KWH
Enero	46,295.40
Febrero	43,308.60
Marzo	46,295.40
Abril	44,802.00
Mayo	46,295.40
Junio	44,802.00
Julio	46,295.40
Agosto	46,295.40
Septiembre	44,802.00
Octubre	46,295.40
Noviembre	44,802.00
Diciembre	46,295.40
Total	546,584.40

Fuente: Elaboración propia, en base a los datos de la municipalidad de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

El valor de la potencia de las lámparas difiere de la información encontrada en los ítems 1.b y 2 de esta sección, debido a que, en este sistema a cada lámpara se agregan equipos auxiliares que son balastos, los cuales tienen una potencia de 30 Watts en promedio, en base a la información brindada por la municipalidad de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez.

Para el cálculo del consumo por mes se emplearon las columnas de cantidad de lámparas de un tipo de Watts, el consumo en Watts de la lámpara más el equipo auxiliar, la cantidad de horas que pasan las lámparas encendidas en un día y el total de días del mes. Todas estas columnas se multiplican dando como resultado los valores encontrados en la columna Total de consumo en KWH.

4. Altura de los postes: en el Municipio se cuenta con postes de diferentes alturas, dependiendo de la cantidad de líneas de conducción que lleven, y del lugar donde se encuentren ubicados varían entre 10, 8 y 6 metros.

5. Distancia promedio entre postes: en el ingreso al Municipio a través de la carretera que conecta a Ciudad Vieja con San Miguel Dueñas los postes están colocados a una distancia de 45 metros; en la calle que conduce hacia la finca el Tempixque la distancia promedio es de 60 metros; en la calle que conduce hacia la colonia el cerrito la distancia promedio es de 56 metros; en la calle que conduce a la aldea El Rosario es de 50 metros; y finalmente, en el casco urbano la distancia es de 40 metros.

*5.2.3.2. Características cuantitativas
escenarios con proyecto del sistema
de alumbrado público del municipio
de San Miguel Dueñas, departamento
de Sacatepéquez*

Según información, de los resultados del estudio luminotécnico del Software Dialux, se obtuvieron los valores de luminancia e iluminancia que se tendrían en el municipio de San Miguel Dueñas para verificar cómo el cambio de lámparas podía afectar o mejorar los requerimientos de iluminación que solicitan los normativos internacionales de la CIE.

Finalmente se muestran todas las características cuantitativas en caso de que se llegue a realizar el proyecto, mostrando las dos alternativas con proyecto planteadas.

1. Características de lámparas:

- a. Niveles de iluminación: según se define en el estudio técnico de este documento en la parte de micro-localización, el Municipio se divide en varias zonas que se muestran en las siguientes tablas, en las que se muestran los valores de iluminación según los requerimientos establecidos por la CIE, del escenario con proyecto no.1.

Al igual que las tablas mostradas en el sub-capítulo anterior, de características cuantitativas sin proyecto, los valores que no tienen color en

el fondo indican que, si cumple con los requisitos establecidos, mientras que los que tienen fondo gris no.

Tabla 14
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Niveles de iluminación en el escenario con proyecto no. 1 en las carreteras del
Municipio

Carretera	Norma CIE	$L_m(\frac{cd}{m^2})$	U_0	U_1	TI %	SR
Hacia Ciudad Vieja	M4b	0.93	0.6	0.59	11	0.59
Hacia Santa Catarina Barahona	M5	0.66	0.56	0.5	9	0.85
Hacia Alotenango	M5	0.66	0.56	0.5	9	0.85
Hacia Finca el Tempixque	M5	0.66	0.56	0.5	9	0.85

Fuente: Elaboración propia, en base a los resultados obtenidos del estudio luminotécnico del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez realizado en el software Dialux 4.12.

Tabla 15
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Niveles de iluminación en el escenario con proyecto no. 1 en el casco urbano del
Municipio

Zona geográfica	Norma CIE	$E_m(lx)$	$E_{min}(lx)$	$E_{min}(semicil)(lx)$
Zona 1	S3	8.35	3.38	0.23
Zona 2 (Calle Real)	S3	5.03	1.86	0.05
Zona 2 (Barrio El Cerrito)	S4	7.61	1.15	0.02
Zona 3 (El Chilcal)	S3	12.25	1.81	0.04
Zona 3 (Finca San Sebastian)	S4	21.26	3.83	1.15
Zona 4	S3	8.35	3.38	0.23
El Rosario	S5	7.29	0.95	0.01

Fuente: Elaboración propia, en base a los resultados obtenidos del estudio luminotécnico del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez realizado en el software Dialux 4.12.

Cómo se puede ver, en el casco urbano no se cumple con los requerimientos de iluminación establecidos por los normativos

internacionales de la CIE y, para cumplir con los mismos. se propone realizar el escenario con proyecto no. 2.

Con este cambio, y en base al estudio luminotécnico hecho en el software Dialux se lograrían los resultados lumínicos mostrados en la tabla no. 16.

Tabla 16
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Niveles de iluminación en el escenario con proyecto no. 2 en el casco urbano del
Municipio

Zona geográfica	Norma CIE	E_m (lx)	E_{min} (lx)	E_{min} (semicil) (lx)
Zona 1	S3	9.64	6.46	2.19
Zona 2 (Calle Real)	S3	8.02	7.12	1.02
Zona 2 (Barrio El Cerrito)	S4	7.48	5.76	1.09
Zona 3 (El Chilcal)	S3	10.02	7.73	2.04
Zona 3 (Finca San Sebastian)	S4	7.21	3.87	1.88
Zona 4	S3	9.64	6.46	2.19
El Rosario	S5	4.31	3.48	0.76

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos del estudio luminotécnico del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez realizado en el software Dialux 4.12.

- b. Potencia de las lámparas: en base al estudio luminotécnico realizado en el software DiaLux, las lámparas que se tienen que utilizar en el escenario con proyecto no. 1 son de tipo LED de 60 Watts, 70 Watts, 90 Watts, 100 Watts y 250 Watts.
Mientras que, para el escenario con proyecto no. 2, las lámparas que se tienen que utilizar son de 12.50 Watts, 18 Watts, 26.50 Watts, 29 Watts y 250 Watts.
- d. Tiempo de vida de las lámparas: según información obtenida de varias fuentes, las lámparas duran alrededor de 50,000 horas. Si se mantienen las 12 horas encendidas esto da un total 4,167 días, valor que indica que estas lámparas duran el doble de las de vapor de sodio y por lo tanto los costos de operación se disminuyen. Esto aplica para ambos escenarios con proyecto.

2. Cantidad de lámparas en el sistema: en el escenario con proyecto no. 1, el número de lámparas que tendría el sistema sería el mismo de 544 luminarias. De estas 544 lámparas, 270 son de 60 Watts, 68 de 70 Watts, 43 de 90 Watts, 34 de 100 Watts y 129 de 250 Watts.

En el escenario con proyecto no. 2, el número de lámparas que tendría el sistema sería de 1061. De estas 1061 lámparas, 639 son de 26.50 Watts, 96 son de 29 Watts, 86 de 18 Watts, 114 de 12.50 Watts y 129 de 250 Watts.

3. Consumo energético: en las tablas 17 a la 20 se muestra el consumo en meses de 28, 29, 30 y 31 días y en las tablas 21 y 22 el consumo anual de un año bisiesto y no bisiesto del escenario con proyecto no. 1.

Tabla 17

Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un escenario con proyecto no. 1 y para un mes de 28 días en KWH

Cantidad de lámparas	Potencia de lámparas en Watts	Cantidad de horas encendidas	Días del mes	Total de consumo en KWH
270	60	12	28	5,443.20
68	70	12	28	1,599.36
43	90	12	28	1,300.32
34	100	12	28	1,142.40
129	250	12	28	10,836.00
Total Consumo del mes en KWH				20,321.28

Fuente: Elaboración propia, en base a los resultados obtenidos del estudio luminotécnico del Municipio realizado en el software Dialux 4.12.

Tabla 18

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez**
**Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un
escenario con proyecto no. 1 y para un mes de 29 días en KWH**

Cantidad de lámparas	Potencia de lámparas en Watts	Cantidad de horas encendidas	Días del mes	Total de consumo en KWH
270	60	12	29	5,637.60
68	70	12	29	1,656.48
43	90	12	29	1,346.76
34	100	12	29	1,183.20
129	250	12	29	11,223.00
Total Consumo del mes en KWH				21,047.04

Fuente: Elaboración propia, en base a los resultados obtenidos del estudio luminotécnico del Municipio realizado en el software Dialux 4.12.

Tabla 19

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez**
**Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un
escenario con proyecto no. 1 y para un mes de 30 días en KWH**

Cantidad de lámparas	Potencia de lámparas en Watts	Cantidad de horas encendidas	Días del mes	Total de consumo en KWH
270	60	12	30	5,832.00
68	70	12	30	1,713.60
43	90	12	30	1,393.20
34	100	12	30	1,224.00
129	250	12	30	11,610.00
Total Consumo del mes en KWH				21,772.80

Fuente: Elaboración propia, en base a los resultados obtenidos del estudio luminotécnico del Municipio realizado en el software Dialux 4.12.

Tabla 20

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez**
**Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un
escenario con proyecto no. 1 y para un mes de 31 días en KWH**

Cantidad de lámparas	Potencia de lámparas en Watts	Cantidad de horas encendidas	Días del mes	Total de consumo en KWH
270	60	12	31	6,026.40
68	70	12	31	1,770.72
43	90	12	31	1,439.64
34	100	12	31	1,264.80
129	250	12	31	11,997.00
Total Consumo del mes en KWH				22,498.56

Fuente: Elaboración propia, en base a los resultados obtenidos del estudio luminotécnico del Municipio realizado en el software Dialux 4.12.

Tabla 21
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo energético del sistema en escenario con proyecto no. 1 para un año no
bisiesto en KWH

Mes	Total Consumo KWH
Enero	22,498.56
Febrero	10,836.00
Marzo	22,498.56
Abril	21,772.80
Mayo	22,498.56
Junio	21,772.80
Julio	22,498.56
Agosto	22,498.56
Septiembre	21,772.80
Octubre	22,498.56
Noviembre	21,772.80
Diciembre	22,498.56
Total	255,417.12

Fuente: Elaboración propia, en base a los resultados obtenidos del estudio luminotécnico del Municipio realizado en el software Dialux 4.12.

Tabla 22
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo energético del sistema en escenario con proyecto no. 1 para un año
bisiesto en KWH

Mes	Total Consumo KWH
Enero	22,498.56
Febrero	21,047.04
Marzo	22,498.56
Abril	21,772.80
Mayo	22,498.56
Junio	21,772.80
Julio	22,498.56
Agosto	22,498.56
Septiembre	21,772.80
Octubre	22,498.56
Noviembre	21,772.80
Diciembre	22,498.56
Total	265,628.16

Fuente: Elaboración propia, en base a los resultados obtenidos del estudio luminotécnico del Municipio realizado en el software Dialux 4.12.

En las tablas 23 a la 26 se muestra el consumo por mes de 28, 29, 30 y 31 días y en las tablas 27 y 28 para los años bisiesto y no bisiesto para el escenario no. 2.

Tabla 23

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez**
**Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un
escenario con proyecto no. 2 y para un mes de 28 días en KWH**

Cantidad de lámparas	Potencia de lámparas en Watts	Cantidad de horas encendidas	Días del mes	Total de consumo en KWH
26.50	639	12	28	5,689.66
29.00	96	12	28	935.42
18.00	86	12	28	520.13
12.50	114	12	28	478.80
250.00	129	12	28	10,836.00
Total Consumo del mes en KWH				18,460.01

Fuente: Elaboración propia, en base a los resultados obtenidos del estudio luminotécnico del Municipio realizado en el software Dialux 4.12.

Tabla 24

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez**
**Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un
escenario con proyecto no. 2 y para un mes de 29 días en KWH**

Cantidad de lámparas	Potencia de lámparas en Watts	Cantidad de horas encendidas	Días del mes	Total de consumo en KWH
26.50	639	12	29	5,892.86
29.00	96	12	29	968.83
18.00	86	12	29	538.70
12.50	114	12	29	495.90
250.00	129	12	29	11,223.00
Total Consumo del mes en KWH				19,119.29

Fuente: Elaboración propia, en base a los resultados obtenidos del estudio luminotécnico del Municipio realizado en el software Dialux 4.12.

Tabla 25

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez**
**Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un
escenario con proyecto no. 2 y para un mes de 30 días en KWH**

Cantidad de lámparas	Potencia de lámparas en Watts	Cantidad de horas encendidas	Días del mes	Total de consumo en KWH
26.50	639	12	30	6,096.06
29.00	96	12	30	1,002.24
18.00	86	12	30	557.28
12.50	114	12	30	513.00
250.00	129	12	30	11,610.00
Total Consumo del mes en KWH				19,778.58

Fuente: Elaboración propia, en base a los resultados obtenidos del estudio luminotécnico del Municipio realizado en el software Dialux 4.12.

Tabla 26
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo energético del sistema de alumbrado público del Municipio en un
escenario con proyecto no. 2 y para un mes de 31 días en KWH

Cantidad de lámparas	Potencia de lámparas en Watts	Cantidad de horas encendidas	Días del mes	Total de consumo en KWH
26.50	639	12	31	6,299.26
29.00	96	12	31	1,035.65
18.00	86	12	31	575.86
12.50	114	12	31	530.10
250.00	129	12	31	11,997.00
Total Consumo del mes en KWH				20,437.87

Fuente: Elaboración propia, en base a los resultados obtenidos del estudio luminotécnico del Municipio realizado en el software Dialux 4.12.

Tabla 27
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo energético del sistema en escenario con proyecto no. 2 para un año no
bisiesto en KWH

Mes	Total Consumo KWH
Enero	20,437.87
Febrero	18,460.01
Marzo	20,437.87
Abril	19,778.58
Mayo	20,437.87
Junio	19,778.58
Julio	20,437.87
Agosto	20,437.87
Septiembre	19,778.58
Octubre	20,437.87
Noviembre	19,778.58
Diciembre	20,437.87
Total	240,639.39

Fuente: Elaboración propia, en base a los resultados obtenidos del estudio luminotécnico del Municipio realizado en el software Dialux 4.12.

Tabla 28
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo energético del sistema en escenario con proyecto no. 1 para un año
bisiesto en KWH

Mes	Total Consumo KWH
Enero	20,437.87
Febrero	19,119.29
Marzo	20,437.87
Abril	19,778.58
Mayo	20,437.87
Junio	19,778.58
Julio	20,437.87
Agosto	20,437.87
Septiembre	19,778.58
Octubre	20,437.87
Noviembre	19,778.58
Diciembre	20,437.87
Total	241,298.68

Fuente: Elaboración propia, en base a los resultados obtenidos del estudio luminotécnico del Municipio realizado en el software Dialux 4.12.

4. Altura de los postes: En el escenario con proyecto no. 1, para las carreteras y el casco urbano, se mantienen las mismas alturas, y en el escenario no. 2 donde se agreguen más luminarias al sistema se tendrían que agregar postes de 6, 7, 8 y 10 metros en el casco urbano.
5. Distancia promedio entre postes: en el primer escenario, las distancias entre postes son las mismas. En el escenario 2, que es donde se mejora la iluminación, las distancias en el casco urbano varían entre 20 y 25 metros. La tabla no. 29 resume las últimas dos variables cuantitativas en el caso con proyecto escenario no. 2.

Tabla 29
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Características cuantitativas: distancia entre postes y altura del alumbrado
público del Municipio en m, para el escenario con proyecto no. 2

Nombre de la Zona	Distancia entre postes	Altura de lámparas
Zona 1	20.00	6.00
Zona 2 (Calle Real)	25.00	8.00
Zona 2 (Barrio el Cerrito)	20.00	8.50
Zona 3 (El Chilcal)	20.00	8.00
Zona 3 (Finca San Sebastián)	25.00	7.00
Zona 4	20.00	6.00
Aldea El Rosario	20.00	8.00

Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida del estudio luminotécnico del Municipio realizado en el software Dialux 4.12.

4.3. Proyección de instalación de lámparas con y sin proyecto

En el escenario sin proyecto, la Municipalidad confirmó que no se tiene planificada ninguna expansión del sistema de alumbrado público para los siguientes 4 años.

Para el escenario con proyecto, en la primera propuesta se sustituirían las lámparas actuales por las nuevas con tecnología LED, el total de lámparas para este escenario sería el mismo que se tiene actualmente sin proyecto, un total de 544 lámparas.

Para la segunda propuesta, que es la que cumple con los requerimientos de iluminación establecidos por la CIE, luego del análisis realizado por medio del software DiaLux se necesitan instalar un total de 1,061 lámparas, es decir 517 lámparas adicionales para cumplir con los requerimientos de iluminación adecuados.

4.4. Precios de la energía eléctrica

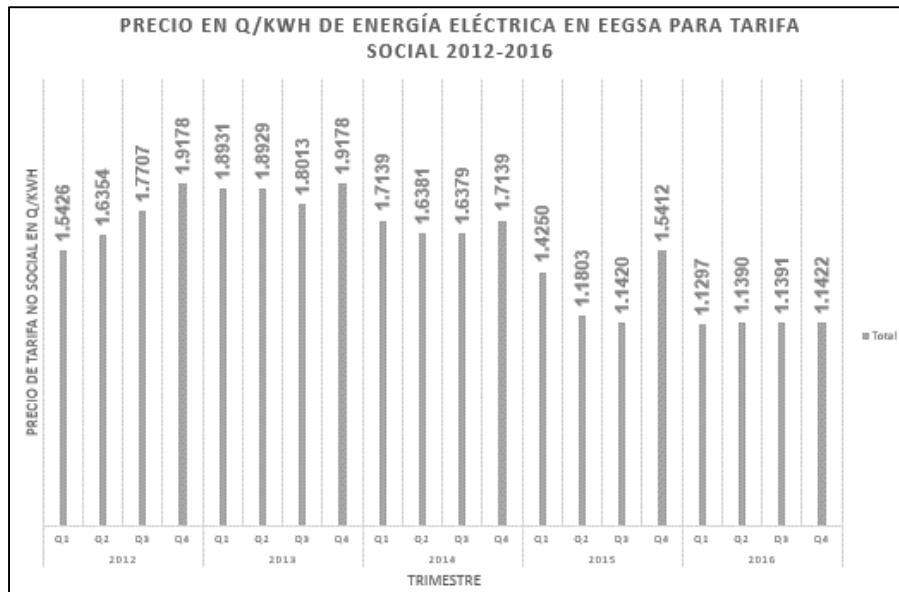
Cómo se definió en la sección 1.4, existen 3 tarifas importantes para este proyecto, que son la tarifa social, la tarifa de baja tensión simple y la del alumbrado público expuestas

en Quetzales por KWH consumido. En las figuras 2, 3 y 4, se presentan dichos precios por trimestre desde el primer trimestre de 2012 hasta el cuarto trimestre de 2016.

En las figuras se puede ver que a partir del Q4 del año 2014, los precios bajaron y parecen contener componentes cíclicos y una tendencia a que los precios bajen.

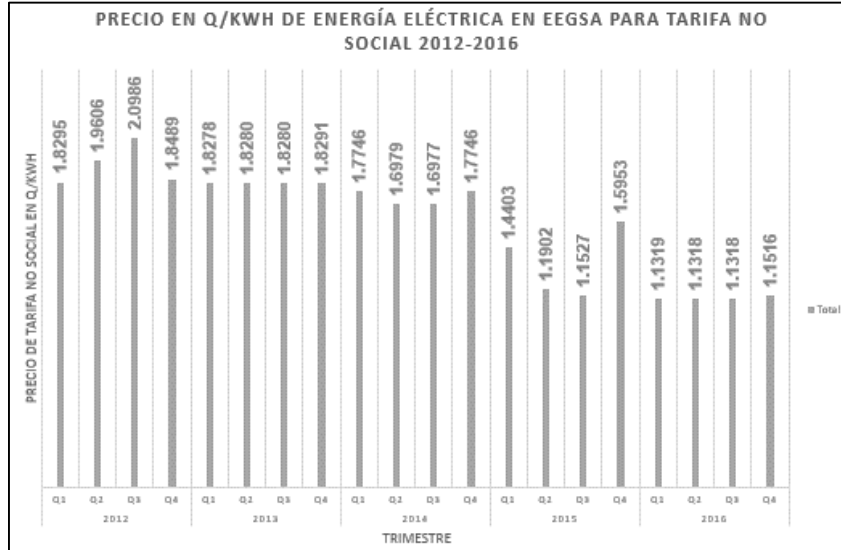
Los componentes cíclicos corresponden a los cambios en los precios del petróleo, mientras que la tendencia hacia la baja corresponde al ingreso de nuevas fuentes de energía al mercado mayorista como la solar, la eólica y el gas natural, las cuales tienen un menor costo de operación y por lo tanto disminuyen los precios.

Figura 2
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Precios de energía eléctrica para tarifa social en distribuidora EEGSA (Q/KWH)
2012-2016



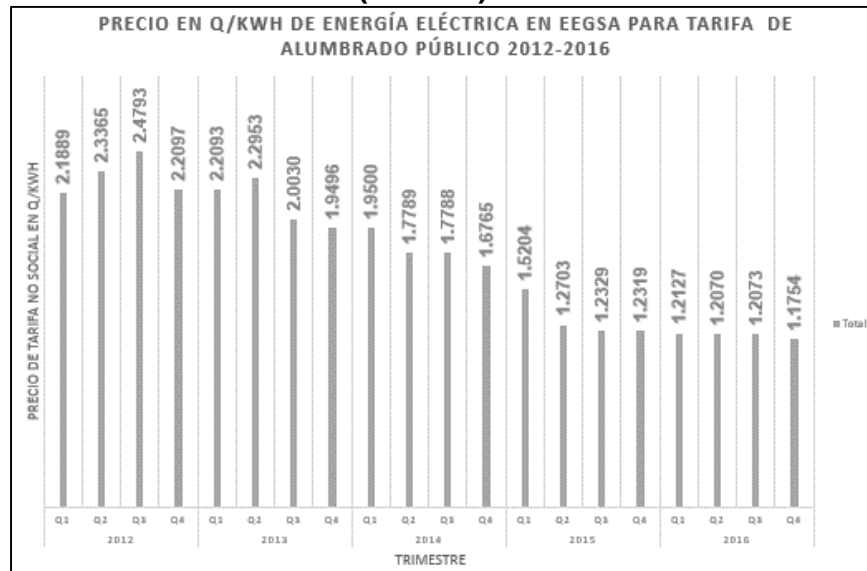
Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida de CNEE (2016), referencia bibliográfica digital no. 20

Figura 3
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Precios de energía eléctrica para la tarifa no social en distribuidora EEGSA
(Q/KWH) 2012-2016



Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida de CNEE (2016), referencia bibliográfica digital no. 20

Figura 4
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Precio de energía eléctrica para la tarifa de alumbrado público en distribuidora
EEGSA (Q/KWH) 2012-2016



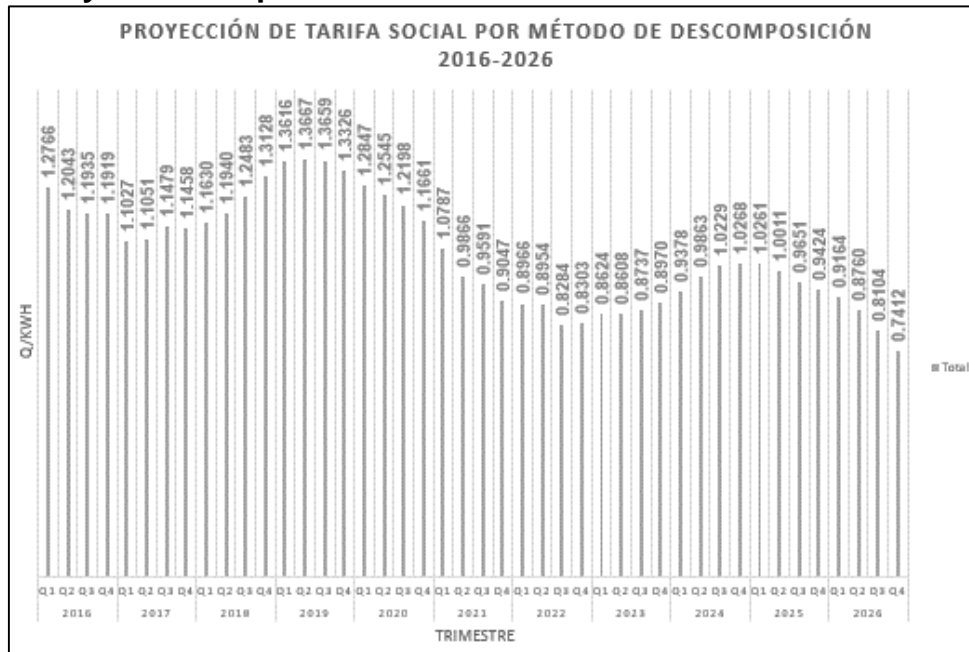
Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida de CNEE (2016), referencia bibliográfica digital no. 20

Con esto en mente y debido a que en las variables financieras a verificar se plantea que el proyecto se puede pagar en 5 años, en las figuras 5, 6 y 7 se muestran las proyecciones de los precios de tarifa social, tarifa no social y tarifa de alumbrado público hasta el 2026.

Dichas proyecciones se realizaron utilizando el método de descomposición multiplicativo con componentes cíclicos y de tendencia exponencial.

Estas proyecciones servirán para el estudio financiero, ya que permiten proyectar los costos de mantenimiento y los ingresos según sea el caso.

Figura 5
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Proyección de precios tarifa social EEGSA Q/KWH 2016-2026



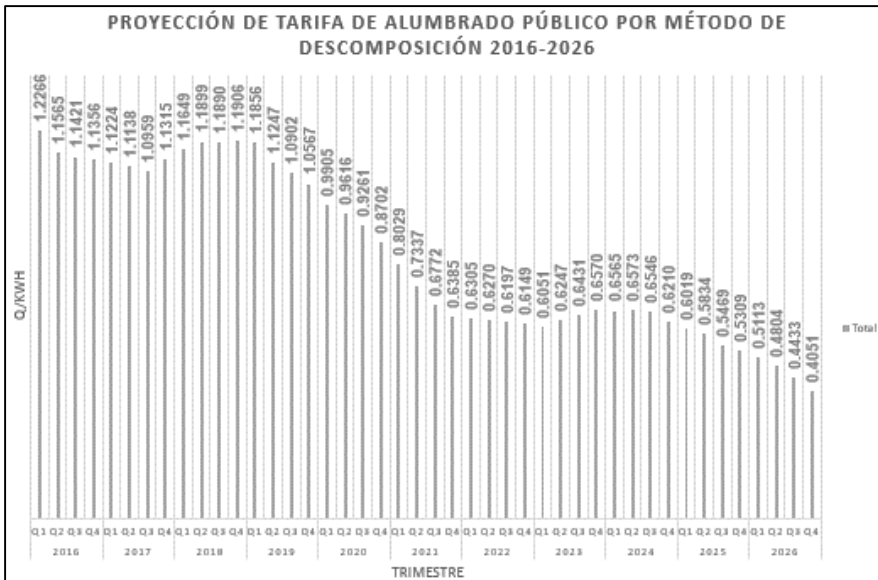
Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida de CNEE (2016), referencia bibliográfica digital no. 20 y utilizando el método de descomposición

Figura 6
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Proyección de precios tarifa no social EEGSA Q/KWH 2016-2026



Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida de CNEE (2016), referencia bibliográfica digital no. 20 y utilizando el método de descomposición

Figura 7
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Proyección de los precios para tarifa de alumbrado público EEGSA Q/KWH 2016-2026



Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida de CNEE (2016), referencia bibliográfica digital no. 20 y utilizando el método de descomposición

4.5. Mercado proveedor de luces led

En cuanto al mercado proveedor, en el país existen varias empresas que distribuyen dispositivos eléctricos de diferentes marcas y se dedican directamente a la venta de estos dispositivos.

Adicional a estas empresas, también existen otras dedicadas a vender servicios y que para algunos casos específicos se encargan de proveer incluso los materiales que utilizarán para el proyecto, esto dependiendo de la solicitud del cliente.

En las siguientes secciones se indicará el nombre de las empresas y los costos de las luces LED, así como las características que ofrecen.

4.5.1. Empresas que ofrecen lámparas de alumbrado público led

Dentro de las empresas que ofrecen lámparas de alumbrado público LED en Guatemala están: CELASA S.A., Antillon S.A., Electroma S.A. y Grupo Diosa Led. Las cuatro empresas distribuyen lámparas de diferentes marcas como: LuxLite, RoHS y LighTec, así como otras marcas conocidas.

Algunas de las empresas que ofrecen servicios de instalación son Agrocentro y Servicios de Ingeniería Eléctrica.

4.5.2. Costos de las luces led

De información colectada de las empresas mencionadas arriba se crea la tabla no. 30 con los precios por lámparas:

Tabla 30
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Precios en Q de lámparas LED de alumbrado público (diferentes marcas y
diferentes consumos)

	70W	80W	120W	150W	200W
CELASA S.A.			Q2,195.76	Q 2,785.76	Q 4,200.00
Antillon S.A.		Q 2,670.00		Q 4,153.00	
Electroma S.A.		Q 2,116.84		Q 3,186.18	
Grupo Diosa S.A.	Q4,554.38		Q5,061.75	Q 5,133.42	

Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida de las empresas listadas en la tabla

4.5.3. Características de las luces led ofrecidas

Antillon S.A., Electroma S.A. y Grupo Diosa ofrecen productos con similares características técnicas las cuales incluyen diferentes potencias de lámparas como 60W, 80W, 120W y 150W con un tiempo de vida de hasta 50,000 horas.

CELASA ofrece productos con características distintas a las de las otras tres empresas, especialmente en los tiempos de vida de las lámparas con 16,000 y 25,000 horas para este tipo de lámparas lo que las hace muy parecidas a las de vapor de sodio.

Únicamente la empresa Grupo Diosa ofrece 5 años de garantía de las lámparas, mientras que el resto únicamente 1 año. Y por lo que indican los proveedores en base a los productos que ofrecen una lámpara LED de 70W u 80W puede cubrir las necesidades de iluminación de una de vapor de sodio de alta presión de 100W, mientras que una de 120W o de 150W puede cubrir las necesidades de una lámpara de Vapor de sodio de hasta 250W, finalmente, una de 200W puede cubrir las necesidades de una de 400W de vapor de Sodio.

Con respecto a la disponibilidad de las lámparas LED de alumbrado público, las empresas indicaron que dependiendo de la cantidad podrían determinar cuánto tiempo les tomaría entregarlas.

Sin embargo, según el análisis hecho en el estudio técnico se logró constatar que cada lámpara fue diseñada para un uso particular, y que se trata únicamente de escoger las lámparas por su consumo, sino hay que tomar en cuenta aspectos técnicos de la lámpara para definir correctamente cuál se usará, trabajo que realiza el software DiaLux.

Otro punto por tomar en cuenta es que las marcas distribuidas por las empresas guatemaltecas mencionadas aquí, no se encuentran en el software DiaLux, por lo que no fue posible realizar el diseño en base a ellas, sino se realizó con una marca conocida como lo es Philips.

Debido a que cada lámpara tiene diferentes características, es necesario que el proveedor entregue lámparas certificadas por el software, con el análisis necesario que muestre que el diseño cumple con los requerimientos de iluminación establecidos.

5. CAPÍTULO 2: ESTUDIO TÉCNICO DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO DE SAN MIGUEL DUEÑAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ

En este capítulo se presentan los temas relacionados al estudio técnico del cambio de lámparas de vapor de sodio que actualmente se tienen en el municipio de San Miguel Dueñas, del departamento de Sacatepéquez, por lámparas LED más eficientes.

Se muestra la localización tanto macro y micro. Se evalúan y analizan: el tamaño del sistema de alumbrado eléctrico en un marco con y sin proyecto; la cantidad de lámparas instaladas por cada división; la elección de las lámparas que sustituirán a las actuales; el estudio luminotécnico del proyecto; los procesos de instalación y operación del proyecto; y finalmente, los costos de instalación y operación.

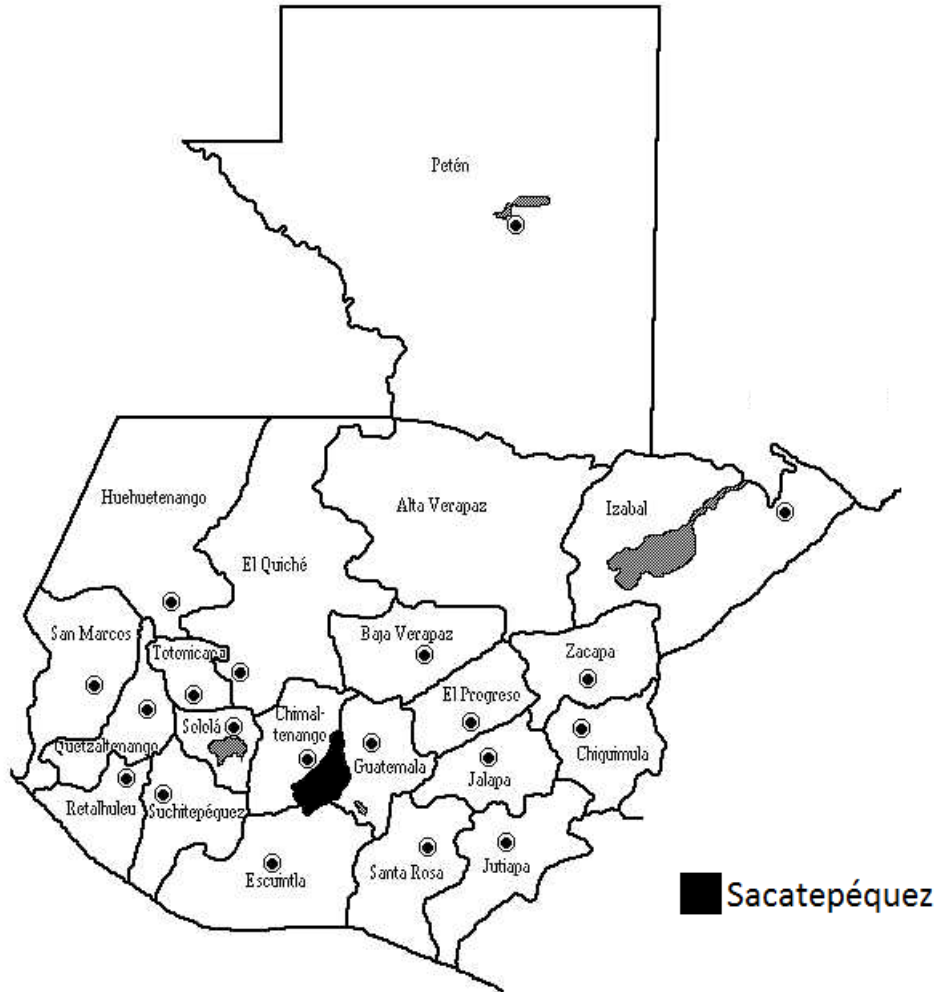
5.1. Localización

En esta sección se definen y describen la macro-localización y la de micro-localización para la implementación del proyecto dentro del municipio en cuestión.

5.1.1. Macro-localización

El municipio de San Miguel Dueñas se encuentra ubicado dentro del departamento de Sacatepéquez que pertenece a la zona central del país. El departamento colinda con Guatemala, Chimaltenango y Escuintla y es uno de los más pequeños del país. La siguiente figura muestra su ubicación.

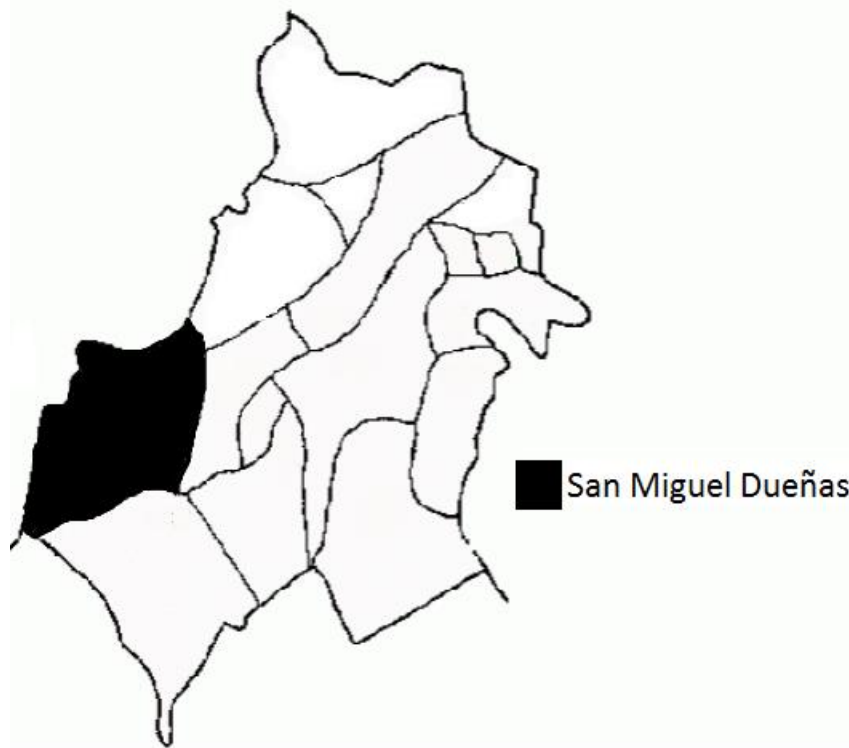
Figura 8
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Mapa de Guatemala del 2012, resaltado departamento de Sacatepéquez



Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida de la página web:
<https://culturapeteneraymas.wordpress.com/2012/02/11/mapas-del-departamento-de-sacatepequez/>

En la siguiente figura se muestra la ubicación del municipio de San Miguel Dueñas, dentro del departamento de Sacatepéquez.

Figura 9
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Mapa de Sacatepéquez del 2012, resaltando el municipio de San Miguel Dueñas,
Sacatepéquez



Fuente: elaboración propia en base a información obtenida de la página web:
<https://culturapeteneraymas.wordpress.com/2012/02/11/mapas-del-departamento-de-sacatepequez/>

En el documento “Plan de desarrollo municipal de San Miguel Dueñas” realizado por Segeplan y la municipalidad de San Miguel Dueñas en diciembre de 2010, se menciona que el Municipio se encuentra ubicado a 11 kilómetros de la cabecera departamental (Antigua Guatemala) y a 54 kilómetros de la ciudad capital.

Tiene una extensión territorial de 35 km cuadrados y se encuentra ubicado en una elevación de 1,460 metros sobre el nivel del mar. Colinda con:

1. Norte: San Antonio Aguas Calientes y Santa Catarina Barahona
2. Sur: San Juan Alotenango
3. Este: Ciudad Vieja

4. Oeste: Acatenango y San Andrés Itzapa
5. Noroeste: Santa Catarina Barahona

El acceso al lugar es a través de la ruta nacional 14, que va de Antigua hacia el departamento de Escuintla. Todos los accesos se encuentran bien pavimentados hasta el casco central del Municipio.

5.1.2. Micro-localización

Según el documento “Plan de desarrollo municipal de San Miguel Dueñas”, desarrollado por Segeplan y la municipalidad de San Miguel Dueñas en diciembre de 2010, el Municipio está conformado por 15 centros poblados siendo estos los siguientes:

Tabla 31
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Distribución territorial del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de
Sacatepéquez

Categoría	Nombre
Pueblo	Casco urbano (4 zonas)
Aldea	El Rosario
Barrio	El Cerro
Barrio	El Chilcal
Barrio	El Recreo
Barrio	Buenos Aires
Finca	San Sebastián
Finca	Urías
Finca	El Tempixque
Finca	Primavera
Finca	Michigan
Finca	Valhala
Finca	Venecia
Finca	Fuentes de San Miguel
Hacienda	Hacienda del Comendador

Fuente: elaboración propia con información del documento “Plan de desarrollo municipal de San Miguel Dueñas” página 11 de diciembre 2010.

Sin embargo, para este trabajo, debido a las características que comparten las calles y para facilitar el análisis en el software DiaLux, el pueblo se dividirá en 11 sub-regiones

pertenecientes principalmente a los grandes grupos que son centros urbanos y carreteras, como se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 32
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Distribución geográfica del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de
Sacatepéquez para proyecto de cambio de alumbrado público

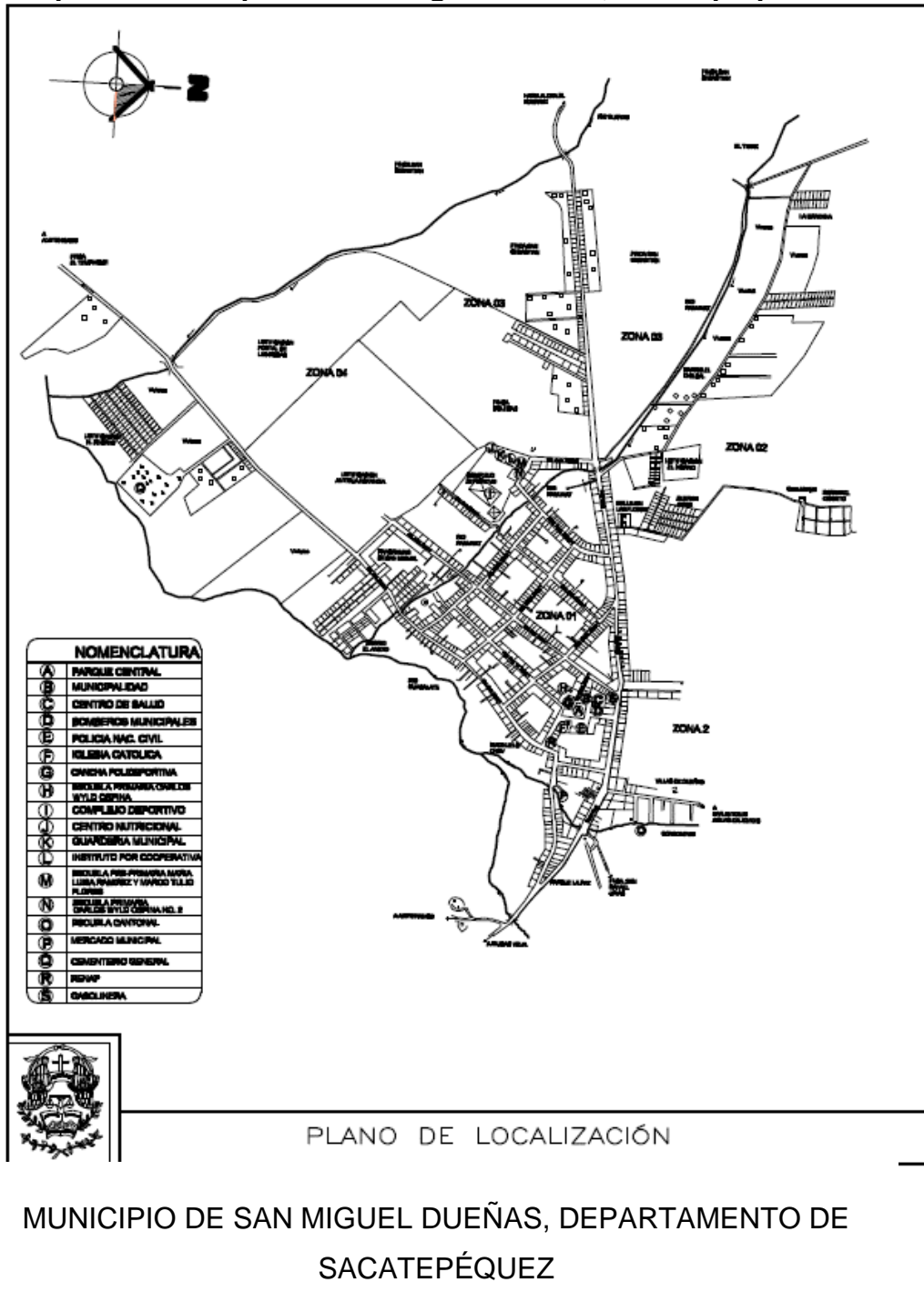
Categoría	Nombre de la Zona
Pueblo	Zona 1
Pueblo	Zona 2 (Calle Real)
Pueblo	Zona 2 (Barrio el Cerrito)
Pueblo	Zona 3 (El Chilcal)
Pueblo	Zona 3 (Finca San Sebastián)
Pueblo	Zona 4
Pueblo	Aldea El Rosario
Carretera	Carretera hacia Ciudad Vieja
Carretera	Carretera hacia Santa Catarina Barahona
Carretera	Carretera hacia Alotenango
Carretera	Carretera hacia Finca El Tempixque

Fuente: elaboración propia, en base a similitud en el ancho de las calles del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

En la figura no. 10 se ve un mapa general del pueblo, el cuál fue entregado por la municipalidad de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez.

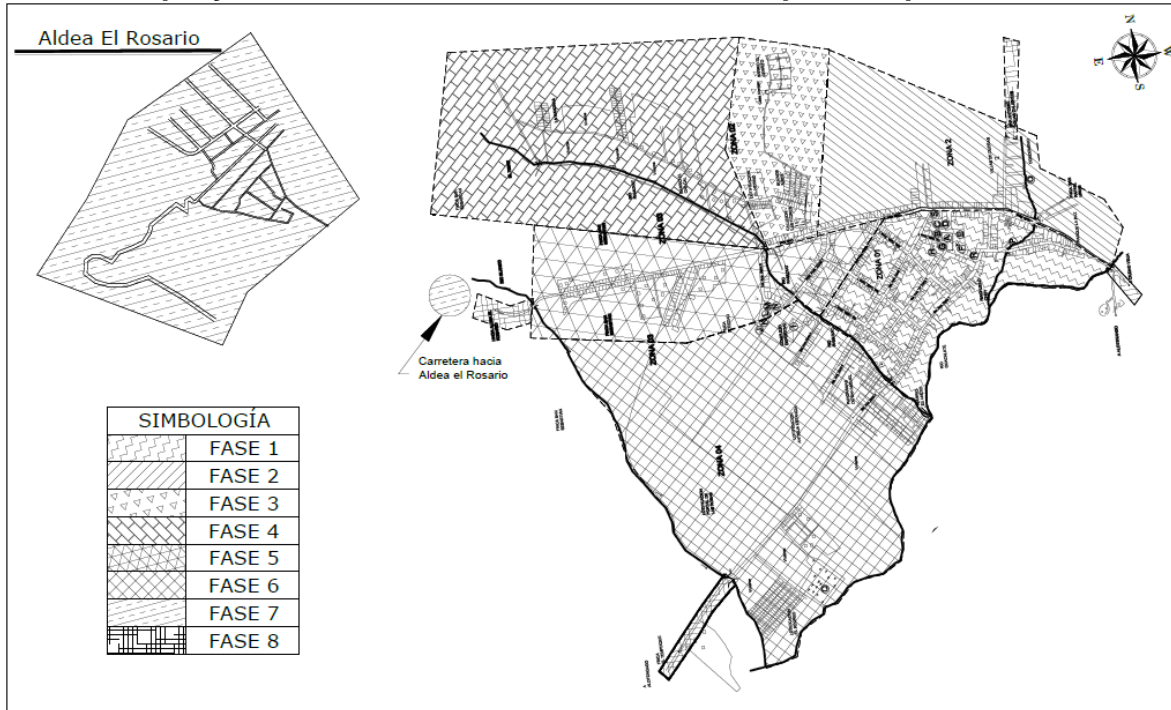
Cada división será una fase diferente, si se llega a implementar el proyecto, y en la figura no. 11 se muestra la división que se propone para este proyecto, dividiendo al Municipio en 8 regiones.

Figura 10
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Mapa del municipio de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez en 2015



Fuente: municipalidad de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez

Figura 11
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
División de sub-regiones del municipio de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez para
proyecto cambio de luces de alumbrado público por LED



Fuente: Elaboración propia, en base a información de la tabla 32 y la figura 10

5.2. Tamaño

En este apartado se muestra la cantidad de lámparas instaladas por división geográfica definida en la sección de micro-localización, para los escenarios tanto con y sin proyecto.

5.2.1. Cantidad de lámparas con y sin proyecto por sub-región

En una visita realizada al Municipio se logró identificar las lámparas que existen por zona, y en base al estudio luminotécnico hecho en el software de DiaLux, se explicará cómo se definió el número de luminarias por sub-región.

La siguiente tabla muestra el número de lámparas por sector de los tres escenarios:

Tabla 33
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cantidad de lámparas por sub-región en escenario sin proyecto, con proyecto no.
1 y con proyecto no. 2 del Municipio

Nombre de la Zona	Escenario sin proyecto	Escenario con proyecto no. 1	Escenario con proyecto no. 2
Zona 1	125	125	250
Zona 2 (Calle Real)	30	30	60
Zona 2 (Barrio el Cerrito)	30	30	90
Zona 3 (El Chilcal)	34	34	102
Zona 3 (Finca San Sebastián)	43	43	86
Zona 4	115	115	230
Aldea El Rosario	38	38	114
Carretera hacia Ciudad Vieja	50	50	50
Carretera hacia Santa Catarina Barahona	25	25	25
Carretera hacia Alotenango	27	27	27
Carretera hacia Finca El Tempixque	27	27	27
TOTALES	544	544	1061

Fuente: Elaboración propia en base a información obtenida de la municipalidad de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez y los resultados del estudio luminotécnico obtenidos del software Dialux

5.3. Estudio luminotécnico del alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez en los escenarios sin y con proyecto

Para realizar la elección de las lámparas que sustituirán a las actuales de vapor de sodio, se utilizó el Software DiaLux 4.12.

Este software contiene una base de productos de diferentes proveedores conocidos a nivel mundial de lámparas y permite el diseño de iluminación para diferentes ambientes. El ambiente utilizado para este proyecto fue el de calle, y debido a que los proveedores de equipo eléctrico en Guatemala no manejan ninguna marca en la base de datos del Software, se utilizó la base de datos de la marca Philips.

El software simula niveles de iluminación, de acuerdo con las características definidas en el estudio de mercado (características cualitativas y cuantitativas) y escogiendo la lámpara, el software devuelve los resultados luminotécnicos.

Se logró constatar que la marca escogida cuenta con diferentes modelos de lámparas LED para alumbrado público y que dependiendo las características de las calles y de la propia lámpara se pueden utilizar varios modelos que brindan en ocasiones resultados luminotécnicos muy diferentes, aunque la potencia de las lámparas sea igual o similar.

Gracias al Software se identificó que el escenario con proyecto no. 1 no cumple con las normas internacionales de iluminación. Por lo que se propuso el escenario con proyecto no. 2 donde se instalan más luminarias.

Las figuras no. 12 a la 18 muestran los tipos de lámparas que se utilizaron en ambos escenarios.

Figura 12
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Lámpara Philips BGP627 OFR1



Fuente: Software Dialux 4.12
con base de datos Philips

Figura 13
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Lámpara BGP214 DM



Fuente: Software Dialux 4.12 con
base de datos Philips

Figura 14
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Lámpara BGP333 T25 DM



Fuente: Software Dialux 4.12 con base de datos Philips

Figura 15
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Lámpara BGP323 T35 DM



Fuente: Software Dialux 4.12 con base de datos Philips

Figura 16
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Lámpara BGP213 DM



Fuente: Software Dialux 4.12 con base de datos Philips

Figura 17
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Lámpara BGP303 DM



Fuente: Software Dialux 4.12 con
base de datos Philips

Figura 18
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Lámpara BGP203 DM10 (Tipo 1)



Fuente: Software Dialux 4.12 con base de
datos Philips

La tabla no. 34 resume las lámparas que se instalarán por cada zona definida en la sección de micro-localización en los dos escenarios con proyecto, incluyendo el tipo de lámpara, el flujo luminoso y los watts de consumo.

Como se puede ver en la tabla 34, las lámparas utilizadas en las carreteras son las mismas, únicamente en el casco urbano es donde cambian las lámparas en ambos escenarios, esto debido a que el escenario con proyecto no. 1, no cumplía con todos los requisitos luminotécnicos que demandaba la zona.

Tabla 34
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tabla comparativa de lámparas a instalar por zona en los escenarios con
proyecto para el Municipio

Nombre de la Zona	Escenario con proyecto no. 1			Escenario con proyecto no. 2		
	Lámpara y luminaria	Flujo Luminoso Lm	Potencia W	Lámpara y luminaria	Flujo Luminoso Lm	Potencia W
Zona 1	BGP214 1xECO65/740 DM	6700	60	BGP213 1xECO33/740 DM	3200	30
Zona 2 (Calle Real)	BGP214 1xECO65/740 DM	6700	60	BGP213 1xECO33/740 DM	3200	30
Zona 2 (Barrio el Cerrito)	BGP214 1xECO81/740 DM	8200	70	BGP213 1xECO33/740 DM	3200	30
Zona 3 (El Chilcal)	BGP333 T25 1xECO 121-3S/757	12700	100	BGP303 1xLED35- 3S/740 DM	3500	30
Zona 3 (Finca San Sebastián)	BGP323 T35 1xGRN 117-3S/740	12400	90	BGP203 1xLED25- 4S/740 DM	2500	20
Zona 4	BGP214 1xECO65/740 DM	6700	60	BGP213 1xECO33/740 DM	3200	30
Aldea El Rosario	BGP214 1xECO81/740 DM	8200	70	BGP213 1xECO16/740 DM	1600	15
Carretera hacia Ciudad Vieja	BGP627 1xGRN 300/740 OFR1	27000	250	BGP627 1xGRN 300/740 OFR1	27000	250
Carretera hacia Santa Catarina Barahona	BGP627 1xGRN 300/740 OFR1	27000	250	BGP627 1xGRN 300/740 OFR1	27000	250
Carretera hacia Alotenango	BGP627 1xGRN 300/740 OFR1	27000	250	BGP627 1xGRN 300/740 OFR1	27000	250
Carretera hacia Finca El Tempixque	BGP627 1xGRN 300/740 OFR1	27000	250	BGP627 1xGRN 300/740 OFR1	27000	250

Fuente: elaboración propia en base a información obtenida del software Dialux

Algunos de los requisitos que no se cumplían, cómo se muestra en el estudio de mercado, son los de la Iluminancia semi-cilíndrica que es una variable muy importante para el reconocimiento facial. Y según se comprobó con el Software, la manera de mejorar esta variable era colocando los postes más cerca y para no afectar las otras variables, se modificaron la altura e inclinación de las lámparas.

En el escenario con proyecto no. 2, se propuso instalar más lámparas intercaladas entre los postes que se tienen actualmente. Las distancias promedio y las alturas propuestas para cada una de las zonas se muestran en la tabla 35.

Tabla 35
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Distancias promedio entre los postes y alturas propuestas para los postes en m
para escenario con proyecto no. 2

Nombre de la Zona	Distancia entre postes	Altura de Lámparas
Zona 1	20.00	6.00
Zona 2 (Calle Real)	25.00	8.00
Zona 2 (Barrio el Cerrito)	20.00	8.50
Zona 3 (El Chilcal)	20.00	8.00
Zona 3 (Finca San Sebastián)	25.00	7.00
Zona 4	20.00	6.00
Aldea El Rosario	20.00	8.00

Fuente: elaboración propia, en base a resultados del estudio luminotécnico realizado en el software Dialux

Debido a la distancia que existe entre postes actuales es: para la zona 1, zona 3 (Finca San Sebastián), zona 4 y Aldea el Rosario, se realizará una ampliación instalando los nuevos postes en medio de los actuales. Para la zona 2 (Barrio el Cerrito) y zona 3 (Barrio el Chilcal) se hace un ajuste e intercala postes, dejando en algunos lugares una distancia menor, mientras que para la calle real se propone dejar a cada 25 metros intercalándolos.

La cantidad de postes a instalar se muestra en la tabla 36.

Para todos los nuevos postes, se debe comprar el material necesario para instalarlos: postes, lámparas, brazos, y los cables. Finalmente, es necesario acoplar los sistemas de accionamiento para que activen las nuevas lámparas.

Tabla 36
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cantidad de postes a instalar en el escenario con proyecto no. 2

Nombre de la Zona	Total de postes
Zona 1	125
Zona 2 (Calle Real)	30
Zona 2 (Barrio el Cerrito)	60
Zona 3 (El Chilcal)	68
Zona 3 (Finca San Sebastián)	43
Zona 4	115
Aldea El Rosario	76
Carretera hacia Ciudad Vieja	0
Carretera hacia Santa Catarina Barahona	0
Carretera hacia Alotenango	0
Carretera hacia Finca El Tempixque	0

Fuente: elaboración propia, en base a resultados del estudio luminotécnico realizado en el software Dialux

Para la instalación de los nuevos postes en el pueblo, se sugiere seguir las normas establecidas en el trabajo de graduación “Estudio de eficiencia energética en el alumbrado público del poblado de playa grande Ixcán, Quiché, implementando tecnologías de ahorro y calidad de iluminación”, las cuales se encuentran en la sección 2.4 que es la Ubicación de las luminarias en la vía.

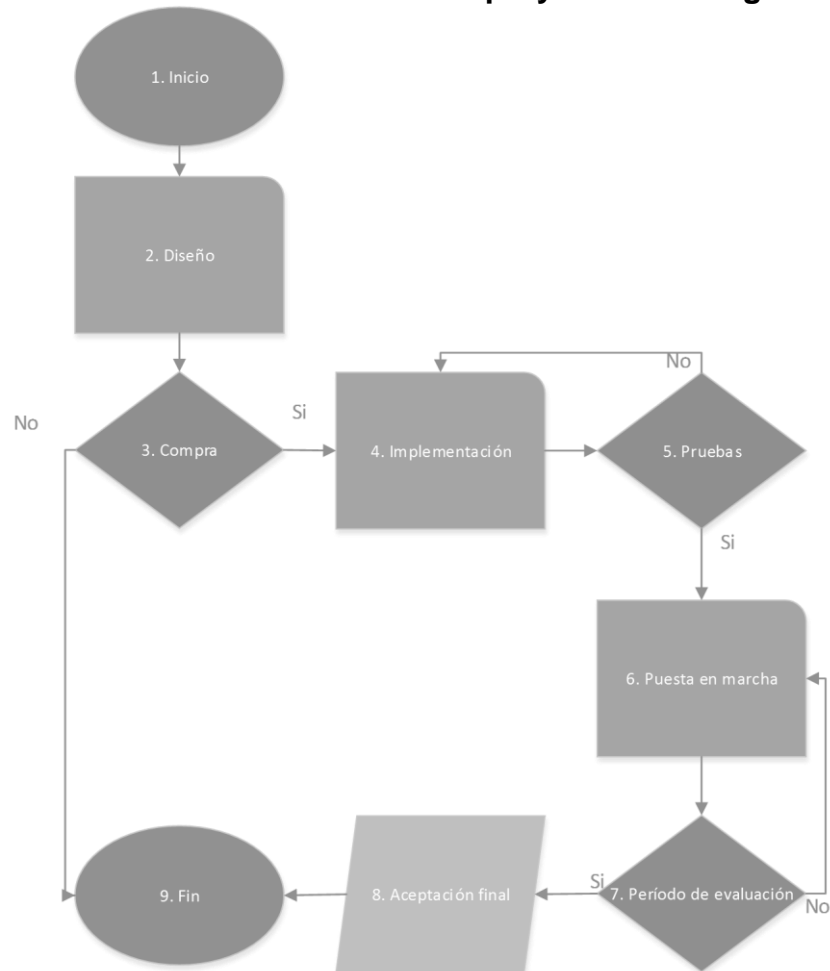
5.4. Procesos del proyecto

En esta sección se mostrarán los procesos de instalación y operación del proyecto, así como el proceso de operación del sistema de alumbrado actual.

5.4.1. Proceso de instalación del proyecto

En general un proyecto tecnológico puede tener los pasos mostrados en la figura no. 19 para su instalación:

Figura 19
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Proceso de instalación de un proyecto tecnológico



Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida de gerentes de proyecto con experiencia en proyectos tecnológicos

Cada parte del proyecto se detalla a continuación:

1. Inicio: La primera parte del proceso es el inicio, que es el punto de partida del proyecto y se da luego de decidir llevar a cabo el proyecto.

2. Diseño: en esta parte se llevará a cabo el diseño del sistema de iluminación, el encargado debe de ser un asesor técnico externo, mientras que la Municipalidad deberá validarlo, solicitar los cambios necesarios y aceptarlo.

3. Compra: en esta parte se realizará la compra del sistema, cumpliendo con todos los requisitos de la licitación de Guatecompras y definiendo los medios de financiamiento del sistema. Si los proveedores licitan dentro del presupuesto definido para el proyecto, se pasará a la siguiente fase, de lo contrario se terminará con el proceso.

4. Implementación: en esta parte se llevará a cabo la entrega, instalación y ajustes necesarios para poner a operar el sistema de iluminación.

5. Pruebas: en esta parte la Municipalidad realizará las pruebas del sistema para aceptarlo o solicitar reajustes. El proveedor debe de acompañar a las personas asignadas por la Municipalidad para realizar dichas pruebas. Si no se cumple con todos los requerimientos establecidos se deberá ajustar el sistema en la parte de implementación y repetir los pasos anteriores.

6. Puesta en marcha: esta fase equivale a la parte en que el sistema se acepta y empieza a funcionar en el Municipio.

7. Período de evaluación: en esta parte la Municipalidad evaluará el sistema, y el proveedor deberá entregar reportes de cómo se comporta durante todo este período el sistema.

8. Aceptación final: es la última etapa previa al final del proyecto y se lleva a cabo con la firma de aceptación final del sistema y con la conclusión del período de evaluación.

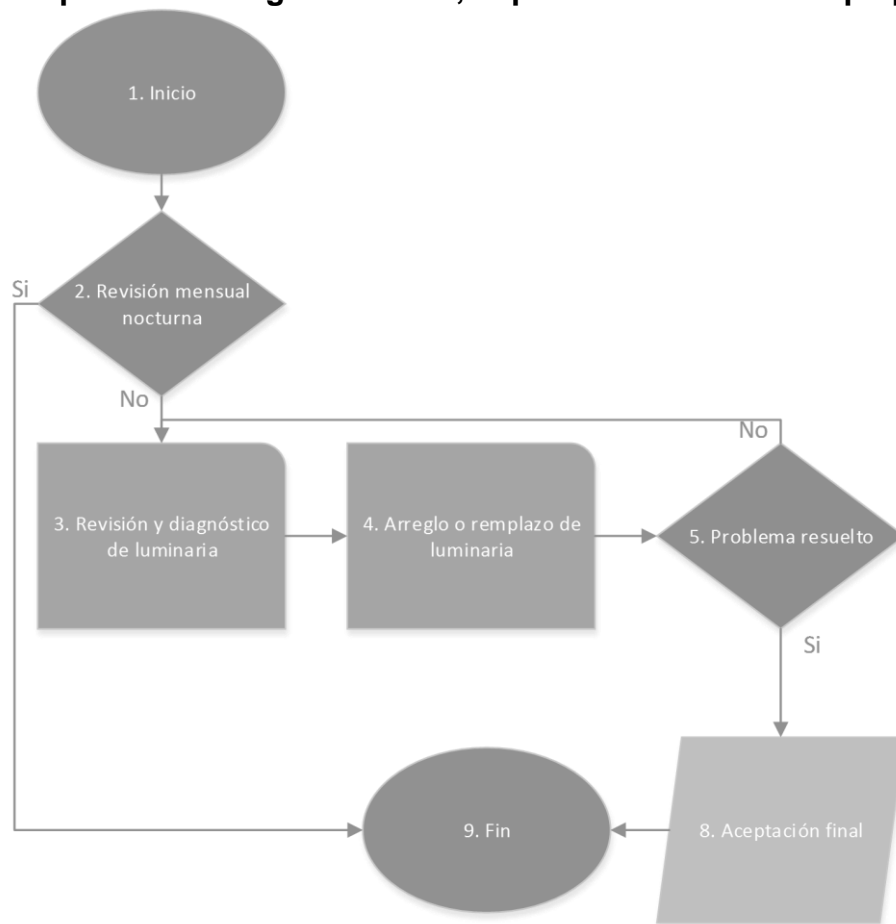
9. Fin: esta es la última fase del proceso.

Dentro de cada etapa del proceso, existen muchas más sub-etapas que se detallarán en el estudio administrativo/legal. Este proceso aplica para los dos casos propuestos del proyecto, tanto el escenario donde únicamente se cambiarán las lámparas como el que instalará nuevos postes y nuevas lámparas.

5.4.2. Proceso de operación con y sin proyecto

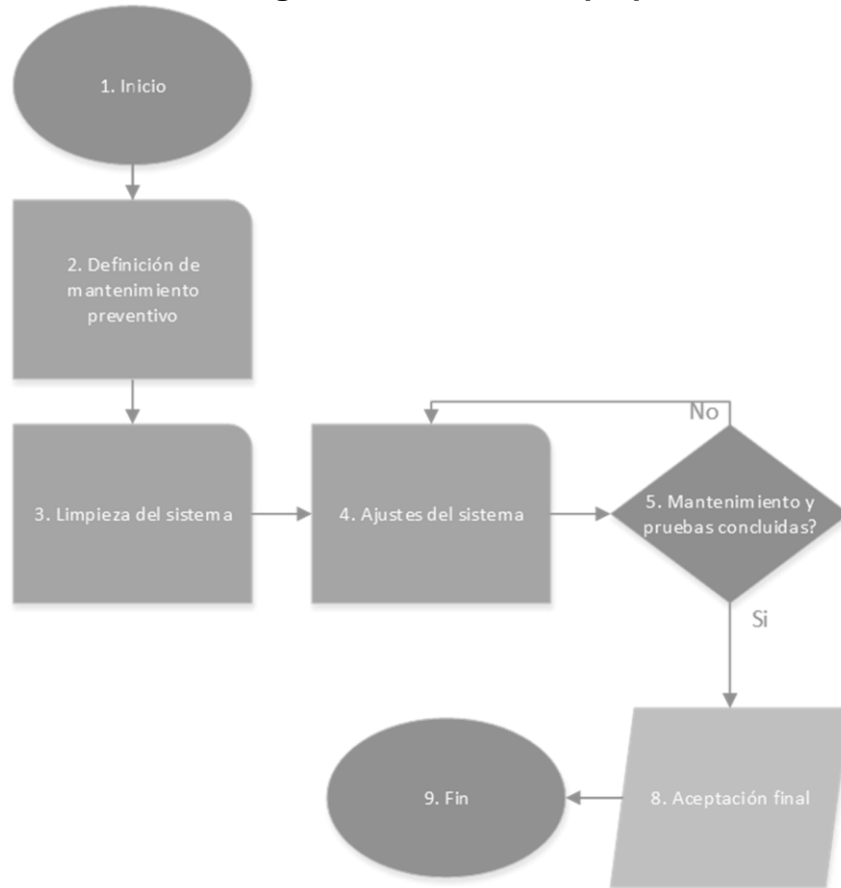
Actualmente no existe un proceso establecido de operación y mantenimiento del sistema de alumbrado público del Municipio. Sin embargo, no importando el tipo de tecnología instalada, el Municipio debe contar con un proceso de operación y mantenimiento para la parte correctiva y para la parte preventiva. Las figuras no. 20, y 21 muestran dichos procesos sugeridos.

Figura 20
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez
Proceso de mantenimiento correctivo propuesto para el alumbrado público del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez



Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida de la sección 1.3.5

Figura 21
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Proceso de mantenimiento preventivo propuesto para el alumbrado público de
San Miguel Dueñas, Sacatepéquez

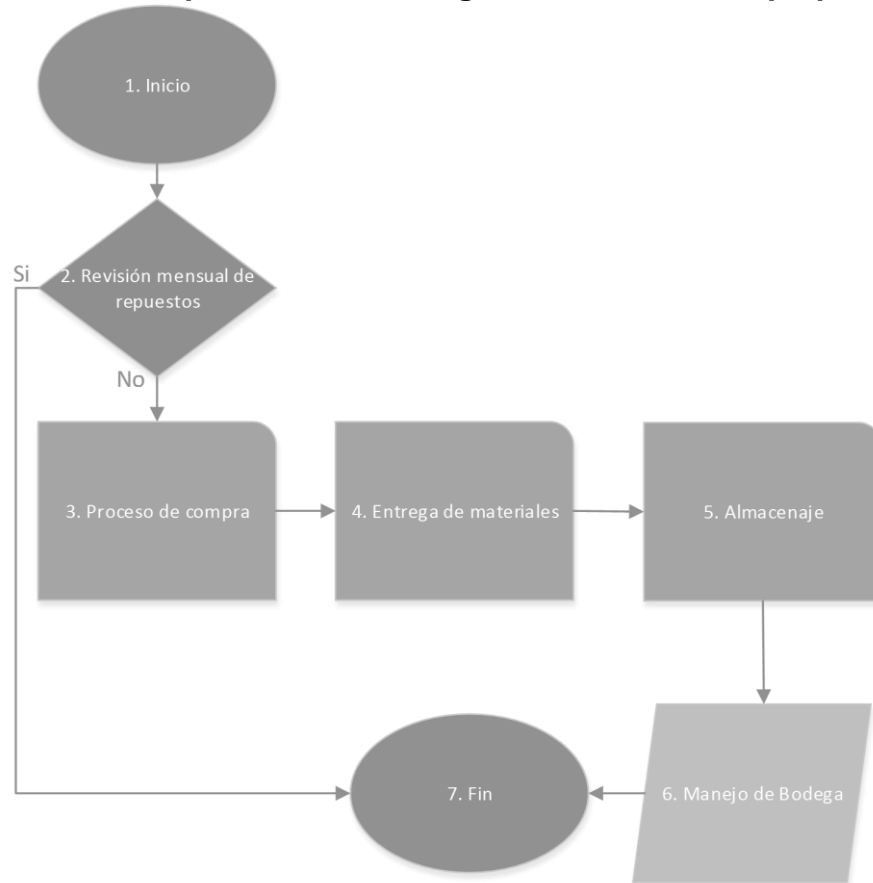


Fuente: elaboración propia en base a información obtenida de la sección 1.3.6

Para el manejo de repuestos se debe manejar una bodega que tenga un proceso como el definido en la figura no. 22.

En el estudio administrativo/legal se explica a detalle cada parte de los procesos mencionados aquí.

Figura 22
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Proceso de manejo de bodega de repuestos, para operación del proyecto de
alumbrado público en San Miguel Dueñas, Sacatepéquez



Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida de la Municipalidad

5.5. Costos

En este apartado se mostrará un estimado de los costos de instalación de las dos propuestas del proyecto y de los costos de operación tanto del escenario con proyecto no. 1 y no. 2.

5.5.1. Costos de instalación del proyecto

Para el escenario 1, que es donde únicamente se cambiarán las lámparas de vapor de sodio por las del tipo LED, se realizó un estudio estimando la inversión que se resume en la tabla no. 37.

Tabla 37
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Costos de instalación para el escenario con proyecto no. 1 Cifras en Q

ÍTEM	Cantidad	Unidades	Precio Unitario	Total
Lámparas y luminarias de 250W	129	Unidades	Q 5,050.00	Q 651,450.00
Lámparas y luminarias de 60 y 70W	338	Unidades	Q 3,050.00	Q 1,030,900.00
Lámparas y luminarias de 90 y 100W	77	Unidades	Q 3,550.00	Q 273,350.00
Lámparas instaladas	1	Unidad	Q 164,986.67	Q 164,986.67
Estudio de diseño y asesoría	1	Unidad	Q 180,000.00	Q 180,000.00
Imprevistos de inversión	10%	Porcentaje	Q 2,377,432.64	Q 237,743.26
Total				Q 2,538,429.94

Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida por cotizaciones a empresas proveedoras, definición de salario mínimo, cotizaciones de asesores técnicos

En este escenario se tomaron en cuenta los precios de mercado de las lámparas y se ajustaron hacia arriba, debido a que se pensaría utilizar lámparas de una marca conocida en el software DiaLux, lo que, al criterio del redactor, incrementaría los precios en cierta medida. En el monto de las lámparas se agregó el costo de entrega hasta el municipio, que se sacó en base a cotizaciones con empresas de transporte.

Para la instalación de las lámparas se propone que la empresa contratista contrate 8 personas como mano de obra no calificada y 2 personas calificadas (jefe de cuadrillas) por tres meses, así como la maquinaria necesaria para realizar la desinstalación e instalación de las mismas. El costo unitario fue una cotización obtenida de empresas que realizan estos trabajos.

Debido a que la Municipalidad no cuenta entre su nómina con una persona con los suficientes conocimientos técnicos de sistemas de alumbrado público, se recomienda contratar a un asesor que, según cotizaciones con ingenieros con ese perfil, debería costar Q15,000.00 mensuales. Este debe ser contratado por 12 meses para realizar el diseño adecuado, dar seguimiento a la instalación y capacitar al equipo que se quedará a cargo del sistema.

Finalmente se agregó un 10% del monto total del proyecto para imprevistos de inversión.

Con respecto al escenario 2, se tiene que tomar en cuenta la instalación de los postes y todos los materiales adicionales que se utilizarían en el proyecto como brazos y cable. En la tabla 38 se resume los costos de instalación del escenario 2.

Tabla 38
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Costos de instalación para escenario con proyecto no. 2 Cifras en Q

ÍTEM	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Total
Postes	517	Unidades	Q 8,000.00	Q 4,136,000.00
Brazos	517	Unidades	Q 300.00	Q 155,100.00
Cable	15000	Mts	Q 50.00	Q 750,000.00
Lámparas y luminarias de 250W	129	Unidades	Q 5,050.00	Q 651,450.00
Lámparas y luminarias de 30W	732	Unidades	Q 1,050.00	Q 768,600.00
Lámparas y luminarias de 20W	86	Unidades	Q 950.00	Q 81,700.00
Lámparas y luminarias de 15W	114	Unidades	Q 850.00	Q 96,900.00
Lámparas y postes instalados	1	Unidad	Q 393,297.79	Q 393,297.79
Estudio de diseño y asesoría	12	Meses	Q 15,000.00	Q 180,000.00
Imprevistos de inversión	0.1	Porcentaje	Q7,287,102.64	Q 728,710.26
Total				Q 7,941,758.06

Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida por cotizaciones a empresas proveedoras, definición de salario mínimo, cotizaciones de asesores técnicos

Los precios de las lámparas, postes, brazos y cable, se obtuvo en base a una cotización de agosto 2016 a través de una empresa que distribuye este tipo de productos.

Los precios de lámparas y postes instalados se obtuvieron de cotizaciones hechas por empresas contratistas las cuales contraten a 16 personas como mano de obra no calificada y 4 personas calificadas (jefes de cuadrilla) por cuatro meses, así como el alquiler de la maquinaria por 30 días.

El costo de diseño y asesoría es el mismo que en escenario anterior, y los imprevistos de inversión son del 10% del total del proyecto.

Cómo era de esperarse, la inversión es muchísimo más alta en este escenario debido a que se instalarán nuevos postes y más lámparas. El costo de instalación de este escenario es 4 veces más que el escenario 1, sin embargo, en este escenario es donde se cumplen todas las normativas de iluminación de la CIE.

5.5.2. Costos de operación con y sin proyecto

La Municipalidad está llevando la operación y mantenimiento del servicio de alumbrado público, sin embargo, existen lámparas que dejan de funcionar y pasa mucho tiempo para que las cambien. Esto debido a que no existe un rubro específico de operación de las mismas, ni de manejo de repuestos.

Adicionalmente, no cuentan con mantenimiento preventivo correcto, lo que hace que las lámparas se deterioren más rápido que su tiempo de vida útil, llegando a convertirse en un 35% (Ramli, Arief, Abd y Pusparini, 2015) de fallos cada 3 años.

Se espera que, con el proceso de mantenimiento preventivo, por lo menos una vez al año se disminuya el porcentaje de lámparas que fallan, pasando de un 35% (Ramli, et al., 2015) cada 3 años sin mantenimiento preventivo a un 5% o menos (Nogueira, et al., 2014) anual, en el tiempo de vida establecido por los fabricantes.

El período de garantía del sistema debe ser de 5 años, por lo que, durante 5 años en los escenarios con proyecto, no se tendría costos por mantenimiento correctivo, únicamente por mantenimiento preventivo. Mientras que, en el escenario sin proyecto, debe existir costos mantenimiento correctivo únicamente.

6. CAPÍTULO 3: ESTUDIO ADMINISTRATIVO-LEGAL DE ALUMBRADO PÚBLICO LED DE SAN MIGUEL DUEÑAS

En este capítulo se presentan diferentes apartados relacionados con la factibilidad del estudio administrativo y legal sobre el proyecto de la instalación de luces led en el alumbrado público de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez, como alternativa de eficiencia energética.

El capítulo está conformado de 4 secciones en las que se muestran: las actividades propuestas para instalación y operación del proyecto; el personal humano necesario para la instalación y operación del proyecto de parte de la Municipalidad; el tiempo de instalación del proyecto; y las leyes que impactan al proyecto.

6.1. Propuesta de actividades para instalación y operación del proyecto

A continuación se detallan las actividades propuestas para la instalación y operación del proyecto de instalación de luces LED en el alumbrado público de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez.

6.1.1. Instalación del proyecto

Como se mencionó en el estudio técnico, para la instalación del proyecto (no importando si es la propuesta de cambio de luces LED únicamente, o la de agregación de postes y más lámparas al sistema de alumbrado público), el proyecto se puede dividir en 9 etapas que son:

1. Inicio
2. Diseño
3. Compra
4. Instalación
5. Pruebas

6. Puesta en marcha
7. Período de evaluación
8. Aceptación final
9. Fin

Cada una de estas etapas, tendrá diferentes actividades que se detallan a continuación:

1. Inicio: si el proyecto es factible, se mostrará el presente documento a la Municipalidad para que puedan ver los beneficios que pueden llegar a tener.
2. Diseño: es importante mencionar que la Municipalidad deberá contratar los servicios de un asesor técnico, que les ayude a llevar a cabo el proyecto. La etapa incluye los siguientes apartados:
 - a. Presentación de inicio del proyecto: el asesor técnico deberá presentarse a la Municipalidad y mostrará todos los puntos relevantes del proyecto incluyendo tiempo, recursos, matriz de escalamiento, etc.
 - b. Inspección del lugar: el asesor técnico en conjunto con el personal de la Municipalidad hará las visitas necesarias a las diferentes zonas del Municipio y recolectarán toda la información necesaria para el proyecto. El asesor técnico generará y entregará un informe de la información obtenida, el cuál será validado y aceptado por el personal de la Municipalidad.
 - c. Diseño a alto nivel: el asesor técnico deberá generar un documento en donde indique a alto nivel la forma en cómo se hará el proyecto. Si se llegará a requerir algún cambio, el asesor técnico deberá realizarlo, siempre y cuando sea algo relevante a tomar en cuenta.
 - d. Diseño a bajo nivel: el asesor técnico generará un documento donde se explique cómo se realizará el proyecto, incluyendo todos los detalles necesarios para la realización del mismo.
 - e. Documentos de pruebas a realizar al sistema: el asesor técnico entregará una lista de pruebas que se deben de correr en conjunto con los encargados de la Municipalidad, y estos deberán hacer una contrapropuesta, donde se

incluyan pruebas relevantes que a su criterio no son cubiertas por la propuesta del proveedor.

3. Compra: esta parte está conformada de las siguientes actividades:

- a. Se presentará el proyecto al Concejo Municipal, para su aprobación en el presupuesto del siguiente año.
- b. Se hará la asignación del presupuesto que incluye la definición del monto del proyecto, la definición de fuentes de financiamiento, la asignación del presupuesto,
- c. Se procederá a realizar la licitación a través de guate-compras, según lo establecido en la ley de contrataciones del estado, que incluye la solicitud de ejecución del proyecto en guate-compras.
Se conformarán las autoridades que evaluarán y que aceptarán: la evaluación del proyecto; generación de los documentos de la adquisición del proyecto en el diseño, legales y comerciales; publicación en los medios oficiales; envío de requerimientos del proyecto; respuesta de los diferentes proveedores; y definición de forma de evaluación.
- d. Se procederá a hacer la evaluación técnica, financiera y legal para verificar al proveedor que se ajuste más a las necesidades del proyecto (indicar que se puede apoyar del presente estudio). Es importante que el asesor técnico forme parte del equipo de evaluación, ya que él debe tener la experiencia para verificar lo que los contratistas están ofertando.
- e. Definir al ganador, en base a la evaluación anterior se procederá a definir al ganador de la licitación
- f. Aceptación de la evaluación por parte del Concejo Municipal.
- g. Asignar al proveedor, se asignará el proyecto al proveedor y se le notificará de los resultados.
- h. Creación y firma del contrato que regirá el proyecto.
- i. Generación de orden de compra, se procederá a generar la orden de compra del proyecto.

- j. Envío de orden de compra.
4. Implementación: esta etapa es una de las más críticas ya que incluye varias actividades que podrían impactar en el sistema. Es necesario mencionar que algunas actividades de esta etapa se realizarán en paralelo o incluso después de algunas actividades de las siguientes fases, por la forma en que se propuso, sin embargo, al momento de definir el diseño pueden existir cambios a esta etapa.

A continuación, se listan las actividades de esta fase:

- a. Compra de materiales por parte del proveedor
- b. Envío de materiales a Guatemala
- c. Recepción y sacar de aduana los materiales
- d. Envío de bodegas de proveedor los materiales, en esta etapa se movilizarán camiones para la entrega de los postes, brazos y las grúas de instalación de los postes, si aplica, las grúas para cambiar e instalar las lámparas, los equipos que abrirán los agujeros, etc.
- e. Implementación fase 1 (Zona 1). (Todas las etapas de implementación de fase involucran el instalado de los postes y de los brazos si aplica, la sustitución de las lámparas e instalación de las nuevas si aplica y el ajuste del sistema de accionamiento).
- f. Implementación fase 2 (Zona 2, Calle real referirse a figura 11 en la parte de micro localización)
- g. Implementación fase 3 (Zona 2, Barrio El Cerrito, referirse a figura 11 en la parte de micro localización)
- h. Implementación fase 4 (Zona 3, Barrio El Chilcal, referirse a figura 11 en la parte de micro localización)
- i. Implementación fase 5 (Zona 3, Finca San Sebastián, referirse a figura 11 en la parte de micro localización)
- j. Implementación fase 6 (Zona 4, referirse a figura 11 en la parte de micro localización)

- k. Implementación fase 7 (Aldea El Rosario, referirse a figura 11 en la parte de micro localización)
 - l. Implementación fase 8 (Carreteras, referirse a figura 11 en la parte de micro localización)
5. Pruebas: en esta etapa deben de trabajar en conjunto, el proveedor y los encargados de la Municipalidad, realizando todas las pruebas definidas en el diseño y ajustando todo lo que sea necesario para que todo quede como se definió en el diseño. Si por alguna razón es necesario hacer un ajuste al diseño, por algo que no se tomó en cuenta, deberá ajustarse en el diseño, en la implementación y verificarse. En las siguientes líneas se muestran los apartados de esta etapa:
- a. Pruebas y ajustes fase 1 (Zona 1)
 - b. Pruebas y ajustes fase 2 (Zona 2, Calle Real)
 - c. Pruebas y ajustes fase 3 (Zona 2, Barrio El Cerrito)
 - d. Pruebas y ajustes fase 4 (Zona 3, Barrio El Chilcal)
 - e. Pruebas y ajustes fase 5 (Zona 3, Finca San Sebastián)
 - f. Pruebas y ajustes fase 6 (Zona 4)
 - g. Pruebas y ajustes fase 7 (Aldea El Rosario)
 - h. Pruebas y ajustes fase 8 (Carreteras)
6. Puesta en marcha: luego de realizar las pruebas y los ajustes necesarios se procederá a poner en marcha el sistema, como se muestra a continuación:
- a. Puesta en marcha fase 1 (Zona 1)
 - b. Puesta en marcha fase 2 (Zona 2, Calle Real)
 - c. Puesta en marcha fase 3 (Zona 2, Barrio El Cerrito)
 - d. Puesta en marcha fase 4 (Zona 3, Barrio El Chilcal)
 - e. Puesta en marcha fase 5 (Zona 3, Finca San Sebastián)
 - f. Puesta en marcha fase 6 (Zona 4)
 - g. Puesta en marcha fase 7 (Aldea El Rosario)
 - h. Puesta en marcha fase 8 (Carreteras)

7. Período de evaluación: esta etapa es donde se evalúa el comportamiento del sistema en general y se valida que no exista ningún problema que haya que corregir. Al momento de alguna falla, es necesario que el proveedor realice los ajustes necesarios para arreglar la situación. El tiempo de esta etapa estará estipulado en el contrato marco, en base a lo establecido en la ley de contrataciones del estado.
8. Aceptación final: esta etapa se realizará después del período de evaluación, luego el proveedor deberá proceder a entregar el proyecto al grupo que se encargará de hacer operación y mantenimiento al sistema, y se procederá a firmar la aceptación.
9. Fin: esta es la etapa final, y únicamente muestra el fin del proyecto, debiendo cerrarse todo contrato pendiente y realizar el informe final de entrega del proyecto.

En la figura 19, se muestra el resumen de la instalación del proyecto.

6.1.2. Operación del proyecto

Cómo se mencionó en el capítulo del estudio técnico, la operación del proyecto se debería de dividir en operaciones de mantenimiento correctivo y preventivo, enfocándose fuertemente en el mantenimiento preventivo para que las lámparas y luminarias duren lo más posible.

Adicionalmente, se debe de pensar en un proceso para la administración de los repuestos y almacenamiento, para evitar que el sistema se quede en algún lugar sin iluminación por mucho tiempo.

Para el mantenimiento correctivo existen los siguientes pasos:

1. Inicio: en esta etapa se da inicio al proceso.
2. Revisión mensual nocturna: para identificar si tiene problemas el sistema, es necesario verificar al menos una vez al mes todas las zonas donde existe iluminación pública. Si se observa daño se reporta en un procedimiento o formato con el conteo y el lugar en donde se encuentran ubicadas.

3. Revisión y diagnóstico de luminaria: en esta parte se debe contar con el equipo necesario para revisar y diagnosticar lo que está ocurriendo con alguna luminaria específica y la posible solución.
4. Arreglo o remplazo de lámparas: durante el período de garantía, el proveedor debe brindar el soporte para arreglar o remplazar las lámparas, según sea el caso, y será acompañado de alguien de la Municipalidad para supervisar el trabajo. La salida de esta etapa es un reporte con las evidencias de que se arregló.
5. Problema resuelto: se verifica si todo quedó funcionando correctamente, o si necesita algún ajuste. Si necesita algún ajuste se regresa a la etapa de revisión y diagnóstico de luminaria, de lo contrario se pasa a la siguiente etapa. La salida de esta etapa es el resultado del cambio o arreglo.
6. Aceptación final: si todo quedó como se esperaba, se procede a pasar a esta etapa donde queda redactado en los archivos de la Municipalidad todos los documentos colectados del proceso, para que en futuras fallas similares se pueda identificar fácilmente que se puede hacer.
7. Fin: en esta etapa se finaliza el proceso.

El mantenimiento preventivo se divide en los siguientes pasos:

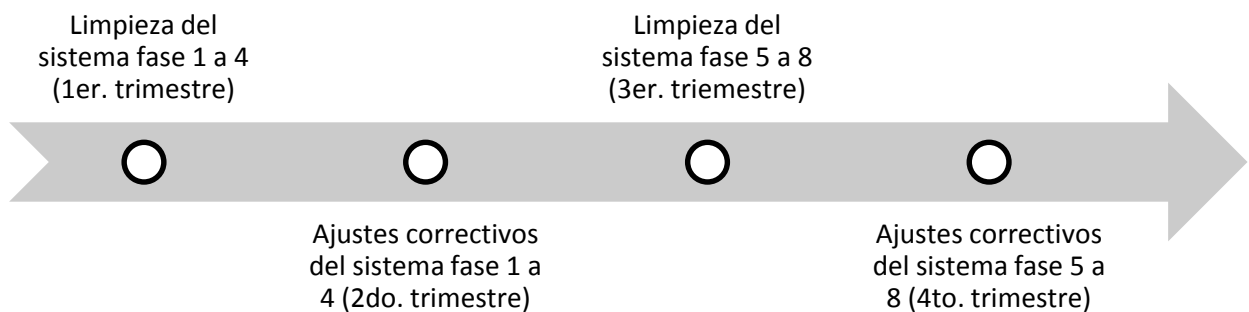
1. Inicio: esta etapa es el inicio del proceso.
2. Definición de mantenimiento preventivo: en esta etapa se definen las zonas o calles que serán cubiertas para realizar el mantenimiento preventivo, además de detallar que actividades se realizarán como parte del mismo. Esta etapa debe ser realizada con apoyo del asesor técnico para poder definir qué actividades son importantes a realizar para aumentar la probabilidad que las lámparas y luminarias duren el tiempo que indicó el productor. La salida de esta etapa es un listado de fechas, lugares y actividades a realizar.
3. Limpieza del sistema: dependiendo lo que se definió en la etapa anterior, en esta etapa se procederá a realizar las actividades definidas para la limpieza, lo cual quedará evidenciado por medio de fotos del antes y después. La salida de esta

etapa es completar el documento anterior con un ok o no ok de la actividad y sustentándolo con fotos.

4. Ajustes al sistema: al igual que la etapa anterior, esta depende de lo que se definió en la etapa de definición de mantenimiento preventivo. A la salida de esta etapa debe llenarse el documento de la definición y mantenimiento con el resultado de lo ejecutado, detallando todas las actividades y dejando la constancia necesaria para tener registro de lo que se hizo.
5. Mantenimiento y pruebas realizadas: se verifica que todo haya quedado funcionando bien, de lo contrario se procede a regresar a la etapa de ajustes del sistema para arreglar el sistema si algo quedo mal y documentarlo. Si todo quedo funcionando bien, se procede a pasar a la siguiente etapa.
6. Aceptación final: se procede a dar por finalizado el documento, archivándolo en la Municipalidad para usarlo como referencia para el futuro.
7. Fin: en esta etapa se finaliza el proceso.

Un plan de mantenimiento preventivo a utilizarse se muestra a continuación:

Figura 23
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Sugerencia de plan de mantenimiento preventivo para un año calendario para el
alumbrado público del Municipio



Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida de la sección 1.3.6.

Para el manejo de repuestos, se propone el proceso descrito en el estudio técnico y que se detalla a continuación cada etapa:

1. Inicio: esta etapa corresponde al inicio del proceso
2. Revisión semanal de repuestos: en esta etapa se procederá a hacer un inventario de todos los repuestos con los que cuenta la Municipalidad, y se llevará un control mensual del mismo. En caso que la cantidad de repuestos sea mayor o igual a la cantidad establecida como umbral, se procederá a poner fin al proceso. De lo contrario se procederá a generar un listado de repuestos necesarios a adquirir.
3. Proceso de compra: esta quedará vigente luego de los 5 años de garantía, ya que, durante el período de garantía, el proveedor debe hacerse responsable de brindar los repuestos a la Municipalidad. Se procederá a hacer la compra en base a lo establecido por las leyes de Guatemala en cuanto a compras.
4. Entrega de materiales: en esta etapa el proveedor deberá entregar los materiales a la persona que los llevará a las bodegas de la Municipalidad y registrar los ingresos.
5. Almacenaje: en esta etapa se transportarán los repuestos a las bodegas de la Municipalidad y la persona encargada de la bodega deberá recibir y revisar que todos los repuestos listados en el documento que solicitó hayan sido comprados y que este listado concuerde con el de la etapa de entrega de materiales. La salida de este documento es el nuevo inventario de repuestos de la Municipalidad.
6. Manejo de bodegas: en esta etapa se archivarán los inventarios que se obtengan de la etapa anterior y de la revisión semanal de repuestos.
7. Fin: esta etapa pone fin al proceso.

Es importante mencionar que, ante cualquier falla durante el período de garantía del sistema, el proveedor deberá realizar los cambios correctivos que sean solicitados por la Municipalidad, y el mantenimiento preventivo será aprendido por las personas que trabajan en la oficina de servicios municipales, con el apoyo del asesor técnico.

6.2. Personal humano necesario para instalar y operar el proyecto

En esta sección se mostrará el organigrama de la municipalidad de San Miguel Dueñas, así como el personal necesario para la instalación y operación del proyecto de instalación de luces LED en el alumbrado público del Municipio, si se llega a realizar.

6.2.1. Organigrama de la municipalidad de San Miguel Dueñas

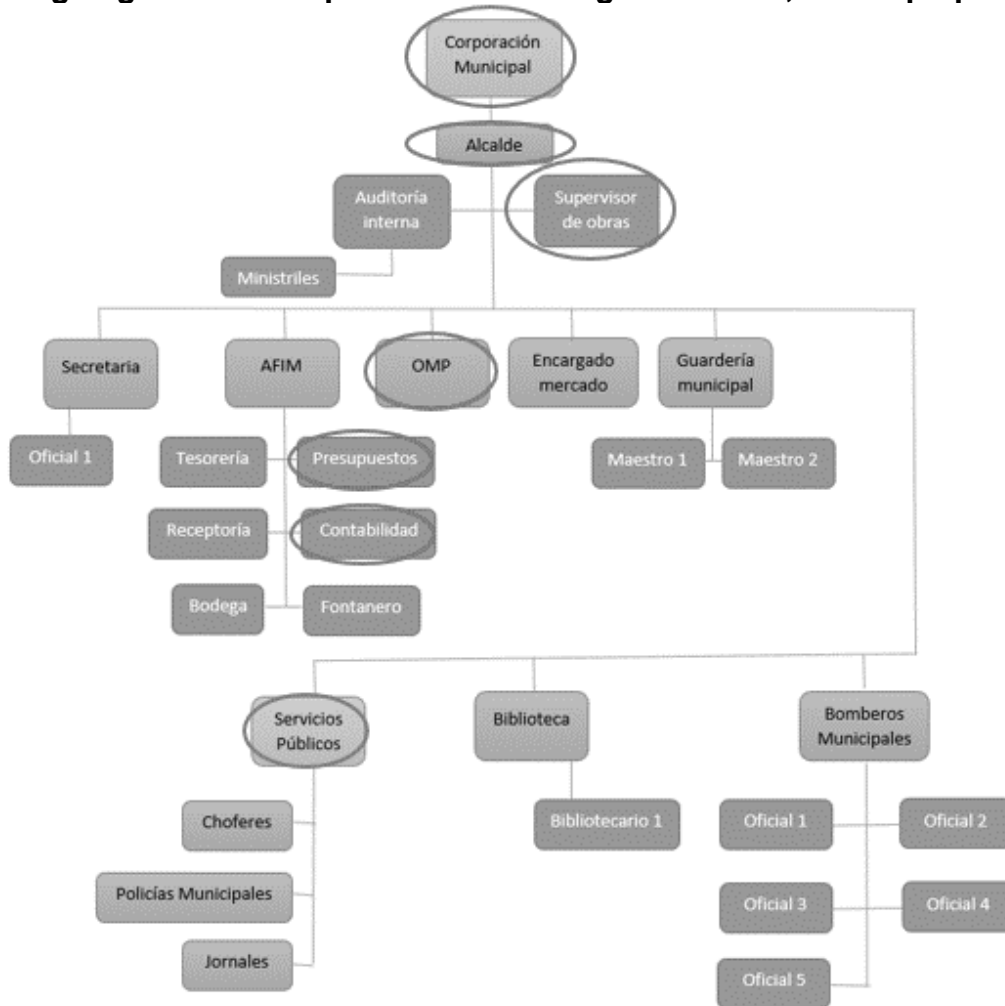
Debido a que es necesario definir los recursos humanos que se necesitarán para la instalación y operación del sistema de alumbrado público con luces LED, es necesario, el diagnóstico de la municipalidad de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez.

Adicionalmente es importante identificar qué grupos o personas pueden participar en el proyecto, resaltándolos con un círculo en el organigrama que se muestra en la figura 24.

Las personas o grupos de la Municipalidad que se resaltan con un círculo son: Concejo Municipal, Alcalde Municipal, Supervisor de obras, OMP (significa oficina municipal de planificación y es aquí en donde se tiene que verificar la factibilidad del proyecto), presupuestos, contabilidad y servicios públicos (está área es la encargada de la operación del sistema).

Las personas o grupos más importantes para la implementación del proyecto son el supervisor de obras y el OMP. Para la operación es la persona designada de servicios públicos.

Figura 24
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Organigrama municipalidad de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez



Fuente: elaboración propia con información obtenida de la municipalidad de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

6.2.2. Personal necesario para instalación del proyecto

Como se definió anteriormente, la instalación e implementación del proyecto se divide en varias etapas. En base al organigrama de la municipalidad de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez algunas personas y áreas de la misma, estarán involucradas y se detallan a continuación.

En la etapa de diseño, la OMP debe apoyarse del asesor técnico para definir el diseño final del sistema que cubra todos los requerimientos de iluminación establecidos en normativas internacionales y con los ahorros de energía eléctrica establecidos en este documento.

En la etapa de compra debe estar involucrados el Concejo Municipal, el Alcalde, la oficina municipal de planificación, el área de presupuestos, contabilidad y tesorería. Debido al nivel de requerimientos técnicos del proyecto, se sugiere que el asesor técnico participe en conjunto con las personas definidas por la Municipalidad para realizar la evaluación.

Para las etapas de implementación, pruebas y puesta en marcha, el supervisor de obra debe apoyarse con el asesor técnico y el proveedor para poder realizarlas.

En el período de evaluación se realizarán los procesos de operación preventiva y correctiva del sistema, según corresponda por un empleado de la Municipalidad de los servicios públicos acompañado del asesor técnico y el proveedor. Este empleado puede ser una plaza nueva, o alguna ya existente que se capacite por medio del asesor técnico. La parte de aceptación final debe correr a cuenta del supervisor de obra.

La tabla no. 39 resume que áreas del organigrama de la Municipalidad estarán involucradas en cada etapa y se define el encargado de cada etapa.

Tabla 39
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Personal encargado de parte de la Municipalidad para cada fase del proyecto y
áreas involucradas

Etapa	Encargado de fase	Áreas o personas involucradas en la fase
Compra	OMP	Alcalde municipal, concejo municipal, OPM, área de presupuesto, contabilidad, tesorería
Diseño	OMP	OMP, asesor técnico
Implementación	Supervisor de obras	Supervisor de obra, asesor técnico
Pruebas	Supervisor de obras	Supervisor de obra, asesor técnico
Puesta en marcha	Supervisor de obras	Supervisor de obra, asesor técnico
Período de evaluación	Supervisor de obras	Servicios públicos, asesor técnico
Aceptación final	OMP	OMP

Fuente: elaboración propia en base a información obtenida de la municipalidad de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

6.2.3. Personal necesario para operar el proyecto

Para la operación preventiva, el asesor debe enseñar al técnico respectivo de la Municipalidad que realizará dicha actividad, la forma correcta de realizar la limpieza y los ajustes del sistema. El reporte final será archivado por la misma persona y el alcalde o cualquier persona del Concejo Municipal pueden solicitar información del mismo en cualquier momento.

El mantenimiento correctivo, en el período de garantía será realizado por el proveedor con acompañamiento de la persona responsable de este servicio del grupo de servicios municipales. Al finalizar este período, al momento de una falla la persona encargada de este servicio deberá realizar el cambio por su cuenta.

Debido a que ya existe una bodega, el manejo de repuestos se debe agregar a esta y deben de trabajar en conjunto los técnicos encargados del sistema y el personal de bodega para entrega de los repuestos.

6.3. *Tiempo de instalación del proyecto*

Para poder mostrar un estimado del tiempo de instalación del proyecto en el estudio, sin existir un compromiso del mismo, se realizó un cronograma de actividades con la información obtenida de este estudio y se le colocaron tiempos y recursos estimados en base a experiencia obtenida en proyectos tecnológicos y a lo establecido en la ley de contrataciones del estado.

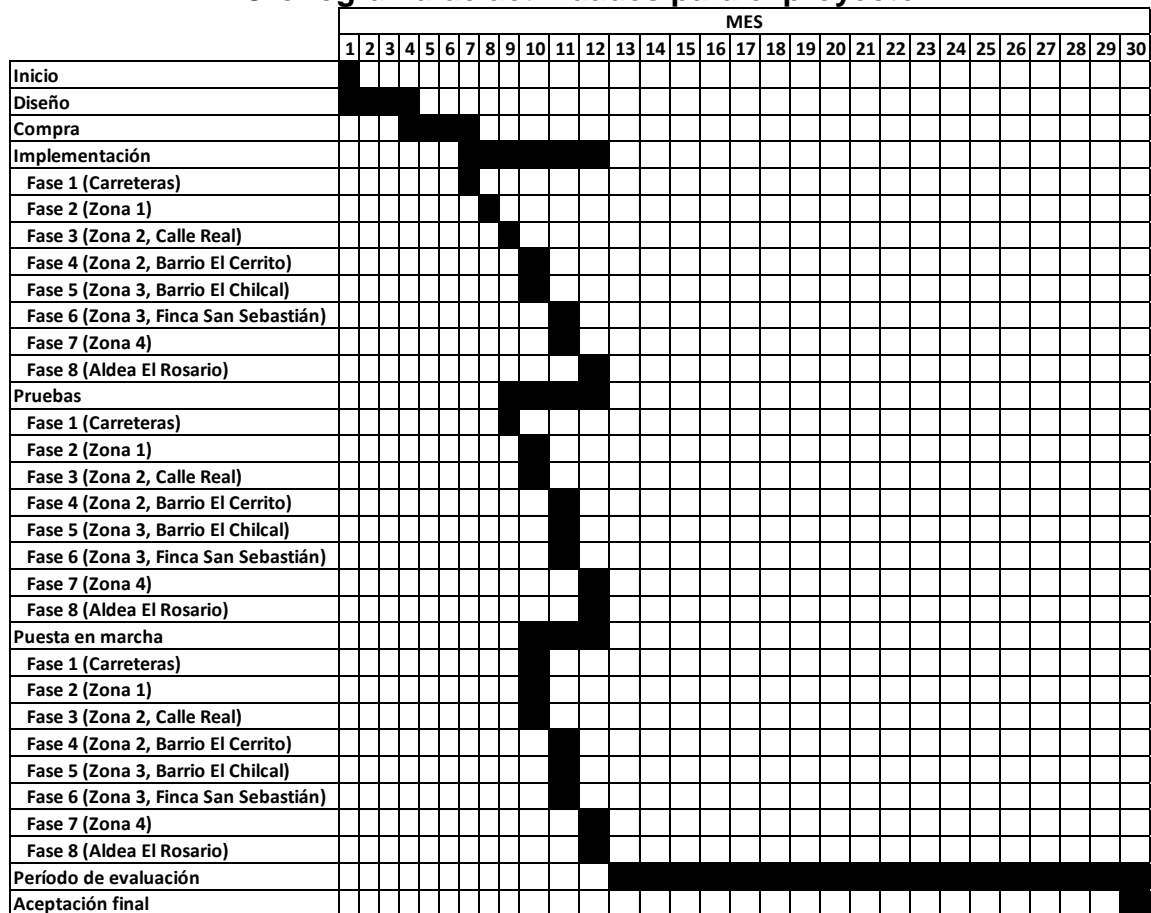
La etapa de compra según lo estimado podría durar 4 meses, la etapa de diseño 2 meses y medio, la implementación 5 meses, las pruebas, puesta en marcha y período de evaluación alrededor de 2 meses y la aceptación final 18 meses.

La etapa de implementación, pruebas, puesta en marcha y período de evaluación pueden ir en paralelo, en base a como se defina en el diseño.

Para completar el proyecto, hasta antes de la aceptación final, el tiempo estimado es de 12 meses, que es el tiempo mínimo por el que se tendrá que contratar al asesor técnico. El período de evaluación debe durar 18 meses, según se establece en la ley de contrataciones del estado, artículo 67.

Es importante mencionar que, en el caso de cambio de luces únicamente el proyecto puede terminarse un poco más rápido, sin embargo, se mantendrá este valor como peor escenario. En la figura no. 25 se muestra el cronograma por cada etapa.

Figura 25
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cronograma de actividades para el proyecto



Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida de gerentes de proyectos con experiencia en implementaciones tecnológicas

6.4. Leyes que impacten al proyecto

Para realizar el proyecto, se deben tomar en cuenta las siguientes leyes vigentes:

1. Constitución política de la república de Guatemala
2. Código municipal decreto 12-2002
3. Ley de contrataciones del estado decreto 57-92
4. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente decreto 68-86
5. Ley del impuesto sobre la renta decreto 26-92

En las siguientes secciones se hace un resumen de algunas partes de artículos que deben tomarse en cuenta para el proyecto, para que este sea factible.

6.4.1. Artículos de la Constitución política de la República de Guatemala para determinar la factibilidad del proyecto

A continuación, se resumen algunos puntos importantes que se encuentran en la Constitución política de la República de Guatemala que afectan a la factibilidad del proyecto. En la Constitución se habla sobre la autonomía de las Municipalidades, lo cual es importante para llevar a cabo el proyecto ya que le permite poner programas y proyectos que aporten el desarrollo del Municipio, que serán sujetos a aprobación por el Congreso de la República.

Se asigna a la Contraloría General de Cuentas como el ente fiscalizador de ingresos y egresos del estado, incluyendo las municipalidades, por lo que es necesario que el año en que se ejecute el proyecto se cree el reporte a la contraloría para que pueda fiscalizar correctamente los fondos utilizados para este proyecto.

El proyecto debe formar parte del presupuesto del Municipio, para que se pueda ejecutar. En el presupuesto se deben definir las fuentes de inversiones y al final del año fiscal se debe presentar el informe a la contraloría general de cuentas.

6.4.2. Artículos del código municipal para determinar la factibilidad del proyecto

Con la autonomía, el gobierno municipal tiene la obligación de atender los servicios públicos locales dentro de los que se encuentra el alumbrado público (artículo 3).

Según el mismo código, el Concejo Municipal tiene la competencia de establecer, planificar, reglamentar, controlar y evaluar los servicios públicos municipales (artículo 35). El Concejo Municipal debe crear una comisión que se encargue de los servicios, infraestructura, ordenamiento territorial, urbanismo y vivienda, que tendrá la obligación de proponer las acciones necesarias para lograr una mayor eficiencia en los servicios públicos municipales, que, en el caso de San Miguel Dueñas, es el mismo alcalde municipal el encargado de esto (artículo 36).

El alcalde es el encargado de presentar la iniciativa en la presentación del presupuesto al Concejo Municipal, quienes deberán votar y aprobar el mismo en base a las consideraciones que tomen en cuenta (artículo 53).

Debido a que el Municipio, ya cuenta con alumbrado público, este proyecto no viene a ser una necesidad primordial del mismo, sin embargo, dependiendo de los resultados del estudio financiero, el alcalde y Concejo Municipal pueden analizarlo y definir si el proyecto es prioritario o no.

El AFIM (administración financiera integrada municipal) debe elaborar en conjunto con la OMP la programación y formulación del presupuesto por lo que es responsabilidad de ambas y del Concejo Municipal incluir el proyecto en el presupuesto si así lo decidiera el alcalde. El AFIM también es el encargado de administrar la gestión financiera del presupuesto, y por lo tanto del proyecto (artículo 98).

Entre los ingresos que puede tener el Municipio, para poder financiar el proyecto están el aporte del organismo ejecutivo, las donaciones, los arbitrios, tasas y servicios

municipales, los ingresos provenientes por contribuciones por mejoras, los préstamos, las multas, la venta de bienes inmuebles, entre otros (artículo 100).

En el código municipal también existe un artículo de contribución por mejora, el cuál puede ser utilizado para financiar el proyecto, ya que el mismo indica que los vecinos beneficiarios de las obras pagarán un monto, no mayor a los costos de la obra (artículo 102).

En caso de que, la Municipalidad necesite endeudarse para cubrir el financiamiento del proyecto, podrá adquirir un préstamo cuando cumpla con los requisitos legales establecidos para el efecto y evitando que afecte y comprometa las finanzas públicas nacionales. Se pueden contraer créditos que excedan el período de gobierno, siempre que se apoye en conclusiones y recomendaciones de los estudios técnicos de factibilidad del proyecto (capítulo II).

Para que se puedan endeudar, debe existir una aprobación de las 2/3 partes del Concejo Municipal. Los préstamos deberán ser canalizados por medio del ministerio de finanzas públicas y estar sujeta a la política de endeudamiento del estado para el sector público. La tasa de interés no debe exceder la tasa activa promedio reportada por el Banco de Guatemala (artículo 113).

Sin embargo, este endeudamiento no debe exceder la capacidad de pago de la Municipalidad, entendiéndose esta como el límite máximo entre los recursos o ingresos obtenidos, y egresos por concepto de gastos de funcionamiento y servicio de deuda (artículo 112).

Se pueden hacer préstamos, únicamente destinados para financiar la planificación, programación y ejecución de obras de servicios públicos municipales, o a la ampliación, mejoramiento y mantenimiento de los existentes que es el caso de este proyecto (artículo 113).

Si se decide utilizar un préstamo, en febrero de cada año, el Concejo Municipal deberá informar a la población a través de los medios de comunicación disponibles sobre el destino y la ejecución de los recursos (artículo 117).

El presupuesto será presentado por el alcalde al Concejo Municipal en la primera semana de octubre de cada año, y tendrá como fecha máxima de cierre el 15 de diciembre de cada año en el cual deberá incluirse el proyecto propuesto, en caso llegará a ser de interés para el alcalde municipal (artículo 131).

Es importante tomar en cuenta que el presupuesto debe sujetarse a la realidad financiera del Municipio, tomando como base las estimaciones y resultados de los últimos 5 años que, para el caso específico de San Miguel Dueñas, según información obtenida de la Municipalidad, el presupuesto ha sido de 24 millones de quetzales anuales, y por lo propuesto en el estudio de mercado, el monto de ambas opciones se encuentra dentro del presupuesto propuesto (artículo 128).

El alcalde debe informar al Concejo Municipal sobre la ejecución del presupuesto cada trimestre, y debe enviar el informe a la contraloría general de cuentas de la nación, para su control, fiscalización, registro y asesoría (artículo 135).

6.4.3. Artículos de la ley de contrataciones del estado para verificar la factibilidad del proyecto

Todas las compras que haga la Municipalidad tienen que estar sujetas a la ley de contrataciones del estado. A continuación se detallan algunos puntos importantes a tomar en cuenta en el proyecto.

En la ley se establece que se puede ingresar la solicitud de adquisición del proyecto, la Municipalidad no necesita tener aprobado el proyecto en el presupuesto, el mismo es necesario hasta la adjudicación definitiva y la firma del contrato (artículo 3).

La oferta tiene que tener el precio unitario por cada renglón de la misma, en quetzales (artículo 6). Las autoridades que designarán los integrantes de la junta de licitación y la

aprobación de la adjudicación de toda la licitación es la corporación municipal para este proyecto (artículo 9). Esta junta de licitación estará conformada por 5 personas, y son los únicos encargados de recibir, calificar ofertas y adjudicar el negocio (artículo 10).

El proyecto debe ser hecho bajo licitación pública (artículo 17). Para hacer la licitación se deben elaborar los siguientes documentos: bases de licitación, especificaciones generales, especificaciones técnicas, disposiciones especiales y planos de construcción (artículo 18).

Las bases de licitación deben contener como mínimo lo siguiente (artículo 19):

1. Condiciones que deben reunir los oferentes
2. Características generales y específicas
3. Lugar y forma donde será ejecutada la obra
4. Indicaciones de las garantías establecidas en la ley de contrataciones del estado
5. Forma de pago del proyecto
6. Porcentaje de anticipo y procedimiento para otorgarlo
7. Lugar, dirección exacta, fecha y hora en que se ejecutará la diligencia de presentación, recepción y apertura de aplicaciones
8. Declaración jurada del oferente
9. Indicación de la forma de integración de precios unitarios por renglón
10. Criterios que seguirá la junta de licitación para calificar las ofertas recibidas
11. Indicación de requisitos que se consideren fundamentales y
12. Modelo de oferta y proyecto de contrato.

Para hacer válida la licitación es necesario que se publique la misma por lo menos 2 veces en el diario oficial y dos en otro diario de mayor circulación, y en GUATECOMPRAS, y no se deben exceder 15 días hábiles entre ambas publicaciones. Después de la última publicación y recepción de ofertas, debe existir un plazo no menor de 40 días (artículo 23).

Los criterios de calificación que se utilizarán para escoger la mejor opción son: calidad, precio, tiempo, características y demás condiciones que se fijan en las bases. En las bases se establecerá el tiempo para tomar un dictamen de la evaluación, y subirlo al Concejo Municipal para que sea aprobado o que soliciten algunas modificaciones (artículo 28).

Una vez adjudicado el proyecto se tendrán 10 días máximo para suscribir el contrato, el cual será aprobado por el Concejo Municipal (artículo 47). Al momento de finalizar el proyecto, el proveedor debe indicar al supervisor que revise que todo está según las especificaciones del contrato, y de ser así, se pasa el proyecto a la comisión receptora, quienes revisarán y aprobarán la recepción (artículo 55).

Luego de recibido el proyecto se tienen 90 días para liquidar el contrato, que conlleva ejecutar el pago correspondiente al proveedor (artículo 56). Se puede hacer un anticipo de hasta el 20% para el inicio del proyecto y para las asesorías de un 10%. Dependiendo lo que se pacte en el contrato podrán hacerse pagos parciales contra estimaciones periódicas de trabajo ejecutado y aceptado (artículo 58).

Los pagos parciales y anticipos se harán después de 30 días de presentada toda la documentación correcta (artículo 62). Se tienen que tomar en cuenta las garantías de sostenimiento de la oferta, cumplimiento, de anticipo, de calidad de funcionamiento y de saldos deudores mencionados en esta ley. La garantía de la calidad cubre 18 meses a partir de la fecha de recepción del proyecto, y si se destruye el proyecto y se logra comprobar la culpabilidad del proveedor el mismo debe de cumplir con las garantías hasta un período de 5 años (artículo 64-70).

Es importante que el proveedor cumpla con los tiempos establecidos en el contrato, ya que de no ser así, la Municipalidad podrá aplicar el artículo 85 de la presente ley en donde se indica que hay sanciones por retrasos atribuibles y demostrables al proveedor, sin exceder el 5%, si llegase a superar este valor, la Municipalidad podrá rescindir el contrato.

También el artículo 86 le da el poder a la Municipalidad de sancionar con un 100% del valor de la parte degradada, si la calidad que se definió en el contrato la varió y degradó el proveedor. Y también se sancionará al supervisor que revisó el proyecto.

6.4.4. Artículos de la ley de protección y mejoramiento del medio ambiente que impacten al proyecto para su factibilidad

Según se establece en el artículo 8 de la ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, que para todo proyecto que impacte al ambiente o no, es necesario un estudio de impacto ambiental realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión de medio ambiente.

Para realizar dicho estudio es necesario remitirse a un técnico especialista que lo realice en base al acuerdo gubernativo no. 60-2015 Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental.

En este reglamento se establece que la dirección general de gestión ambiental y recursos naturales, MARN, es la encargada de autorizar a los técnicos y mantener actualizada la base de datos de las personas que pueden realizar dichos estudios, aprobar los instrumentos de evaluación ambiental, emitir las licencias de los instrumentos y realizar las inspecciones necesarias entre otras.

También que la dirección de coordinación nacional, DCN, es la encargada de coordinar la recepción, revisión, análisis, inspección y verificación de campo y dictamen de los instrumentos ambientales categorizados como C1, C2, C3, B2 o B1. Y para los instrumentos ambientales categorizados como C1, C2, C3 o B2, emitir la resolución de aprobación o no aprobación.

Los instrumentos de evaluación ambiental se dividen en: ambientales (predictivos, correctivos o complementarios); y los denominados de seguimiento y control ambiental.

Para el proyecto se necesitan los instrumentos ambientales predictivos, dentro de los que se encuentran los siguientes:

1. Evaluación ambiental estratégica
2. Estudio de evaluación de impacto ambiental
3. Evaluación ambiental inicial
4. Formulación de actividades de mínimo impacto inicial
5. Formulación de actividades para registro
6. Plan de gestión ambiental
7. Evaluación de riesgo ambiental
8. Evaluación de efectos acumulativos

La ley también indica que la determinación de la evaluación ambiental a realizarse se hará en base al listado taxativo que hace referencia el reglamento y a la significancia de impacto ambiental que se obtenga como resultado del instrumento ambiental presentado.

Cuando sea presentado el instrumento ambiental al MARN, éste lo publicará en dos periódicos para verificar si existe oposición al proyecto.

El listado taxativo del acuerdo ministerial no. 199-2016, indica que un proyecto de instalación de lámparas de alumbrado público es categorizado como C. Para el proyecto, presentado en este documento, se debe presentar el instrumento evaluación ambiental inicial y la resolución se la darán en un plazo de 10 días.

6.4.5. Artículos de la ley del impuesto sobre la renta

En esta ley se menciona que las rentas que obtengan las municipalidades están exentas de impuestos (artículo 6).

Las depreciaciones se calculan en base al costo de adquisición de los bienes. Este costo incluye los gastos incurridos con motivo de la compra, instalación y montaje de los bienes y otros similares, hasta ponerlos en condición de ser usados (artículo 17).

La depreciación se calcula anualmente, previa usando el método de la línea recta, que consiste en aplicar sobre el valor de adquisición o producción del bien a depreciar, el porcentaje fijo y constante que corresponda (artículo 18).

El porcentaje de depreciación del mobiliario y equipo es del 20% (artículo 19).

El costo de adquisición de los activos intangibles efectivamente incurrido podrá deducirse por el método de amortización de la línea recta en un período que dependerá de las condiciones de la adquisición o creación del activo intangible de que se trate, y que no puede ser menor a 5 años (artículo 23).

6.4.6. Artículos de referencia de las leyes

Algunos de los artículos que pueden servir de referencia para verificar la factibilidad del proyecto, se listan a continuación:

1. Constitución política de la república de Guatemala: 120, 121, 134, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 232, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261 y 262.
2. Código municipal: 3, 17, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 53, 54, 60, 62, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138.
3. Ley de contrataciones del estado: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 33, 34, 36, 39, 47, 48, 49, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 65, 67, 68, 85, 86, 95, 96, 97, 98.
4. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente: 8.
5. Ley del impuesto sobre la renta: 6, 17, 18, 19 y 23.

Es importante que el área legal de la Municipalidad lea con detenimiento cada una de las leyes mencionadas aquí, y si necesita el apoyo de otra ley que también la tome en cuenta.

7. CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE ALUMBRADO PÚBLICO LED DE SAN MIGUEL DUEÑAS DEL DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ

En este capítulo se hace un análisis del impacto ambiental que tendrá el proyecto de instalación de luces LED en el alumbrado público de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez. Se iniciará con una descripción sobre la situación actual de los factores abióticos, bióticos y socioeconómicos y culturales, que se verán impactados por el proyecto. Luego se procederá a realizar el análisis de impactos ambientales, en la instalación y operación del proyecto y se propondrá un plan de mitigación para el mismo.

El análisis de impacto de cada factor que se muestra a continuación se realizará en la sección 7.4.

7.1. Descripción de factores abióticos impactados por el proyecto del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

En esta parte se describen los factores abióticos que se pueden ver impactados ya sea positiva o negativamente por el proyecto de instalación de luces LED en el alumbrado público de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez.

7.1.1. Suelo

San Miguel Dueñas cuenta con una carretera de asfalto de Ciudad Vieja hacia San Miguel Dueñas; de San Miguel Dueñas hacia la finca El Tempixque se cuenta con una carretera de concreto. Para el resto de lugares se cuenta con adoquín, o balastro.

7.1.2. Clima

Según información obtenida del Plan de desarrollo municipal de San Miguel Dueñas Sacatepéquez, elaborado por Segeplan y la Municipalidad del lugar en el año 2011, San Miguel Dueñas se encuentra ubicado en un bosque húmedo montado bajo subtropical y

bosque muy húmedo subtropical cálido, y las temperaturas varían entre 10 grados centígrados hasta 25 grados centígrados dependiendo la época del año.

También se menciona que en el Municipio se marcan las dos estaciones del año que son seca y lluviosa.

7.1.3. Calidad del aire

En el documento elaborado por Segeplan se hace mención también a la calidad del aire, que según ese documento, el Municipio cuenta con un nivel de contaminación medio, siendo el principal contaminante el monóxido de carbono que emiten los vehículos al ambiente.

7.2. Descripción de factores bióticos impactados por el proyecto del municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

En esta sección se describen los factores bióticos que pueden verse impactados de una forma positiva o negativa si se llevara a cabo el proyecto propuesto en este documento.

7.2.1. Flora

Según el documento de Segeplan, el Municipio cuenta con árboles de gravillea, eucalipto, ciprés y álamo. Cuenta con un área de 60 hectáreas, en las faldas del volcán de Acatenango, de bosque natural. La cobertura forestal, está dividida de la siguiente manera:

Tabla 40
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Distribución cobertura forestal del Municipio, con porcentaje de cobertura y
kilómetros cuadrados

Cobertura forestal	Porcentaje de cobertura	Kilómetros cuadrados
Área sin cobertura forestal	66.20%	29.57
Latifoliadas cultivos	2.15%	0.96
Bosque Mixto-Cultivos	4.77%	2.13
Bosque Mixto	13.07%	5.84
Bosque de Latifoliadas	13.81%	6.17

Fuente: elaboración propia en base a información obtenida del documento "Plan de desarrollo municipal de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez", Segeplan 2011, página 42.

7.2.2. Fauna

En base al documento de Segeplan, San Miguel Dueñas cuenta con algunos animales como: sanates, ardillas, armados, tacuacines, venado, taltuzas, loros y pericos.

7.3. Descripción de factores socioeconómicos y culturales impactados por el municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez

En esta sección se describen los factores socioeconómicos y culturales que pueden llegar a impactarse por el proyecto.

7.3.1. Tamaño de la población

Cómo se mencionó en el estudio de mercado, en el año 2016 San Miguel Dueñas cuenta con 12,040 habitantes (INE, 2016), siendo 47.2% de hombres (INE, 2016) y el 52.8% de mujeres (INE, 2016). Se estima que para el 2,020 serán 12,727 habitantes (INE, 2016).

De estos habitantes el 82.44% vive en las zonas urbanas y el restante 17.56% en zonas rurales, según el documento de plan de desarrollo municipal, creado por Segeplan en el 2011.

7.3.2. Actividades económicas

En base al documento de plan de desarrollo municipal, creado por Segeplan en el 2011, las principales actividades económicas del Municipio se muestran a continuación:

Tabla 41
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
No. de personas por actividad económica en el Municipio

Actividad económica	No. De Personas
Agricultura, Silvicultura, pesca	1331
Comercio por mayor y menor, hoteles y restaurantes	423
Industria manufacturera, textil y alimenticia	311
Servicios Comunales, sociales y personales	286
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	210
Construcción	186
Establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles y servicios prestados a empresas	74
Enseñanza	47
Administración pública y defensa	36
Electricidad, gas y agua	16
Explotación de minas y canteras	8
Rama de actividad no específica	5
Organizaciones extraterritoriales	0

Fuente: elaboración propia con información del documento "Plan de desarrollo municipal de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez", Segeplan 2011, página 55.

Cómo se puede ver, la mayor actividad es la agricultura, sin embargo, según el documento este no ha despegado para ser el motor económico del lugar, debido a que no existen organizaciones de productores que vinculen los productos a nuevos mercados.

Con respecto a la actividad agrícola, los productos que se cosechan se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 42
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Producción agrícola en quintales, número de manzanas utilizadas por tipo de
producto y la producción en quintales por manzana de cada producto, del
Municipio

Producto	Producción	Manzanas	Producción /Manzanas
Café	73,090.00	124.00	589.44
Flores	3,602.00	7.00	514.57
Legumbres, verduras, hortalizas	31,023.00	125.00	248.18
Aguacate	597.00	14.00	42.64
Durazno y melocotón	1,839.00	48.00	38.31
Naranja	293.00	17.00	17.24
Maíz	6,799.00	458.00	14.84
Frijol	368.00	104.00	3.54

Fuente: elaboración propia con información del documento “Plan de desarrollo municipal de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez”, Segeplan 2011, página 57.

Cómo lo muestra la columna de producción en quintales sobre número de Manzanas, el café y las flores son las únicas que tienen asistencia técnica por el volumen de producción.

7.3.3. Servicio de alcantarillado

Según el documento Plan de desarrollo municipal de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez Segeplan 2011, de un total de 2677 casas, 2622 cuenta con drenajes, sin embargo, no cuentan con planta de tratamiento de aguas servidas, contaminando así los ríos que atraviesan el lugar.

7.3.4. Servicio de recolección de basura

Se cuenta con un tren de aseo municipal, que cubre el 100% de la población, según el documento de plan de desarrollo municipal de Segeplan, sin embargo, en el mismo documento se menciona que las personas no tienen conciencia del daño que causa la basura y tiran ésta en las corrientes de los ríos y cerca de los nacimientos, creando focos de contaminación en el casco urbano.

7.3.5. Servicio de alumbrado público

Actualmente se cuenta con el alumbrado público en todas las zonas del lugar, utilizando focos de vapor de sodio, cómo se mencionó en el estudio de mercado. Sin embargo, no cubre los requerimientos de iluminación definidos internacionalmente.

7.3.6. Áreas socialmente vulnerables

Según el documento del plan de desarrollo municipal, el Municipio cuenta con un total de 12 agentes policiales, teniendo 1 por cada 500 habitantes. Esto hace vulnerable al lugar, y se menciona en el documento que existen hechos delictivos cómo robos a comercios y residencias y asaltos a personas. Las áreas más vulnerables son, Barrio el Chilcal, Cataratas la Rinconada y la Aldea el Rosario.

7.4. **Identificación de Impactos ambientales del proyecto**

Cómo se mencionó en el capítulo anterior, según el listado taxativo del acuerdo ministerial No. 199-2016, el proyecto se clasifica como C que es de bajo impacto ambiental. En las siguientes tablas, se muestran los impactos positivos y negativos que se tendrán con el proyecto por cada factor abiótico, biótico y socioeconómico y cultural:

Tabla 43
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Impactos ambientales en factores abióticos del proyecto

Factor	Comentario
Suelo	Apertura de agujeros durante la instalación
Calidad de aire	Durante las noches se tendrá contaminación lumínica por el tipo de luces

Fuente: elaboración propia en base a análisis hecho en las secciones 7.1

Tabla 44
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Impactos ambientales en factores bióticos y socioeconómicos del proyecto

Factor	Comentario
Flora	Por el tipo de lámparas se puede tener un incremento de insectos que puede convertirse en plagas para la flora del lugar
Fauna	Por el tipo de lámparas se puede tener un incremento de insectos que puede convertirse en plagas que afectarán la fauna del lugar
Social	Por el color de la iluminación se puede llegar a tener cierta molestia en algún grupo de la población porque puede llegar a existir deslumbramiento
Social	Un leve incremento de tráfico al momento de la instalación del sistema, y si existe algún atraso se puede quedar un día un lugar sin iluminación
Social	Por el tipo de lámparas y la posibilidad de plagas, puede afectar la actividad económica principal que en este caso es la agricultura
Social	Por el tipo de lámparas y la posibilidad de plagas, puede afectar la salud de los habitantes, en especial problemas gastrointestinales

Fuente: elaboración propia en base a análisis hecho en las secciones 7.2, 7.3

Los impactos más graves se encuentran en la contaminación lumínica, que se refiere a un tema de pérdida de la noche, el cual tiene mucha atención en países desarrollados como Estados Unidos o algunos países de Europa como Alemania y España. Según lo que se logró identificar es que debido al tipo de luz que se emite con las lámparas LED, el efecto de la contaminación lumínica es más grave que si se utilizan lámparas de vapor de sodio.

Otro problema muy grave, es que por el color de la luz que emiten las lámparas LED. Se realizó un estudio en Nueva Zelanda, en el cuál se logró identificar que algunos insectos como las moscas eran fuertemente atraído por este tipo de luces, lo que puede crear una potencial plaga que afectaría a la salud de los habitantes y a la fauna del lugar (Pawson y Bader, 2014).

También debido a que la actividad económica mayoritaria es la agricultura, y a la atracción de ciertos insectos de las lámparas se podría sufrir en cierta medida impactos en los cultivos del lugar.

Cómo se puede ver, existen algunos impactos que pueden llegar a ser graves, si no se tiene un control adecuado de los mismos en la fase de operación, sin embargo, el proyecto en base a la clasificación hecha por las leyes guatemaltecas (B2), sigue siendo de impacto moderado a bajo en el ambiente.

7.5. Mitigación de impactos ambientales

En base al análisis hecho a continuación, se proponen los siguientes planes de mitigación que se resumen en la tabla no. 45 por impacto ambiental negativo:

Tabla 45
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Plan de mitigación que se puede implementar para el proyecto

Factor	Comentario	Mitigación
Suelo	Apertura de agujeros durante la instalación	Regar cuando se abran los agujeros
Calidad de aire	Durante las noches se tendrá contaminación lumínica por el tipo de luces	Uso de sistema de control electrónico para controlar la intensidad de las lámparas bajo ciertas condiciones (horarios, circulación).
Flora	Por el tipo de lámparas se puede tener un incremento de insectos que puede convertirse en plagas para la flora del lugar	Uso de sistema de control electrónico, y mejorar la limpieza de las calles evitando que los insectos se reproduzcan de forma descontrolada
Fauna	Por el tipo de lámparas se puede tener un incremento de insectos que puede convertirse en plagas que afectarán la fauna del lugar	Uso de sistema de control electrónico, y mejorar la limpieza de las calles evitando que los insectos se reproduzcan de forma descontrolada
Social	Por el color de la iluminación se puede llegar a tener cierta molestia en algún grupo de la población porque puede llegar a existir deslumbramiento	Uso de sistema de control electrónico para controlar la intensidad de las lámparas bajo ciertas condiciones (horarios, circulación).
Social	Un leve incremento de tráfico al momento de la instalación del sistema, y si existe algún atraso se puede quedar un día un lugar sin iluminación	Control de tránsito por la policía municipal
Social	Por el tipo de lámparas y la posibilidad de plagas, puede afectar la actividad económica principal que en este caso es la agricultura	Uso de sistema de control electrónico, y mejorar la limpieza de las calles evitando que los insectos se reproduzcan de forma descontrolada
Social	Por el tipo de lámparas y la posibilidad de plagas, puede afectar la salud de los habitantes, en especial problemas gastrointestinales	Uso de sistema de control electrónico, y mejorar la limpieza de las calles evitando que los insectos se reproduzcan de forma descontrolada

Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida de las secciones 7.1, 7.2, 7.3 y 7.4

Esto se puede resumir en que es necesario tomar algunas medidas de control de tráfico y riego durante la fase de implementación, para evitar mayores inconvenientes con la población.

En la etapa de operación se deben mantener las calles más limpias, para evitar que los insectos que lleguen se alimenten y se reproduzcan. Se sugiere instalar un sistema de control electrónico que ayude a minimizar los impactos del proyecto, sin embargo, por todo lo que implica el agregar este sistema, se dejará fuera del alcance de este documento.

8. CAPÍTULO 5: ESTUDIO FINANCIERO DE ALUMBRADO PÚBLICO LED DE SAN MIGUEL DUEÑAS

En este capítulo se hace el estudio financiero de cada uno de los escenarios propuestos para alumbrado público en el municipio de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez, describiendo cada parte importante de todos los escenarios dentro de las que se encuentra la inversión, el financiamiento y los estados financieros.

Luego de este estudio se presenta la TREMA utilizada para la evaluación financiera, los flujos de fondos actualizados, los indicadores financieros y finalmente un análisis de sensibilidad.

Para el estudio se utilizaron los escenarios sin proyecto y los dos con proyecto propuestos en los estudios de mercado y técnico, siendo el primero el de cambio de lámparas únicamente, y el segundo de la implementación de nuevos soportes con sus lámparas, el cual cumple los requisitos de iluminación definidos internacionalmente por la CIE.

8.1. Escenario sin proyecto

En esta sección se define todo el estudio financiero del escenario sin proyecto hasta los estados financieros.

8.1.1. Inversión escenario sin proyecto

En el Municipio, como ya se mencionó en los capítulos anteriores, existen lámparas de vapor de sodio instaladas, pero a manera de ejercicio se aplicará un costo de inversión que equivale al precio de las lámparas de vapor de sodio obtenidas por cotizaciones en el mercado.

En las tablas no. 46 y 47 se presentan la inversión fija y la inversión corriente necesaria para el escenario sin proyecto.

Tabla 46
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Inversión fija inicial para el escenario sin proyecto del proyecto cifras en Q

Item	Cantidad	Unidades	Costo Unitario	Total
Lámparas de 150W	73	Unidades	Q 773.00	Q 56,429.00
Lámparas de 250W	64	Unidades	Q 857.00	Q 54,848.00
Lámparas de 100W	278	Unidades	Q 700.00	Q 194,600.00
Lámparas de 400W	129	Unidades	Q 1,103.00	Q 142,287.00
Lámparas instaladas	1	Cantidad	Q 164,986.67	Q 164,986.67
Inversiones imprevistas	10%	Porcentaje	Q 682,445.35	Q 68,244.54
Total inversión fija				Q 681,395.21

Fuente: elaboración propia, en base a cotizaciones obtenida de una empresa que vende lámparas en noviembre 2016, el cálculo de las lámparas instaladas, de los imprevistos y del cálculo de capital de trabajo para un mes de operación del sistema.

Tabla 47
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Inversión corriente inicial para el escenario sin proyecto del proyecto cifras en Q

Item	Cantidad	Unidades	Costo Unitario	Total
Capital de Trabajo	1	Efectivo	Q 69,294.68	Q 69,294.68
Total inversión corriente				Q 69,294.68

Fuente: elaboración propia, en base a cálculos realizados de los costos de operación, gastos de administración y gastos de operación de este escenario

Los precios unitarios de las lámparas fueron obtenidos a través de una cotización solicitada a los proveedores de estos productos en Guatemala.

El costo unitario de las lámparas instaladas se calculó como se muestra en la tabla 48. En esta tabla se muestran dos valores importantes, uno es el de la empresa que instalará las lámparas y el otro del monto por el alquiler de la maquinaria. Estas cifras se obtuvieron por medio de cotizaciones de empresas que realizan este tipo de trabajos.

El costo unitario de la empresa que realizará la instalación incluye a 8 personas no calificadas y 2 jefes de cuadrilla durante 3 meses. Se estimó un 10% del total para imprevistos en la inversión.

Tabla 48
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de costo unitario del ítem de lámparas instaladas de la tabla no. 46 cifras
en Q

Item	Cantidad	Unidades	Costo Unitario	Total
<i>Empresa que realizará la instalación</i>	1	Personas	Q 124,986.67	Q 124,986.67
<i>Maquinaria</i>	20	Días	Q 2,000.00	Q 40,000.00
Total				Q 164,986.67

Fuente: elaboración propia, en base a información de empresas que realizan estos trabajos

El capital de trabajo necesario para operar este proyecto es igual a Q69.29M. Este valor se estimó en base a la suma de: costo de operación de este escenario, gastos de administración y gastos de operación todos del mes 1 del año 1 del escenario sin proyecto. Para este cálculo es necesario proyectar el salario mínimo, el cual se muestra en la tabla 49.

Tabla 49
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Proyección de salario mínimo del año 1 al 10 del proyecto, utilizando el método de
tendencia exponencial

Año	Salario
1	Q 2,893.21
2	Q 3,013.41
3	Q 3,148.33
4	Q 3,289.29
5	Q 3,436.57
6	Q 3,590.43
7	Q 3,751.19
8	Q 3,919.14
9	Q 4,094.62
10	Q 4,277.95

Fuente: elaboración propia, en base a información del ministerio de trabajo (2017).

Para los costos de operación se multiplicó el valor de enero de la tabla 12 por el valor del precio del primer trimestre del año 2017 de la figura 7. Los gastos de administración se calcularon por la suma de: pago de una persona con el salario mínimo para un mes y

10.67% del salario mínimo que es el porcentaje de pago del IGGS patronal. Los gastos de operación equivalen al pago del reemplazo de las lámparas dañadas, durante el primer mes, que según Ramli, et al. (2015), en un año el porcentaje de fallas en lámparas de vapor de sodio sin mantenimiento preventivo es igual al 12% del total de las lámparas, y para sacar lo de un mes se dividió entre 12, que es la cantidad de meses de un año. Todos estos montos se pueden verificar en la sección 8.1.3 en donde se muestra el Estado de Resultados de este escenario.

En este escenario, debido a que las lámparas únicamente tienen 5 años de vida, se propone realizar una reinversión fija en el año 6, que es de Q715.24M, cálculo que se muestra en la tabla no. 50.

Tabla 50
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Inversión fija del escenario sin proyecto para el año 6

Ítem	Cantidad	Unidades	Precio Unitario	Total
Lámparas de 150W	73	Unidades	Q 773.00	Q 56,429.00
Lámparas de 250W	64	Unidades	Q 857.00	Q 54,848.00
Lámparas de 100W	278	Unidades	Q 700.00	Q 194,600.00
Lámparas de 400W	129	Unidades	Q 1,103.00	Q 142,287.00
Lámparas instaladas	1	Unidad	Q 202,051.43	Q 202,051.43
Imprevistos de inversión	10%	Porcentaje	Q 650,215.43	Q 65,021.54
Totales				Q 715,236.97

Fuente: elaboración propia, en base a cotizaciones obtenida de una empresa que vende lámparas en noviembre 2016, el cálculo de las lámparas instaladas de este escenario, de los imprevistos y del cálculo de capital de trabajo para un mes de operación del sistema.

El monto de las lámparas instaladas varía, debido a que la empresa que brindó las cotizaciones indicó un incremento por la tendencia al alza del salario mínimo en Guatemala.

Debido a que en este escenario ya no es necesario el capital de trabajo y que cambio el precio de las lámparas instaladas, el monto de los imprevistos de inversión cambió, pero siempre se mantiene el 10% de la suma del resto de ítems de la inversión.

8.1.2. Financiamiento del escenario sin proyecto

El proyecto se debe financiar por parte del presupuesto anual que recibe la Municipalidad y se espera que lo que se recaude por el arbitrio municipal genere los flujos de fondos necesarios para pagar el proyecto.

Según la información obtenida de la Municipalidad, el presupuesto de los últimos 5 años es de alrededor de 24 millones de quetzales. Este escenario y los dos con proyecto entran dentro del presupuesto.

Cómo se muestra en la sub-sección anterior, en las tablas 46 y 47 la inversión necesaria para este escenario es de Q0.75MM que equivalen al 3.13% del presupuesto Municipal.

8.1.3. Estados financieros del escenario sin proyecto

A continuación se muestra el estado de resultados, el presupuesto de caja y el balance general de este escenario.

8.1.3.1. Estado de resultados escenario sin proyecto

Para el cálculo del estado de resultados del escenario sin proyecto, se verificó el cálculo de las ventas, que son iguales a la suma de lo que se colecta por el arbitrio municipal de alumbrado público. Para este cálculo se utilizó la tabla no. 5 que muestra el consumo en MM de KWH en un año de los usuarios en la tarifa social y no social del Municipio, las figuras 5 y 6 muestran el precio proyectado de la tarifa social y no social de los usuarios de EEGSA.

En las tablas 51, 52 y 53 muestran el cálculo de ventas del año 1, que se refieren al arbitrio municipal tanto de la tarifa social, como de la tarifa no social y de la suma de los dos respectivamente. El resto de años se muestran en las tablas no. 114 a la 131 del apéndice.

Es importante recalcar que estos ingresos son los mismos en el escenario sin proyecto, como en los escenarios con proyecto, ya que el cambio de lámparas no alterará el consumo de los usuarios de energía eléctrica del Municipio.

Tabla 51
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa social del año 1 del sistema de alumbrado público del Municipio

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
1	Enero	341354.57	Q 1.1919	21%	Q 85,440.68
1	Febrero	341354.57	Q 1.1027	21%	Q 79,048.30
1	Marzo	341354.57	Q 1.1027	21%	Q 79,048.30
1	Abril	341354.57	Q 1.1027	21%	Q 79,048.30
1	Mayo	341354.57	Q 1.1051	21%	Q 79,221.79
1	Junio	341354.57	Q 1.1051	21%	Q 79,221.79
1	Julio	341354.57	Q 1.1051	21%	Q 79,221.79
1	Agosto	341354.57	Q 1.1479	21%	Q 82,287.86
1	Septiembre	341354.57	Q 1.1479	21%	Q 82,287.86
1	Octubre	341354.57	Q 1.1479	21%	Q 82,287.86
1	Noviembre	341354.57	Q 1.1458	21%	Q 82,137.28
1	Diciembre	341354.57	Q 1.1458	21%	Q 82,137.28
Total					Q 971,389.09

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 52
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa no social del año 1 del sistema de alumbrado público del Municipio

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
1	Enero	37928.2857	Q 1.1860	21%	Q 9,446.11
1	Febrero	37928.2857	Q 1.0878	21%	Q 8,663.90
1	Marzo	37928.2857	Q 1.0878	21%	Q 8,663.90
1	Abril	37928.2857	Q 1.0878	21%	Q 8,663.90
1	Mayo	37928.2857	Q 1.0802	21%	Q 8,603.70
1	Junio	37928.2857	Q 1.0802	21%	Q 8,603.70
1	Julio	37928.2857	Q 1.0802	21%	Q 8,603.70
1	Agosto	37928.2857	Q 1.1376	21%	Q 9,061.03
1	Septiembre	37928.2857	Q 1.1376	21%	Q 9,061.03
1	Octubre	37928.2857	Q 1.1376	21%	Q 9,061.03
1	Noviembre	37928.2857	Q 1.1799	21%	Q 9,398.17
1	Diciembre	37928.2857	Q 1.1799	21%	Q 9,398.17
Total					Q 107,228.33

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 53
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Ventas tarifa social, tarifa no social y total del año 1 al 10 del alumbrado público
del Municipio

Año	Ventas Tarifa Social	Ventas Tarifa No Social	Ventas Totales
1	Q 971,389.09	Q 107,228.33	Q 1,078,617.42
2	Q 1,080,471.44	Q 121,935.33	Q 1,202,406.77
3	Q 1,243,162.71	Q 121,753.98	Q 1,364,916.69
4	Q 1,177,959.26	Q 117,995.40	Q 1,295,954.66
5	Q 978,620.76	Q 98,154.64	Q 1,076,775.39
6	Q 871,745.09	Q 86,080.19	Q 957,825.28
7	Q 895,596.55	Q 91,253.90	Q 986,850.46
8	Q 1,042,083.26	Q 97,530.87	Q 1,139,614.12
9	Q 1,079,016.95	Q 94,462.80	Q 1,173,479.75
10	Q 953,171.26	Q 86,174.06	Q 1,039,345.32

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Para el cálculo de los costos de operación, que se refieren al consumo de energía del sistema de alumbrado público, se utilizaron los valores de las tablas 12 y 13 y de la figura 7.

En las tablas 54 y 55 se muestra el detalle del cálculo de consumo del sistema de alumbrado público para el año no. 1, y del total de los 10 años respectivamente. Para el detalle del resto de los años, se muestran en las tablas no. 132 a la 140 del apéndice.

Para el cálculo de las depreciaciones se utilizó la ley del impuesto sobre la renta, que indica que los activos se deprecian utilizando el método de la línea recta y se utilizó un 20% de depreciación, debido a que los activos de las tablas no. 46 y 50 son considerados mobiliario y equipo de la Municipalidad.

Tabla 54
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa
alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación mensuales cifras en Q del
escenario sin proyecto

Año	Mes	Consumo	Tarifa	Costos de operación
1	Enero	46295.40	Q1.1356	Q 52,572.69
1	Febrero	41815.20	Q1.1224	Q 46,933.46
1	Marzo	46295.40	Q1.1224	Q 51,962.05
1	Abril	44802.00	Q1.1224	Q 50,285.85
1	Mayo	46295.40	Q1.1138	Q 51,561.54
1	Junio	44802.00	Q1.1138	Q 49,898.26
1	Julio	46295.40	Q1.1138	Q 51,561.54
1	Agosto	46295.40	Q1.0959	Q 50,737.03
1	Septiembre	44802.00	Q1.0959	Q 49,100.35
1	Octubre	46295.40	Q1.0959	Q 50,737.03
1	Noviembre	44802.00	Q1.1315	Q 50,693.27
1	Diciembre	46295.40	Q1.1315	Q 52,383.04
Total de costos de operación del año 1				Q 608,426.10

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 12 y 13 y de la figura no. 7 de este documento

Tabla 55
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de costos de operación del alumbrado público del municipio escenario sin
proyecto

Año	Costos de operación
1	Q 608,426.10
2	Q 642,517.57
3	Q 613,269.75
4	Q 520,673.60
5	Q 399,022.07
6	Q 340,669.84
7	Q 342,933.74
8	Q 355,466.82
9	Q 312,406.58
10	Q 256,352.99

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 54 y 132 a 140 de este documento

En el año 5, los activos de la tabla no. 46 quedarán depreciados por completo y a partir del año 6 se inicia la depreciación de los activos de la tabla 50, que quedarán completamente depreciados en el año 10. En las tablas 56 y 57 se muestran dichos cálculos.

Tabla 56
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de depreciaciones de activos del proyecto de la Municipalidad en el
escenario sin proyecto años 1 al 5

Activos Depreciables		% Depreciación	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Lámparas de 150W	Q 56,429.00	20%	Q 11,285.80	Q 11,285.80	Q 11,285.80	Q 11,285.80	Q 11,285.80
Lámparas de 250W	Q 54,848.00	20%	Q 10,969.60	Q 10,969.60	Q 10,969.60	Q 10,969.60	Q 10,969.60
Lámparas de 100W	Q 194,600.00	20%	Q 38,920.00	Q 38,920.00	Q 38,920.00	Q 38,920.00	Q 38,920.00
Lámparas de 400W	Q 142,287.00	20%	Q 28,457.40	Q 28,457.40	Q 28,457.40	Q 28,457.40	Q 28,457.40
Lámparas instaladas	Q 164,986.67	20%	Q 32,997.33	Q 32,997.33	Q 32,997.33	Q 32,997.33	Q 32,997.33
Imprevistos de inversión	Q 68,244.54	20%	Q 13,648.91	Q 13,648.91	Q 13,648.91	Q 13,648.91	Q 13,648.91
Totales	Q 681,395.21		Q 136,279.04	Q 136,279.04	Q 136,279.04	Q 136,279.04	Q 136,279.04

Fuente: elaboración propia, en base a información de la tabla 46 y de la ley del impuesto sobre la renta (2017)

Tabla 57
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de depreciaciones de activos del proyecto de la Municipalidad en el
escenario sin proyecto años 6 al 10

Activos Depreciables		% Depreciación	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Lámparas de 150W	Q 56,429.00	20%	Q 11,285.80	Q 11,285.80	Q 11,285.80	Q 11,285.80	Q 11,285.80
Lámparas de 250W	Q 54,848.00	20%	Q 10,969.60	Q 10,969.60	Q 10,969.60	Q 10,969.60	Q 10,969.60
Lámparas de 100W	Q 194,600.00	20%	Q 38,920.00	Q 38,920.00	Q 38,920.00	Q 38,920.00	Q 38,920.00
Lámparas de 400W	Q 142,287.00	20%	Q 28,457.40	Q 28,457.40	Q 28,457.40	Q 28,457.40	Q 28,457.40
Lámparas instaladas	Q 202,051.43	20%	Q 40,410.29	Q 40,410.29	Q 40,410.29	Q 40,410.29	Q 40,410.29
Imprevistos de inversión	Q 65,021.54	20%	Q 13,004.31	Q 13,004.31	Q 13,004.31	Q 13,004.31	Q 13,004.31
Totales	Q 715,236.97		Q 143,047.39	Q 143,047.39	Q 143,047.39	Q 143,047.39	Q 143,047.39

Fuente: elaboración propia, en base a información de la tabla 50 y de la ley del impuesto sobre la renta (2017)

Para el cálculo de los gastos de administración que se componen de sueldos y salarios y depreciaciones, se sumaron los valores de la tabla no. 49 que se refiere a la proyección del salario mínimo, más la bonificación incentiva de ley que es igual a Q250.00 mensual, y se multiplicó por una persona, que será la encargada de realizar el mantenimiento correctivo.

Adicionalmente, se calcularon las prestaciones laborales obligatorias (bono 14, aguinaldo, indemnización) y el pago del IGGS patronal que equivale al 10.67% de su salario base y se agregaron las depreciaciones de las tablas 56 y 57. Los gastos de

administración se resumen en la tabla 58. Para el cálculo del resto de años, referirse al apéndice tablas no. 141 a la 149.

Tabla 58
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Gastos de administración del año 1, para el escenario sin proyecto del alumbrado
público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 1	Total Año 1
Sueldos y salarios	1	Empleados	Q 37,718.52	Q 37,718.52
Cuota patronal IGGS	1	Empleados	Q 3,704.47	Q 3,704.47
Indemnizaciones	1	Empleados	Q 2,893.21	Q 2,893.21
Aguinaldo	1	Empleados	Q 2,893.21	Q 2,893.21
Bono 14	1	Empleados	Q 2,893.21	Q 2,893.21
Vacaciones	1	Empleados	Q 1,446.61	Q 1,446.61
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidades	Q 136,279.04	Q 136,279.04
Total de gastos de administración y depreciaciones año 1				Q 187,828.26

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 56, 57

Para el cálculo de los gastos de operación, el cual se refiere a la adquisición de repuestos por las lámparas dañadas, se utilizó la suma de las lámparas de la tabla no. 46 multiplicados por el 12% de falla en base a (Ramli, et al., 2015), esto para los años 1 al 4 y 6 al 10. Para el año 5 no existen gastos de este tipo, ya que se hará una reinversión para instalar de nuevo todas las lámparas. En la tabla no. 59 se muestra la tabla del cálculo de estos gastos.

Tabla 59
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Gastos de operación por repuestos del escenario sin proyecto años 1 al 4 y 6 al
10 del alumbrado público del Municipio

Gastos de operación	Cantidad	Unidades	Costo Unitario	Total Año
Repuestos	12%	Porcentaje	Q 448,164.00	Q 53,779.68
Total de gastos de operación				Q 53,779.68

Fuente: elaboración propia, en base a información de la tabla 46 y de Ramli, et al. (2015)

Debido a que el proyecto es de inversión propia, no se tienen gastos financieros, y a que la Municipalidad está exenta de impuestos, estos montos son de Q0. Luego de estos cálculos, ya se puede obtener el estado de resultados. A continuación, se muestra el estado de resultados del escenario sin proyecto del año 1 al 5.

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Estado de Resultados años 1 al 5 escenario sin proyecto
Valores expresados en Q**

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas de servicio	1,078,617.42	1,202,406.77	1,364,916.69	1,295,954.66	1,076,775.39
(-) Costos directos de la operación del alumbrado público	608,426.10	642,517.57	613,269.75	520,673.60	399,022.07
Consumo de energía	608,426.10	642,517.57	613,269.75	520,673.60	399,022.07
Utilidad bruta	470,191.32	559,889.20	751,646.94	775,281.06	677,753.32
(-) Gastos de operación	241,607.94	243,624.99	245,889.02	248,254.41	250,725.70
Gastos de administración	187,828.26	189,845.31	192,109.34	194,474.73	196,946.02
Sueldos y salarios	37,718.52	39,160.95	40,780.00	42,471.54	44,238.81
Cuota patronal IGGS	3,704.47	3,858.37	4,031.13	4,211.61	4,400.18
Indemnizaciones	2,893.21	3,013.41	3,148.33	3,289.29	3,436.57
Aguinaldo	2,893.21	3,013.41	3,148.33	3,289.29	3,436.57
Bono 14	2,893.21	3,013.41	3,148.33	3,289.29	3,436.57
Vacaciones	1,446.61	1,506.71	1,574.17	1,644.65	1,718.28
Depreciaciones de mobiliario y equipo	136,279.04	136,279.04	136,279.04	136,279.04	136,279.04
Otros gastos de operación	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68
Repuestos	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68
Utilidades antes de intereses e impuestos (UAI)	228,583.38	316,264.21	505,757.93	527,026.65	427,027.62
(-) Productos y gastos financieros	-	-	-	-	-
Intereses	-	-	-	-	-
Utilidad antes de impuestos (UAI)	228,583.38	316,264.21	505,757.93	527,026.65	427,027.62
Impuestos	-	-	-	-	-
Utilidad neta del ejercicio	228,583.38	316,264.21	505,757.93	527,026.65	427,027.62

8.1.3.2. Presupuesto de caja escenario sin proyecto

Para el cálculo del presupuesto de caja, primero se verificó en la Municipalidad que el dinero de las ventas del mes de diciembre de cada año, lo reciben en enero del siguiente año, por lo que esta parte se toma en cuenta para el presupuesto de caja. Pasa lo mismos con los costos de operación por consumo de energía.

El monto de la inversión propia en los ingresos se calculó en base a la suma de las tablas no. 46 y 47 de la inversión fija y corriente que equivale a Q0.75MM. En los egresos únicamente se utilizó el monto de la inversión fija de la tabla no. 46 que equivale a Q0.68MM.

Los cálculos de sueldos y prestaciones, gastos de operación, intereses e impuestos son los mismos que los del estado de resultados. A continuación, se muestra el presupuesto de caja para el proyecto del año 1 al 5.

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Presupuesto de caja años 1 al 5 escenario sin proyecto
Valores expresados en Q**

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Saldo Anterior	-	395,004.70	834,328.14	1,465,845.19	2,131,097.26
(+) Ingresos					
Ventas	987,081.98	1,186,452.24	1,360,596.41	1,306,534.31	1,097,183.25
Inversión propia	750,689.89	-	-	-	-
Total de Ingresos	1,737,771.86	1,186,452.24	1,360,596.41	1,306,534.31	1,097,183.25
(-) Egresos					
Inversión fija	681,395.21	-	-	-	-
Costos de operación por consumo de energía	556,043.06	639,782.84	619,469.39	529,306.88	409,745.29
Sueldos y prestaciones de empleados	51,549.22	53,566.27	55,830.29	58,195.69	60,666.98
Gastos de operación adicionales	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68
Intereses	-	-	-	-	-
Impuestos	-	-	-	-	-
Total de egresos	1,342,767.17	747,128.79	729,079.36	641,282.24	524,191.95
Saldo para el siguiente año	395,004.70	834,328.14	1,465,845.19	2,131,097.26	2,704,088.56

8.1.3.3. Balance general escenario sin proyecto

Una vez calculado el estado de resultados y el presupuesto de caja para el proyecto, se puede obtener el balance general del año 1 al 5, que se muestra a continuación:

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Balance general años 1 al 5 escenario sin proyecto
Valores expresados en Q**

Concepto	1	2	3	4	5
Activos Circulante					
Caja y bancos	395,004.70	834,328.14	1,465,845.19	2,131,097.26	2,704,088.56
Cuentas por cobrar	91,535.44	107,489.97	111,810.25	101,230.61	80,822.75
Total Activo circulante	486,540.14	941,818.12	1,577,655.44	2,232,327.86	2,784,911.31
Activos Fijos					
Total activos fijos (neto)	545,116.17	408,837.12	272,558.08	136,279.04	-
Total Activos fijos	545,116.17	408,837.12	272,558.08	136,279.04	-
Total de Activos	1,031,656.31	1,350,655.24	1,850,213.53	2,368,606.90	2,784,911.31
Pasivo circulante					
Cuentas por pagar	52,383.04	55,117.77	48,918.13	40,284.85	29,561.64
Total Pasivo Circulante	52,383.04	55,117.77	48,918.13	40,284.85	29,561.64
Patrimonio					
Inversión propia	750,689.89	750,689.89	750,689.89	750,689.89	750,689.89
Utilidad del ejercicio	228,583.38	316,264.21	505,757.93	527,026.65	427,027.62
Utilidades no distribuidas	-	228,583.38	544,847.58	1,050,605.51	1,577,632.17
Total Patrimonio	979,273.26	1,295,537.47	1,801,295.40	2,328,322.05	2,755,349.67
Pasivo+Patrimonio	1,031,656.31	1,350,655.24	1,850,213.53	2,368,606.90	2,784,911.31

8.2. Escenario con proyecto no. 1

En esta sección se define todo el estudio financiero del escenario con proyecto no. 1 hasta los estados financieros.

8.2.1. Inversión escenario 1 con proyecto (Cambio de lámparas únicamente)

La inversión del escenario con proyecto no. 1, en el cuál se propone cambiar las lámparas de vapor de sodio por lámparas led, se dividió en inversión fija y corriente. En la inversión fija se utilizaron los montos definidos en la tabla 37 que equivale a Q2.54MM, y se sumó el costo de un estudio de impacto ambiental. Para la inversión corriente se calculó el capital de trabajo necesario para este escenario. En las tablas no. 60 y 61 se resumen ambas inversiones.

Tabla 60
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Inversión fija para escenario con proyecto no. 1, de alumbrado público del
Municipio

ÍTEM	Cantidad	Unidades	Precio Unitario	Total
Lámparas y luminarias de 250W	129	Unidades	Q 5,050.00	Q 651,450.00
Lámparas y luminarias de 60 y 70W	338	Unidades	Q 3,050.00	Q 1,030,900.00
Lámparas y luminarias de 90 y 100W	77	Unidades	Q 3,550.00	Q 273,350.00
Lámparas instaladas	1	Unidad	Q 164,986.67	Q 164,986.67
Estudio de diseño y asesoría	12	Meses	Q 15,000.00	Q 180,000.00
Estudio de impacto ambiental	1	Unidades	Q 40,000.00	Q 40,000.00
Inversiones imprevistas	10%	Porcentaje	Q 2,377,432.64	Q 237,743.26
Total inversión fija				Q 2,578,429.94

Fuente: elaboración propia, en base a tabla 37, cotizaciones de técnicos ambientalistas y cotizaciones de empresas que realizan instalación de lámparas.

Tabla 61
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Inversión corriente para escenario con proyecto no. 1, de alumbrado público del
Municipio

ÍTEM	Cantidad	Unidades	Precio Unitario	Total
Capital de trabajo	1	Efectivo	Q 36,745.97	Q 36,745.97
Total inversión corriente				Q 36,745.97

Fuente: elaboración propia, en base a cálculos realizados de los costos de operación, gastos de administración y gastos de operación de este escenario

El precio unitario de las lámparas instaladas es el mismo que el escenario sin proyecto. Y el precio unitario del estudio de impacto ambiental se obtuvo a través de una cotización con un técnico certificado por el ministerio de ambiente. Las inversiones imprevistas, al igual que el escenario sin proyecto, son del 10% de la inversión total.

El capital de trabajo se calculó de una manera muy similar al escenario sin proyecto, pero se utilizaron los costos de operación y los gastos administrativos del mes 1 del año 1 de este escenario excluyendo los gastos de operación porque los repuestos serán cubiertos por la garantía de las lámparas.

Los costos de operación se calcularon por medio de la multiplicación del valor de enero del año 1 de la tabla 21 que es de 22.5M KWH por el valor del primer trimestre del 2017 de la figura 7 que es igual a Q1.1224/KWH. El cálculo de los gastos de administración es igual a la suma de 2 personas que devengan el salario mínimo, que en el año 1 es igual a Q2,893.21 por mes por persona, en base al ministerio de trabajo (2017) más 10.67% del salario mínimo por cada persona de la cuota patronal IGSS.

8.2.2. Financiamiento del escenario con proyecto no. 1

Al igual que el escenario sin proyecto, esta propuesta se debe financiar por parte del presupuesto anual que recibe la Municipalidad.

La inversión necesaria para este escenario es de Q2.62MM que equivalen al 10.90% del presupuesto Municipal.

8.2.3. Estados financieros del escenario con proyecto no. 1

En esta sección se muestra el estado de resultados, el presupuesto de caja y el balance general del escenario con proyecto no. 1.

8.2.3.1. Estado de resultados escenario con proyecto no. 1

Cómo en la sección anterior, las ventas para este escenario son las mismas que en el escenario sin proyecto y con proyecto no. 2.

Los costos de operación se calcularon del consumo de energía eléctrica del alumbrado público, y se utilizaron los valores de las tablas 21 y 22 y de la figura 7. En las tablas 62 y 63 se muestra el detalle del cálculo de consumo del sistema de alumbrado público para el año no. 1, y del total de los 10 años respectivamente. Para el detalle del resto de los años, se muestran en las tablas no. 150 a la 158 del apéndice.

Tabla 62
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 1,
escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
1	Enero	Q1.1356	22498.56	Q 25,549.19
1	Febrero	Q1.1224	10836.00	Q 12,162.35
1	Marzo	Q1.1224	22498.56	Q 25,252.43
1	Abril	Q1.1224	21772.80	Q 24,437.83
1	Mayo	Q1.1138	22498.56	Q 25,057.79
1	Junio	Q1.1138	21772.80	Q 24,249.47
1	Julio	Q1.1138	22498.56	Q 25,057.79
1	Agosto	Q1.0959	22498.56	Q 24,657.10
1	Septiembre	Q1.0959	21772.80	Q 23,861.71
1	Octubre	Q1.0959	22498.56	Q 24,657.10
1	Noviembre	Q1.1315	21772.80	Q 24,635.83
1	Diciembre	Q1.1315	22498.56	Q 25,457.02
Total de costos de operación del año 1				Q 285,035.59

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 21 y 22 y de la figura no. 7 de este documento.

Tabla 63
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de costos de operación del alumbrado público del Municipio años 1 al 10
escenario con proyecto no. 1

Año	Costos de operación
1	Q 285,035.59
2	Q 301,200.51
3	Q 286,790.21
4	Q 253,036.07
5	Q 186,300.14
6	Q 159,577.27
7	Q 160,918.96
8	Q 172,749.16
9	Q 146,113.56
10	Q 119,732.22

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 62 y 150 a 158 de este documento.

Para las depreciaciones y amortizaciones, se utilizó el método de la línea recta y se realizó en base a la información definida en la ley del impuesto sobre la renta, que para estos activos el porcentaje es del 20% de depreciación y 20% de amortización.

Debido a que se utiliza un 20% de depreciación y amortización, los activos se deprecian en 5 años, por lo que el cálculo de las depreciaciones, y amortizaciones se muestra en las tablas 64 y 65, únicamente para los años 1 al 5, ya que después son igual a Q0.

Tabla 64
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de activos depreciables del escenario con proyecto no. 1 del alumbrado
público del Municipio años 1 al 5

Activos depreciables	% Depreciación	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Lámparas y luminarias de 250W	20%	Q 130,290.00	Q 130,290.00	Q 130,290.00	Q 130,290.00	Q 130,290.00
Lámparas y luminarias de 60 y 70W	20%	Q 206,180.00	Q 206,180.00	Q 206,180.00	Q 206,180.00	Q 206,180.00
Lámparas y luminarias de 90 y 100W	20%	Q 54,670.00	Q 54,670.00	Q 54,670.00	Q 54,670.00	Q 54,670.00
Lámparas instaladas	20%	Q 32,997.33	Q 32,997.33	Q 32,997.33	Q 32,997.33	Q 32,997.33
Imprevistos de inversión	20%	Q 47,548.65	Q 47,548.65	Q 47,548.65	Q 47,548.65	Q 47,548.65
Totales		Q 471,685.99	Q 471,685.99	Q 471,685.99	Q 471,685.99	Q 471,685.99

Fuente: elaboración propia, en base a información de la tabla 60 y de la ley del impuesto sobre la renta (2017)

Tabla 65
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de activos amortizables del escenario con proyecto no. 1 del alumbrado
público del Municipio años 1 al 5

Activos Amortizables		% Amortización	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<i>Estudio de diseño y asesoría</i>	Q 180,000.00	20%	Q 36,000.00	Q 36,000.00	Q 36,000.00	Q 36,000.00	Q 36,000.00
<i>Estudio de impacto ambiental</i>	Q 40,000.00	20%	Q 8,000.00	Q 8,000.00	Q 8,000.00	Q 8,000.00	Q 8,000.00
Totales	Q 220,000.00		Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00

Fuente: elaboración propia, en base a información de la tabla 60 y de la ley del impuesto sobre la renta (2017)

Para el cálculo de los gastos de administración, que incluye sueldos y salarios, las depreciaciones y amortizaciones, se utilizaron las tablas 49, 64 y 65. En este escenario se recomienda tener a dos personas que se dedique a realizar el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema.

En la tabla no. 66 se muestra el cálculo del año 1 de los gastos administrativos, depreciaciones y amortizaciones, mientras que para el resto de años se muestran los cálculos en las tablas no. 159 a 167 del apéndice de este documento.

Tabla 66
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración del año 1, para el escenario con proyecto no. 1
del alumbrado público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 1	Total Año 1
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 37,718.52	Q 75,437.04
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 3,704.47	Q 7,408.93
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 2,893.21	Q 5,786.42
Aguinaldo	2	Empleados	Q 2,893.21	Q 5,786.42
Bono 14	2	Empleados	Q 2,893.21	Q 5,786.42
Vacaciones	2	Empleados	Q 1,446.61	Q 2,893.21
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	Q 471,685.99	Q 471,685.99
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	Q 44,000.00	Q 44,000.00
Total de gastos de administración, depreciaciones y amortizaciones año 1				Q 618,784.43

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 64 y 65.

Los gastos de operación en los años del 1 al 5 son iguales a Q0.00, por la garantía, para el resto de años se utilizó la suma de las lámparas de la tabla no. 60 multiplicados por el 5% de falla en base a (Nogueira, et al., 2014). El porcentaje de falla disminuye de 12% a 5% debido a que se propone realizar mantenimiento preventivo en el sistema. En la tabla

no. 67 se muestra el monto de los gastos de operación del año 6, que es el mismo para el resto de años.

Tabla 67
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Gastos de operación por repuestos, escenario con proyecto no. 1 años 6 al 10 del
sistema de alumbrado público del Municipio

Gastos de operación	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 6	Total Año 6
Repuestos	5%	Porcentaje	Q 1,955,700.00	Q 97,785.00
Total de gastos de operación				Q 97,785.00

Fuente: elaboración propia, en base a información de la tabla 60 y de Nogueira, et al. (2014)

Cómo en el escenario anterior, los intereses y los impuestos son igual a 0. Luego de estos cálculos, ya se puede obtener el estado de resultados del año 1 al 5.

Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Estado de Resultados años 1 al 5 escenario con proyecto no. 1
Valores expresados en Q

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas de servicio	1,078,617.42	1,202,406.77	1,364,916.69	1,295,954.66	1,076,775.39
(-) Costos directos de la operación del alumbrado público	285,035.59	301,200.51	286,790.21	253,036.07	186,300.14
Consumo de energía	285,035.59	301,200.51	286,790.21	253,036.07	186,300.14
Utilidad bruta	793,581.83	901,206.26	1,078,126.48	1,042,918.59	890,475.26
(-) Gastos de operación	618,784.43	622,818.53	627,346.58	632,077.36	637,019.95
Gastos de administración	618,784.43	622,818.53	627,346.58	632,077.36	637,019.95
Sueldos y salarios	75,437.04	78,321.91	81,560.00	84,943.08	88,477.63
Cuota patronal IGGS	7,408.93	7,716.75	8,062.25	8,423.23	8,800.36
Indemnizaciones	5,786.42	6,026.83	6,296.67	6,578.59	6,873.14
Aguinaldo	5,786.42	6,026.83	6,296.67	6,578.59	6,873.14
Bono 14	5,786.42	6,026.83	6,296.67	6,578.59	6,873.14
Vacaciones	2,893.21	3,013.41	3,148.33	3,289.29	3,436.57
Depreciaciones de mobiliario y equipo	471,685.99	471,685.99	471,685.99	471,685.99	471,685.99
Amortizaciones de activos intangibles	44,000.00	44,000.00	44,000.00	44,000.00	44,000.00
Otros gastos de operación	-	-	-	-	-
Repuestos	-	-	-	-	-
Utilidades antes de intereses e impuestos (UAI)	174,797.40	278,387.73	450,779.91	410,841.23	253,455.30
(-) Productos y gastos financieros	-	-	-	-	-
Intereses	-	-	-	-	-
Utilidad antes de impuestos (UAI)	174,797.40	278,387.73	450,779.91	410,841.23	253,455.30
Impuestos	-	-	-	-	-
Utilidad neta del ejercicio	174,797.40	278,387.73	450,779.91	410,841.23	253,455.30

8.2.3.2. Presupuesto de caja escenario con proyecto no. 1

Los ingresos por ventas de este escenario y de costos de operación se calculan igual que en el escenario sin proyecto. La inversión propia, y la inversión fija se obtienen de las

tablas 60 y 61. A continuación, se muestran el presupuesto de caja para el proyecto de los años 1 al 5.

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Presupuesto de caja años 1 al 5 escenario con proyecto no. 1
Valores expresados en Q**

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Saldo Anterior	-	661,150.94	1,440,599.15	2,399,731.87	3,332,643.15
(+) Ingresos					
Ventas	987,081.98	1,186,452.24	1,360,596.41	1,306,534.31	1,097,183.25
Inversión propia	2,615,175.91	-	-	-	-
Total de Ingresos	3,602,257.88	1,186,452.24	1,360,596.41	1,306,534.31	1,097,183.25
(-) Egresos					
Inversión fija	2,578,429.94	-	-	-	-
Costos de operación por consumo de energía	259,578.57	299,871.49	289,803.10	257,231.66	191,511.39
Sueldos y prestaciones de empleados	103,098.44	107,132.54	111,660.59	116,391.37	121,333.97
Gastos de operación adicionales	-	-	-	-	-
Intereses	-	-	-	-	-
Impuestos	-	-	-	-	-
Total de egresos	2,941,106.94	407,004.03	401,463.69	373,623.03	312,845.35
Saldo para el siguiente año	661,150.94	1,440,599.15	2,399,731.87	3,332,643.15	4,116,981.04

*8.2.3.3. Balance general escenario con proyecto
no. 1*

A continuación se muestra el balance general de los años 1 al 5.

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Balance general años 1 al 5 escenario con proyecto no. 1
Valores expresados en Q**

	1	2	3	4	5
Activos Circulante					
Caja y bancos	661,150.94	1,440,599.15	2,399,731.87	3,332,643.15	4,116,981.04
Cuentas por cobrar	91,535.44	107,489.97	111,810.25	101,230.61	80,822.75
Total Activo circulante	752,686.38	1,548,089.12	2,511,542.12	3,433,873.75	4,197,803.79
Activos Fijos					
Total Activos fijos y amortizables (neto)	2,062,743.95	1,547,057.96	1,031,371.97	515,685.99	-
Total Activos fijos	2,062,743.95	1,547,057.96	1,031,371.97	515,685.99	-
Total de Activos	2,815,430.33	3,095,147.08	3,542,914.09	3,949,559.74	4,197,803.79
Pasivo Circulante					
Cuentas por pagar	25,457.02	26,786.04	23,773.15	19,577.56	14,366.31
Total Pasivo Circulante	25,457.02	26,786.04	23,773.15	19,577.56	14,366.31
Patrimonio					
Inversión propia	2,615,175.91	2,615,175.91	2,615,175.91	2,615,175.91	2,615,175.91
Utilidad del ejercicio	174,797.40	278,387.73	450,779.91	410,841.23	253,455.30
Utilidades no distribuidas	-	174,797.40	453,185.13	903,965.04	1,314,806.27
Total Patrimonio	2,789,973.31	3,068,361.04	3,519,140.95	3,929,982.18	4,183,437.48
Pasivo+Patrimonio	2,815,430.33	3,095,147.08	3,542,914.09	3,949,559.74	4,197,803.79

8.3. Escenario con proyecto no. 2

8.3.1. Inversión escenario 2 con proyecto (Instalación de nuevas lámparas led y expansión del servicio para cumplir con requerimientos de iluminación)

Para el escenario 2, en el cuál se instalarán más postes, brazos, y lámparas para cumplir con los requerimientos de iluminación establecidos por la CIE, se necesita hacer una inversión de Q7.94MM como se definió en la tabla 38.

Adicional a esto, se deben agregar los costos de la licencia ambiental, que al igual que el escenario anterior, se obtuvieron a través de la cotización de un técnico ambientalista certificado por el Ministerio de Ambiente.

El valor de capital de trabajo, se calculó igual que el escenario anterior, incluyendo los costos de operación y los gastos de administración del mes 1, del año 1.

Los gastos de administración son los mismos que en el escenario anterior, y los costos de operación se calcularon multiplicando el valor del primer trimestre de 2017 de la figura 7 que es igual a Q1.1224/KWH por el valor del mes 1 del año 1 de la tabla 27 que es igual a 20.44M KWH. La inversión en este escenario es de Q8.02MM, monto que se resume en la suma de las tablas no. 68 y 69.

Tabla 68
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Inversión corriente para escenario con proyecto no. 2 del alumbrado público del
Municipio

ÍTEM	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Total
Capital de trabajo	1	Efectivo	Q 34,054.85	Q 34,054.85
Total inversión corriente				Q 34,054.85

Fuente: elaboración propia, en base a cálculos realizados de los costos de operación, gastos de administración y gastos de operación de este escenario

Tabla 69
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Inversión fija para escenario con proyecto no. 2 del alumbrado público del
Municipio

ÍTEM	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Total
Postes	517	Unidades	Q 8,000.00	Q 4,136,000.00
Brazos	517	Unidades	Q 300.00	Q 155,100.00
Cable	15000	Mts	Q 50.00	Q 750,000.00
Lámparas y luminarias de 250W	129	Unidades	Q 5,050.00	Q 651,450.00
Lámparas y luminarias de 30W	732	Unidades	Q 1,050.00	Q 768,600.00
Lámparas y luminarias de 20W	86	Unidades	Q 950.00	Q 81,700.00
Lámparas y luminarias de 15W	114	Unidades	Q 850.00	Q 96,900.00
Lámparas y postes instalados	1	Unidad	Q 393,297.79	Q 393,297.79
Estudio de diseño y asesoría	12	Meses	Q 15,000.00	Q 180,000.00
Estudio de impacto ambiental	1	Unidades	Q 40,000.00	Q 40,000.00
Inversiones imprevistas	10%	Porcentaje	Q 7,287,102.64	Q 728,710.26
Total inversión fija				Q 7,981,758.06

Fuente: elaboración propia, en base a cotizaciones de empresas de postes, lámparas, de instalación de lámparas, técnicos ambientalistas y de asesorías

Para el precio unitario de las lámparas y postes instalados, se solicitó una cotización a una empresa contratista y en la cotización se incluye a 16 personas como mano de obra no calificada y 4 jefes de cuadrilla. La maquinaria se utilizará para 10 días más que en los escenarios anteriores. En la tabla no. 70 se muestra el detalle de estos valores.

Tabla 70
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de costo unitario del ítem de lámparas instaladas de la tabla no. 69 cifras
en Q

Item	Cantidad	Unidades	Costo Unitario	Total
<i>Empresa que realizará la instalación</i>	4	Meses	Q 83,324.45	Q 333,297.79
<i>Alquiler de maquinaria</i>	30	Días	Q 2,000.00	Q 60,000.00
Total				Q 393,297.79

Fuente: elaboración propia, en base a información de empresas que realizan estos trabajos

8.3.2. Financiamiento del escenario con proyecto no. 2

Al igual que en los dos escenarios anteriores, esta propuesta se debe financiar por parte del presupuesto anual que recibe la Municipalidad.

La inversión necesaria para este escenario es de Q8.02MM que equivalen al 33.34% del presupuesto Municipal.

8.3.3. Estados financieros del escenario con proyecto no. 2

8.3.3.1. Estado de resultados escenario con proyecto no. 2

Al igual que en las dos secciones anteriores, las ventas son las mismas. Los costos de operación que se calcularon del consumo de energía eléctrica del alumbrado público se utilizaron los valores de las tablas 27 y 28 y de la figura 7. En las tablas 71 y 72 se muestran los detalles del cálculo de consumo del sistema de alumbrado público para el año no. 1, y del total de los 10 años respectivamente. Para el detalle del resto de los años, se muestran en las tablas no. 168 a la 176 del apéndice.

Tabla 71
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 1,
escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
1	Enero	Q1.1356	Q 20,437.87	Q 23,209.08
1	Febrero	Q1.1224	Q 18,460.01	Q 20,719.55
1	Marzo	Q1.1224	Q 20,437.87	Q 22,939.50
1	Abril	Q1.1224	Q 19,778.58	Q 22,199.52
1	Mayo	Q1.1138	Q 20,437.87	Q 22,762.69
1	Junio	Q1.1138	Q 19,778.58	Q 22,028.41
1	Julio	Q1.1138	Q 20,437.87	Q 22,762.69
1	Agosto	Q1.0959	Q 20,437.87	Q 22,398.70
1	Septiembre	Q1.0959	Q 19,778.58	Q 21,676.16
1	Octubre	Q1.0959	Q 20,437.87	Q 22,398.70
1	Noviembre	Q1.1315	Q 19,778.58	Q 22,379.38
1	Diciembre	Q1.1315	Q 20,437.87	Q 23,125.36
Total de costos de operación del año 1				Q 268,599.71

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 27 y 28 y de la figura no. 7 de este documento.

Tabla 72
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de costos por consumo de alumbrado público del municipio del año 1 al 10
escenario con proyecto no. 2

Año	Costos de operación
1	Q268,599.71
2	Q283,649.95
3	Q270,738.02
4	Q229,859.93
5	Q176,154.86
6	Q150,394.31
7	Q151,393.74
8	Q156,926.67
9	Q137,917.03
10	Q113,171.25

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 71 y 168 a 176 de este documento.

Los gastos de administración y las amortizaciones en este escenario son los mismos que en el escenario anterior, mientras que las depreciaciones varían por los precios de las lámparas y los postes. En la tabla 73 se muestra el cálculo de los activos depreciables para este escenario.

Tabla 73
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de depreciaciones de escenario con proyecto no. 2

Equipo		% Depreciación	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Postes	Q 4,136,000.00	20%	Q 827,200.00	Q 827,200.00	Q 827,200.00	Q 827,200.00	Q 827,200.00
Brazos	Q 155,100.00	20%	Q 31,020.00	Q 31,020.00	Q 31,020.00	Q 31,020.00	Q 31,020.00
Cable	Q 750,000.00	20%	Q 150,000.00	Q 150,000.00	Q 150,000.00	Q 150,000.00	Q 150,000.00
Lámparas y luminarias de 250W	Q 651,450.00	20%	Q 130,290.00	Q 130,290.00	Q 130,290.00	Q 130,290.00	Q 130,290.00
Lámparas y luminarias de 30W	Q 768,600.00	20%	Q 153,720.00	Q 153,720.00	Q 153,720.00	Q 153,720.00	Q 153,720.00
Lámparas y luminarias de 20W	Q 81,700.00	20%	Q 16,340.00	Q 16,340.00	Q 16,340.00	Q 16,340.00	Q 16,340.00
Lámparas y luminarias de 15W	Q 96,900.00	20%	Q 19,380.00	Q 19,380.00	Q 19,380.00	Q 19,380.00	Q 19,380.00
Lámparas y postes instalados	Q 393,297.79	20%	Q 78,659.56	Q 78,659.56	Q 78,659.56	Q 78,659.56	Q 78,659.56
Inversiones imprevistas	Q 728,710.26	20%	Q 145,742.05	Q 145,742.05	Q 145,742.05	Q 145,742.05	Q 145,742.05
Totales	Q 7,761,758.06		Q 1,552,351.61	Q 1,552,351.61	Q 1,552,351.61	Q 1,552,351.61	Q 1,552,351.61

Fuente: elaboración propia, en base a información de la tabla 69 de este documento y la ley del impuesto sobre la renta de Guatemala (2017)

El cálculo de los gastos administrativos, depreciaciones y amortizaciones de este escenario del año 1 se muestra en la tabla 74, mientras que para el resto de años se muestran los cálculos en las tablas no. 177 a 185 del apéndice de este documento.

Tabla 74
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración y depreciaciones del año 1, para el escenario
con proyecto no. 2 del sistema

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 1	Total Año 1
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 37,718.52	Q 75,437.04
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 3,704.47	Q 7,408.93
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 2,893.21	Q 5,786.42
Aguinaldo	2	Empleados	Q 2,893.21	Q 5,786.42
Bono 14	2	Empleados	Q 2,893.21	Q 5,786.42
Vacaciones	2	Empleados	Q 1,446.61	Q 2,893.21
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	Q 1,552,351.61	Q 1,552,351.61
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	Q 44,000.00	Q 44,000.00
Total de gastos de administración, depreciaciones y amortizaciones año 1				Q 1,699,450.05

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 65 y 73 de este documento.

Los gastos de operación de los años del 1 al 5 son igual a Q0.00 por la garantía, para el resto de años el monto se muestra en la tabla no. 75.

Tabla 75
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de operación por repuestos para el escenario con proyecto no. 2
del sistema

Gastos de operación	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 6	Total Año 6
Repuestos	5%	Porcentaje	Q 1,598,650.00	Q 79,932.50
Total de gastos de operación				Q 79,932.50

Fuente: elaboración propia, en base a información de la tabla 69 y de Nogueira, et al. (2014)

Los intereses y los impuestos son igual a Q0.00 para todos los años. Luego de estos cálculos, ya se puede obtener el estado de resultados de los años 1 al 5.

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Estado de Resultados años 1 al 5 escenario con proyecto no. 2
Valores expresados en Q**

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas de servicio	1,078,617.42	1,202,406.77	1,364,916.69	1,295,954.66	1,076,775.39
(-) Costos directos de la operación del alumbrado público	268,599.71	283,649.95	270,738.02	229,859.93	176,154.86
Consumo de energía	268,599.71	283,649.95	270,738.02	229,859.93	176,154.86
Utilidad bruta	810,017.71	918,756.82	1,094,178.67	1,066,094.73	900,620.54
(-) Gastos de operación	1,699,450.05	1,703,484.15	1,708,012.20	1,712,742.98	1,717,685.58
Gastos de administración	1,699,450.05	1,703,484.15	1,708,012.20	1,712,742.98	1,717,685.58
Sueldos y salarios	75,437.04	78,321.91	81,560.00	84,943.08	88,477.63
Cuota patronal IGGS	7,408.93	7,716.75	8,062.25	8,423.23	8,800.36
Indemnizaciones	5,786.42	6,026.83	6,296.67	6,578.59	6,873.14
Aguinaldo	5,786.42	6,026.83	6,296.67	6,578.59	6,873.14
Bono 14	5,786.42	6,026.83	6,296.67	6,578.59	6,873.14
Vacaciones	2,893.21	3,013.41	3,148.33	3,289.29	3,436.57
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1,552,351.61	1,552,351.61	1,552,351.61	1,552,351.61	1,552,351.61
Amortizaciones de activos intangibles	44,000.00	44,000.00	44,000.00	44,000.00	44,000.00
Otros gastos de operación	-	-	-	-	-
Repuestos	-	-	-	-	-
Utilidades antes de intereses e impuestos (UAI)	- 889,432.35	- 784,727.34	- 613,833.53	- 646,648.25	- 817,065.04
(-) Productos y gastos financieros	-	-	-	-	-
Intereses	-	-	-	-	-
Utilidad antes de impuestos (UAI)	- 889,432.35	- 784,727.34	- 613,833.53	- 646,648.25	- 817,065.04
Impuestos	-	-	-	-	-
Utilidad neta del ejercicio	- 889,432.35	- 784,727.34	- 613,833.53	- 646,648.25	- 817,065.04

El estado de resultados de los escenarios sin proyecto, con proyecto no. 1 y con proyecto no. 2, de los años 1 al 10 se muestran después de la tabla no. 185 del apéndice.

Es importante mencionar que para el escenario sin proyecto y con proyecto no. 1, se tienen utilidades netas positivas, mientras que para el escenario con proyecto no. 2 se tienen utilidades negativas por las depreciaciones y amortizaciones.

8.3.3.2. Presupuesto de caja escenario con proyecto no. 2

Para el cálculo del presupuesto de caja del escenario con proyecto no. 2, es similar al de los escenarios anteriores, y se muestra a continuación el presupuesto de caja del año 1 al 5.

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Presupuesto de caja años 1 al 5 escenario con proyecto no. 2
Valores expresados en Q**

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Saldo Anterior	-	672,564.02	1,469,441.06	2,444,901.93	3,401,373.64
(+) Ingresos					
Ventas	987,081.98	1,186,452.24	1,360,596.41	1,306,534.31	1,097,183.25
Inversión propia	8,015,812.90	-	-	-	-
Total de Ingresos	9,002,894.88	1,186,452.24	1,360,596.41	1,306,534.31	1,097,183.25
(-) Egresos					
Inversión fija y de amortizables	7,981,758.06	-	-	-	-
Costos de operación por consumo de energía	245,474.36	282,442.66	273,474.95	233,671.23	180,888.80
Sueldos y prestaciones de empleados	103,098.44	107,132.54	111,660.59	116,391.37	121,333.97
Gastos de operación adicionales	-	-	-	-	-
Intereses	-	-	-	-	-
Impuestos	-	-	-	-	-
Total de egresos	8,330,330.85	389,575.20	385,135.54	350,062.60	302,222.76
Saldo para el siguiente año	672,564.02	1,469,441.06	2,444,901.93	3,401,373.64	4,196,334.12

Al igual que el estado de resultados, el presupuesto de caja de los tres escenarios de los años 1 al 10 se muestra en el apéndice, después de los estados de resultados de los tres escenarios.

8.3.3.3. Balance general escenario con proyecto no. 2

Para el escenario con proyecto no. 2 se muestra el balance general de los años 1 al 5.

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Balance general años 1 al 5 escenario con proyecto no. 2
Valores expresados en Q**

Concepto	1	2	3	4	5
Activos Circulante					
Caja y bancos	672,564.02	1,469,441.06	2,444,901.93	3,401,373.64	4,196,334.12
Cuentas por cobrar	91,535.44	107,489.97	111,810.25	101,230.61	80,822.75
Total Activo circulante	764,099.47	1,576,931.03	2,556,712.18	3,502,604.24	4,277,156.87
Activos Fijos					
Total de Activos Fijos (neto)	6,385,406.44	4,789,054.83	3,192,703.22	1,596,351.61	-
Total Activos fijos	6,385,406.44	4,789,054.83	3,192,703.22	1,596,351.61	-
Total de Activos	7,149,505.91	6,365,985.86	5,749,415.40	5,098,955.85	4,277,156.87
Pasivo Circulante					
Cuentas por pagar	23,125.36	24,332.65	21,595.71	17,784.41	13,050.47
Total Pasiv Corriente	23,125.36	24,332.65	21,595.71	17,784.41	13,050.47
Patrimonio					
Inversión propia	8,015,812.90	8,015,812.90	8,015,812.90	8,015,812.90	8,015,812.90
Utilidad del ejercicio	- 889,432.35	- 784,727.34	- 613,833.53	- 646,648.25	- 817,065.04
Utilidades no distribuidas	-	- 889,432.35	- 1,674,159.68	- 2,287,993.21	- 2,934,641.46
Total Patrimonio	7,126,380.56	6,341,653.22	5,727,819.69	5,081,171.44	4,264,106.40
Pasivo+Patrimonio	7,149,505.91	6,365,985.86	5,749,415.40	5,098,955.85	4,277,156.87

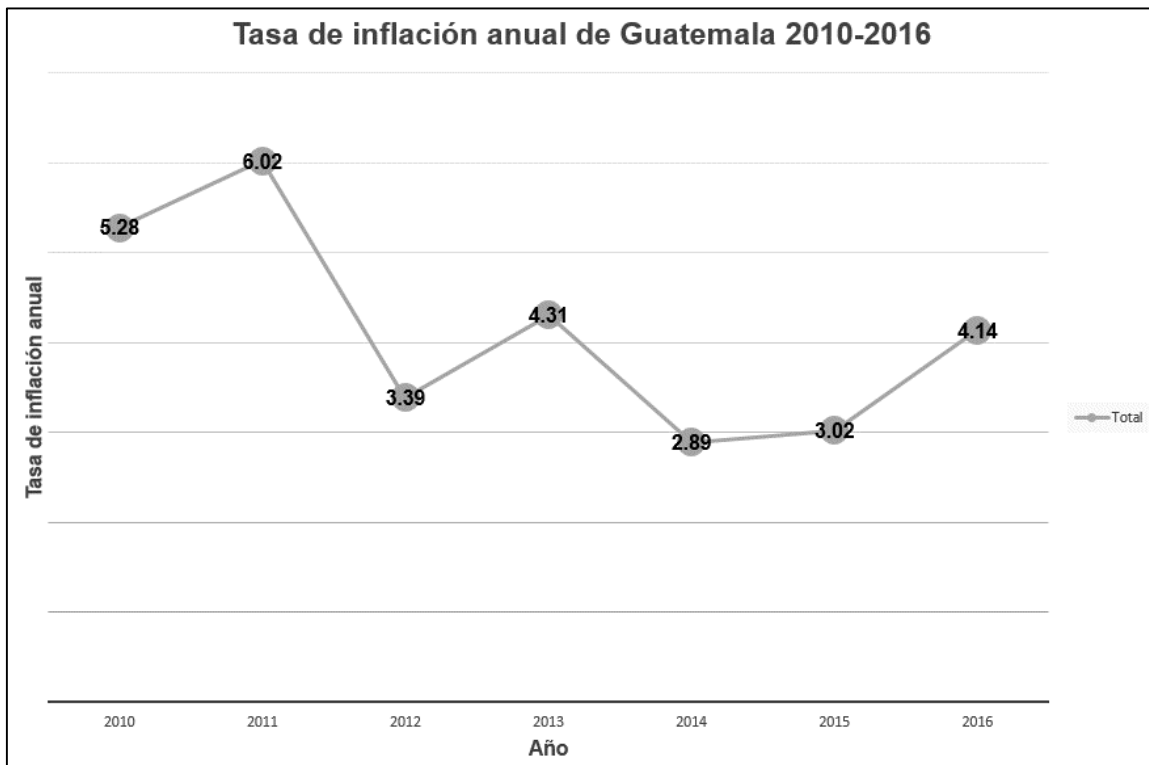
El balance general de los tres escenarios para los años 1 al 10 se muestra en el apéndice, después del presupuesto de caja de cada escenario.

8.4. Tasa de rendimiento mínima aceptada (TREMA)

Para el cálculo de la TREMA, se utilizó la tasa de inflación, y para el mismo se consultó la página del Banco de Guatemala, en donde se muestra por mes el índice de precios al consumidor y la variación intermensual, que representa la tasa de inflación por mes.

Si se suma la tasa de inflación durante los 12 meses del año se obtiene la tasa de inflación anual, que se muestra en la figura no. 26 de 2010 al 2016.

Figura 26
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tasa de inflación anual de Guatemala del año 2010 al 2016

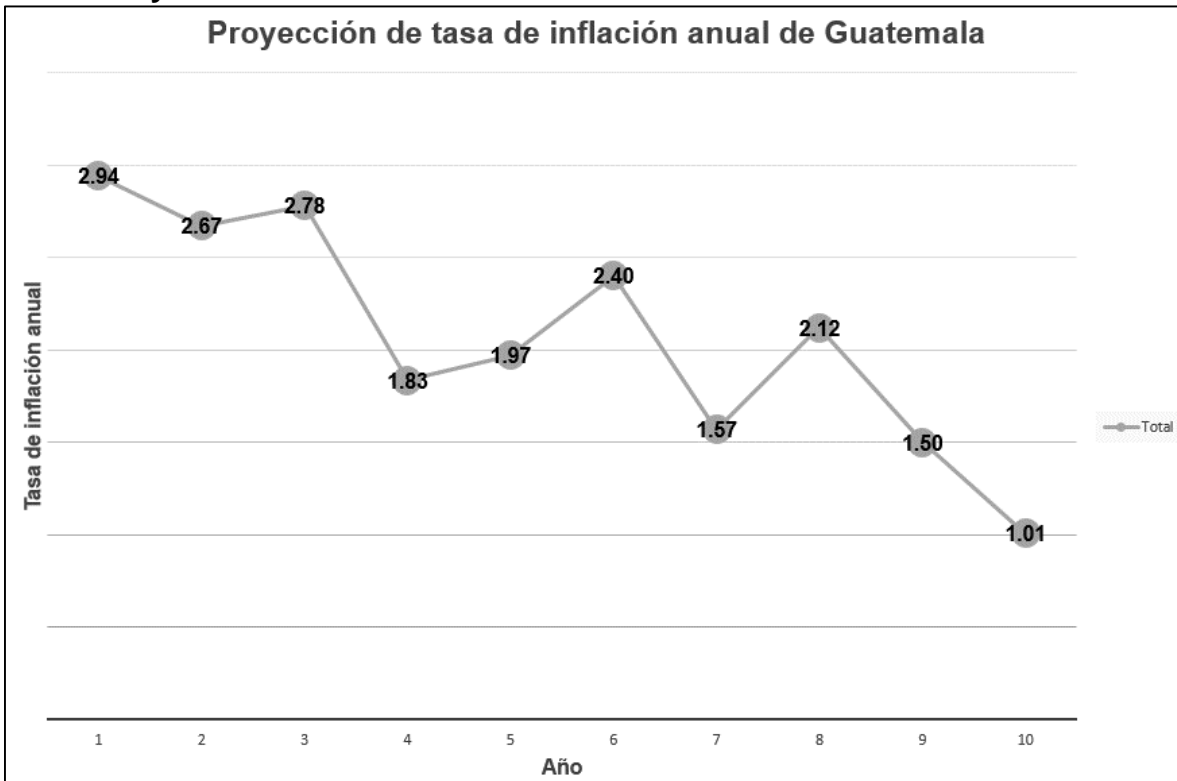


Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida del Banco de Guatemala (2017)

Durante estos años, se logra ver que el valor máximo de inflación que se ha alcanzado es de 6.02. Utilizando el método de descomposición, con una proyección exponencial se proyectó la tasa de inflación dando el resultado mostrado en la figura no. 27.

De aquí se puede ver que la tasa de inflación va en decremento, y que el valor máximo de la tasa de inflación fue de 6.02, se propone usar una tasa de rendimiento mínima aceptada de 8%, permitiendo tener un buen porcentaje de seguridad, debido a que actualmente, la Municipalidad no tiene definida esta tasa para la evaluación de sus proyectos.

Figura 27
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Proyección de la tasa de inflación anual de Guatemala año 1 al 10



Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida del Banco de Guatemala (2017) y al método de descomposición

8.5. Indicadores financieros

En esta sección se muestran los indicadores financieros VAN, TIR, Relación beneficio/costo y período de recuperación de la inversión de los escenarios con y sin proyecto para 5 y 10 años.

8.5.1. Indicadores financieros sin proyecto

Para obtener los indicadores financieros, es necesario mostrar el flujo de fondos neto, que se obtiene del estado de resultados del escenario sin proyecto. En las tablas no. 76 y 77, se muestran los flujos de fondos netos para los años 1 al 5 y 6 al 10 respectivamente.

Tabla 76
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Flujo de fondos neto del escenario sin proyecto años 1 al 5

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos					
Ventas	1,078,617.42	1,202,406.77	1,364,916.69	1,295,954.66	1,076,775.39
Total de ingresos	1,078,617.42	1,202,406.77	1,364,916.69	1,295,954.66	1,076,775.39
Egresos					
Costos de operación	608,426.10	642,517.57	613,269.75	520,673.60	399,022.07
Gastos administrativos	51,549.22	53,566.27	55,830.29	58,195.69	60,666.98
Gastos de operación	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68
Intereses	-	-	-	-	-
Impuestos	-	-	-	-	-
Total de egresos	713,755.00	749,863.52	722,879.72	632,648.97	513,468.74
FLUJO NETO DE FONDOS	364,862.42	452,543.25	642,036.97	663,305.70	563,306.66

Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida del estado de resultados de la sección 8.1.3.1.

Tabla 77
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Flujo de fondos neto del escenario sin proyecto años 6 al 10

Concepto	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos					
Ventas	957,825.28	986,850.46	1,139,614.12	1,173,479.75	1,039,345.32
Total de ingresos	957,825.28	986,850.46	1,139,614.12	1,173,479.75	1,039,345.32
Egresos					
Costos de operación	340,669.84	342,933.74	355,466.82	312,406.58	256,352.99
Gastos administrativos	63,248.93	65,946.48	68,764.80	71,709.32	74,785.66
Gastos de operación	-	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68
Intereses	-	-	-	-	-
Impuestos	-	-	-	-	-
Total de egresos	403,918.77	462,659.90	478,011.30	437,895.58	384,918.34
FLUJO NETO DE FONDOS	553,906.51	524,190.55	661,602.82	735,584.17	654,426.98

Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida del estado de resultados de este escenario presentado en el apéndice después de la tabla 185.

En las tablas no. 78 y 79 se muestra el cálculo del flujo de fondos actualizados de 1 a 5 años y de 1 a 10 años respectivamente, utilizando una TREMA de 8%, según se definió en la sección 8.4.

Tabla 78
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Flujo de fondos actualizados del escenario sin proyecto años 1 al 5

Año	Flujo de ingresos	Flujo de egresos	Flujo neto de fondos	Factor de actualización	Ingresos actualizados	Egresos actualizados	Flujo neto de fondos actualizados	Flujo neto de fondos actualizados acumulados
0		750,689.89	(750,689.89)	1.00	-	750,689.89	(750,689.89)	
1	1,078,617.42	713,755.00	364,862.42	0.93	998,719.83	660,884.26	337,835.57	337,835.57
2	1,202,406.77	749,863.52	452,543.25	0.86	1,030,870.00	642,887.11	387,982.89	725,818.47
3	1,364,916.69	722,879.72	642,036.97	0.79	1,083,514.88	573,845.23	509,669.65	1,235,488.11
4	1,295,954.66	632,648.97	663,305.70	0.74	952,565.36	465,015.88	487,549.49	1,723,037.60
5	1,076,775.39	513,468.74	563,306.66	0.68	732,835.24	349,458.19	383,377.05	2,106,414.65
TOTALES	6,018,670.94	4,083,305.83	1,935,365.11		4,798,505.32	3,442,780.55	1,355,724.76	

Fuente: elaboración propia, en base a información de la tabla 76 y de la sección 8.4

Tabla 79
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Flujo de fondos actualizados del escenario sin proyecto, años 1 al 10

Año	Flujo de ingresos	Flujo de egresos	Flujo neto de fondos	Factor de actualización	Ingresos actualizados	Egresos actualizados	Flujo neto de fondos actualizados	Flujo neto de fondos actualizados acumulados
0		750,689.89	(750,689.89)	1.00	-	750,689.89	(750,689.89)	
1	1,078,617.42	713,755.00	364,862.42	0.93	998,719.83	660,884.26	337,835.57	337,835.57
2	1,202,406.77	749,863.52	452,543.25	0.86	1,030,870.00	642,887.11	387,982.89	725,818.47
3	1,364,916.69	722,879.72	642,036.97	0.79	1,083,514.88	573,845.23	509,669.65	1,235,488.11
4	1,295,954.66	632,648.97	663,305.70	0.74	952,565.36	465,015.88	487,549.49	1,723,037.60
5	1,076,775.39	513,468.74	563,306.66	0.68	732,835.24	349,458.19	383,377.05	2,106,414.65
6	957,825.28	403,918.77	553,906.51	0.63	603,592.40	254,537.34	349,055.06	2,455,469.71
7	Q 986,850.46	Q 462,659.90	524,190.55	0.58	575,817.76	269,957.61	305,860.15	2,761,329.86
8	Q 1,139,614.12	Q 478,011.30	661,602.82	0.54	615,698.05	258,254.63	357,443.42	3,118,773.28
9	Q 1,173,479.75	Q 437,895.58	735,584.17	0.50	587,032.03	219,056.81	367,975.22	3,486,748.51
10	Q 1,039,345.32	Q 384,918.34	654,426.98	0.46	481,417.98	178,291.67	303,126.32	3,789,874.82
TOTALES	Q 11,315,785.87	Q 6,250,709.72	Q 5,065,076.15		Q 7,662,063.55	Q 4,622,878.61	Q 3,039,184.94	

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 76 y 77 y de la sección 8.4

Con estos flujos de fondos actualizados se pueden calcular los indicadores financieros. En las tablas 80 y 81 se presentan los indicadores financieros en un análisis a 5 años y 10 años respectivamente.

Tabla 80
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Indicadores financieros para el escenario sin proyecto, análisis a 5 años

Indicador	Valor
VAN	1,355,724.76
TIR	57%
Relación Beneficio/Costo	2.10
Período de recuperación	2.05

Fuente: elaboración propia, con información obtenida de la tabla 78

Tabla 81
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Indicadores financieros para el escenario sin proyecto, análisis a 10 años

Indicador	Valor
VAN	Q 3,039,184.94
TIR	64%
R B/C	1.66
Período de recuperación	2.05

Fuente: elaboración propia, con información obtenida de la tabla 79

8.5.2. Indicadores financieros con proyecto escenario 1 (cambio de lámparas únicamente)

Al igual que el escenario anterior, para el cálculo de los indicadores financieros, en primer lugar, se muestra el cálculo del flujo de fondos netos del año 1 al 5 y del 6 al 10, que se presentan en las tablas 82 y 83 respectivamente.

Tabla 82
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez

Flujo de fondos neto del escenario con proyecto no. 1 años 1 al 5

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos					
Ventas	1,078,617.42	1,202,406.77	1,364,916.69	1,295,954.66	1,076,775.39
Total de ingresos	1,078,617.42	1,202,406.77	1,364,916.69	1,295,954.66	1,076,775.39
Egresos					
Costos de operación	285,035.59	301,200.51	286,790.21	253,036.07	186,300.14
Gastos administrativos	103,098.44	107,132.54	111,660.59	116,391.37	121,333.97
Gastos de operación	-	-	-	-	-
Intereses	-	-	-	-	-
Impuestos	-	-	-	-	-
Total de egresos	388,134.03	408,333.05	398,450.80	369,427.44	307,634.10
FLUJO NETO DE FONDOS	690,483.39	794,073.72	966,465.89	926,527.22	769,141.29

Fuente: elaboración propia, con información obtenida del estado de resultados de la sección 8.2.3.1.

Tabla 83
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez

Flujo de fondos neto del escenario con proyecto no. 1 años 6 al 10

Concepto	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos					
Ventas	957,825.28	986,850.46	1,139,614.12	1,173,479.75	1,039,345.32
Total de ingresos	957,825.28	986,850.46	1,139,614.12	1,173,479.75	1,039,345.32
Egresos					
Costos de operación	159,577.27	160,918.96	172,749.16	146,113.56	119,732.22
Gastos administrativos	126,497.86	131,892.95	137,529.61	143,418.63	149,571.33
Gastos de operación	97,785.00	97,785.00	97,785.00	97,785.00	97,785.00
Intereses	-	-	-	-	-
Impuestos	-	-	-	-	-
Total de egresos	383,860.13	390,596.91	408,063.77	387,317.19	367,088.55
FLUJO NETO DE FONDOS	573,965.16	596,253.54	731,550.36	786,162.57	672,256.77

Fuente: elaboración propia, con información obtenida del estado de resultados de este escenario presentado en el apéndice luego de la tabla 185

Con los flujos de fondos netos y la TREMA de la sección 8.4, se calcularon los flujos de fondos actualizados del año 1 al 5 y del 1 al 10. Estos cálculos se presentan en las tablas no. 84 y 85 respectivamente.

Tabla 84
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez

Flujo de fondos actualizado escenario con proyecto no. 1 años 1 al 5

Año	Total de ingresos	Total de egresos	Flujo de fondos	Multiplicador	Total de ingresos actualizados	Total de egresos actualizados	Flujos de fondos actualizados	Flujos acumulados actualizados
0	-	2,615,175.91	(2,615,175.91)	1.00	-	2,615,175.91	(2,615,175.91)	
1	1,078,617.42	388,134.03	690,483.39	0.93	998,719.83	359,383.36	639,336.47	639,336.47
2	1,202,406.77	408,333.05	794,073.72	0.86	1,030,870.00	350,079.78	680,790.22	1,320,126.70
3	1,364,916.69	398,450.80	966,465.89	0.79	1,083,514.88	316,303.09	767,211.79	2,087,338.48
4	1,295,954.66	369,427.44	926,527.22	0.74	952,565.36	271,540.20	681,025.16	2,768,363.65
5	1,076,775.39	307,634.10	769,141.29	0.68	732,835.24	209,370.60	523,464.64	3,291,828.29
TOTALES	6,018,670.94	4,487,155.33	1,531,515.60		4,798,505.32	4,121,852.94	676,652.38	

Fuente: elaboración propia, en base a tabla 82 y sección 8.4

Tabla 85
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez

Flujo de fondos actualizado escenario con proyecto no. 1 años 1 al 10

Año	Total de ingresos	Total de egresos	Flujo de fondos	Multiplicador	Total de ingresos actualizados	Total de egresos actualizados	Flujos de fondos actualizados	Flujos acumulados actualizados
0	-	2,615,175.91	(2,615,175.91)	1.00	-	2,615,175.91	(2,615,175.91)	
1	1,078,617.42	388,134.03	690,483.39	0.93	998,719.83	359,383.36	639,336.47	639,336.47
2	1,202,406.77	408,333.05	794,073.72	0.86	1,030,870.00	350,079.78	680,790.22	1,320,126.70
3	1,364,916.69	398,450.80	966,465.89	0.79	1,083,514.88	316,303.09	767,211.79	2,087,338.48
4	1,295,954.66	369,427.44	926,527.22	0.74	952,565.36	271,540.20	681,025.16	2,768,363.65
5	1,076,775.39	307,634.10	769,141.29	0.68	732,835.24	209,370.60	523,464.64	3,291,828.29
6	957,825.28	383,860.13	573,965.16	0.63	603,592.40	241,896.99	361,695.41	3,653,523.69
7	Q 986,850.46	Q 390,596.91	596,253.54	0.58	575,817.76	227,909.55	347,908.21	4,001,431.91
8	Q 1,139,614.12	Q 408,063.77	731,550.36	0.54	615,698.05	220,464.16	395,233.89	4,396,665.80
9	Q 1,173,479.75	Q 387,317.19	786,162.57	0.50	587,032.03	193,755.02	393,277.01	4,789,942.82
10	Q 1,039,345.32	Q 367,088.55	672,256.77	0.46	481,417.98	170,033.03	311,384.96	5,101,327.77
TOTALES	Q 11,315,785.87	Q 6,424,081.88	Q 4,891,703.99		Q 7,662,063.55	Q 5,175,911.68	Q 2,486,151.87	

Fuente: elaboración propia, en base a las tablas 82 y 83 y sección 8.4

Finalmente, en las tablas 86 y 87 se muestran los indicadores financieros de este escenario, en un análisis a 5 años y en un análisis a 10 años.

Tabla 86
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez

Indicadores financieros escenario con proyecto no. 1, análisis a 5 años

Indicador	Valor
VAN	676,652.38
TIR	17%
R B/C	1.16
Período de recuperación	3.78

Fuente: elaboración propia, con información en base a tabla 84

Tabla 87
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez

Indicadores financieros escenario con proyecto no. 1, análisis a 10 años

Indicador	Valor
VAN	2,486,151.87
TIR	27%
R B/C	1.48
Período de recuperación	3.78

Fuente: elaboración propia, con información en base a tabla 85

Los indicadores financieros con valores positivos indican que el proyecto es factible financieramente en este escenario y que, si se hace un análisis a 5 años, se tendrá un

total de Q0.67MM para invertir en el sistema de control que se necesita para mitigar los impactos ambientales.

8.5.3. Indicadores financieros con proyecto escenario 2 (cambio de lámparas e instalación de nuevas luminarias)

En las tablas 88 y 89 se muestran los flujos de fondos netos del proyecto para este escenario del año 1 al 5 y del 6 al 10 respectivamente.

Tabla 88
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Flujo de fondos neto escenario con proyecto no. 2, años 1 al 5

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos					
Ventas	1,078,617.42	1,202,406.77	1,364,916.69	1,295,954.66	1,076,775.39
Total de ingresos	1,078,617.42	1,202,406.77	1,364,916.69	1,295,954.66	1,076,775.39
Egresos					
Costos de operación	268,599.71	283,649.95	270,738.02	229,859.93	176,154.86
Gastos administrativos	103,098.44	107,132.54	111,660.59	116,391.37	121,333.97
Gastos de operación	-	-	-	-	-
Intereses	-	-	-	-	-
Impuestos	-	-	-	-	-
Total de egresos	371,698.15	390,782.50	382,398.61	346,251.30	297,488.82
FLUJO NETO DE FONDOS	706,919.27	811,624.27	982,518.08	949,703.36	779,286.57

Fuente: elaboración propia, en base a información del estado de resultados de la sección 8.3.3.1.

Tabla 89
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Flujo de fondos neto escenario con proyecto no. 2, años 6 al 10

Concepto	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos					
Ventas	957,825.28	986,850.46	1,139,614.12	1,173,479.75	1,039,345.32
Total de ingresos	957,825.28	986,850.46	1,139,614.12	1,173,479.75	1,039,345.32
Egresos					
Costos de operación	150,394.31	151,393.74	156,926.67	137,917.03	113,171.25
Gastos administrativos	126,497.86	131,892.95	137,529.61	143,418.63	149,571.33
Gastos de operación	79,932.50	79,932.50	79,932.50	79,932.50	79,932.50
Intereses	-	-	-	-	-
Impuestos	-	-	-	-	-
Total de egresos	356,824.66	363,219.20	374,388.78	361,268.16	342,675.07
FLUJO NETO DE FONDOS	601,000.62	623,631.26	765,225.34	812,211.59	696,670.25

Fuente: elaboración propia, en base a información del estado de resultados de este escenario presentado en el apéndice luego de la tabla 185.

En las tablas 90 y 91 se presenta el cálculo de los flujos de fondos actualizados utilizando la TREMA de la sección 8.4 para el análisis a 5 años y a 10 años respectivamente.

Tabla 90
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Flujo de fondos actualizados del escenario con proyecto no. 2 años 1 al 5

Año	Total de ingresos	Total de egresos	Flujo de fondos	Multiplicador	Total de ingresos actualizados	Total de egresos actualizados	Flujos de fondos actualizados	Flujos acumulados actualizados
0	-	8,015,812.90	(8,015,812.90)	1.00	-	8,015,812.90	(8,015,812.90)	
1	1,078,617.42	371,698.15	706,919.27	0.93	998,719.83	344,164.96	654,554.88	654,554.88
2	1,202,406.77	390,782.50	811,624.27	0.86	1,030,870.00	335,033.00	695,837.00	1,350,391.87
3	1,364,916.69	382,398.61	982,518.08	0.79	1,083,514.88	303,560.35	779,954.53	2,130,346.41
4	1,295,954.66	346,251.30	949,703.36	0.74	952,565.36	254,505.04	698,060.32	2,828,406.73
5	1,076,775.39	297,488.82	779,286.57	0.68	732,835.24	202,465.90	530,369.35	3,358,776.08
TOTALES	6,018,670.94	9,804,432.28	(3,785,761.34)		4,798,505.32	9,455,542.14	(4,657,036.83)	

Fuente: elaboración propia, en base a información de la tabla 88 y a la TREMA de la sección 8.4

Tabla 91
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Flujo de fondos actualizados del escenario con proyecto no. 2 años 1 al 10

Año	Total de ingresos	Total de egresos	Flujo de fondos	Multiplicador	Total de ingresos actualizados	Total de egresos actualizados	Flujos de fondos actualizados	Flujos acumulados actualizados
0	-	8,015,812.90	(8,015,812.90)	1.00	-	8,015,812.90	(8,015,812.90)	
1	1,078,617.42	371,698.15	706,919.27	0.93	998,719.83	344,164.96	654,554.88	654,554.88
2	1,202,406.77	390,782.50	811,624.27	0.86	1,030,870.00	335,033.00	695,837.00	1,350,391.87
3	1,364,916.69	382,398.61	982,518.08	0.79	1,083,514.88	303,560.35	779,954.53	2,130,346.41
4	1,295,954.66	346,251.30	949,703.36	0.74	952,565.36	254,505.04	698,060.32	2,828,406.73
5	1,076,775.39	297,488.82	779,286.57	0.68	732,835.24	202,465.90	530,369.35	3,358,776.08
6	957,825.28	356,824.66	601,000.62	0.63	603,592.40	224,860.06	378,732.34	3,737,508.41
7	986,850.46	363,219.20	623,631.26	0.58	575,817.76	211,934.91	363,882.85	4,101,391.26
8	1,139,614.12	374,388.78	765,225.34	0.54	615,698.05	202,270.61	413,427.44	4,514,818.70
9	1,173,479.75	361,268.16	812,211.59	0.50	587,032.03	180,724.02	406,308.01	4,921,126.71
10	1,039,345.32	342,675.07	696,670.25	0.46	481,417.98	158,724.86	322,693.12	5,243,819.84
TOTALES	11,315,785.87	11,602,808.15	- 287,022.28		7,662,063.55	10,434,056.61	- 2,771,993.06	

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 88 y 89 y a la TREMA de la sección 8.4

En las tablas 92 y 93 se muestra el cálculo de los indicadores financieros en un análisis a 5 años y a 10 años respectivamente.

Tabla 92
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Indicadores financieros del escenario con proyecto no. 2, análisis a 5 años

Indicador	Valor
VAN	(4,657,036.83)
TIR	-18%
R B/C	0.51
Período de recuperación	Más de 5 años

Fuente: elaboración propia, en base a información de la tabla 90

Tabla 93
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Indicadores financieros del escenario con proyecto no. 2, análisis a 10 años

Indicador	Valor
VAN	(2,771,993.06)
TIR	-1%
R B/C	0.73
Período de recuperación	Más de 10 años

Fuente: elaboración propia, en base a información de la tabla 91

En este escenario, no se recupera la inversión ni en 10 años.

Finalmente, en las tablas 94 y 95 se muestra una comparación de los indicadores financieros de los tres escenarios, para un análisis a 5 y uno a 10 años.

Tabla 94
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Comparación de los indicadores financieros de los tres escenarios propuestos
para el proyecto análisis a 5 años

Indicador	Escenario sin proyecto	Escenario con proyecto no. 1	Escenario con proyecto no. 2
	Valor	Valor	Valor
VAN	1,355,724.76	676,652.38	(4,657,036.83)
TIR	57%	17%	-18%
Relación Beneficio/Costo	2.10	1.16	0.51
Período de recuperación	2.05	3.78	Más de 5 años

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 80, 86 y 92

Tabla 95
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Comparación de los indicadores financieros de los tres escenarios propuestos
para el proyecto análisis a 10 años

Indicador	Escenario sin proyecto	Escenario con proyecto no. 1	Escenario con proyecto no. 2
	Valor	Valor	Valor
VAN	3,039,184.94	2,486,151.87	(2,771,993.06)
TIR	64%	27%	-1%
R B/C	1.66	1.48	0.73
Período de recuperación	2.05	3.78	Más de 10 años

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 81, 87 y 93

8.6. Análisis de sensibilidad

En esta sección se hacen varios análisis de sensibilidad para cada uno de los escenarios de este proyecto. El análisis se hizo a 10 años y lo que se buscaba era igualar el VAN a 0, modificando los ingresos o los egresos.

Debido a que los ingresos se componían de la multiplicación del consumo de los usuarios de energía eléctrica en la tarifa social y en la tarifa no social por la tasa de arbitrio municipal de alumbrado público, se realizó un análisis manteniendo cuatro variables constantes y aplicando el cambio a una.

Para los egresos, que se componen de gastos administrativos, gastos de operación y costos de operación, lo único que se modificaron fueron los últimos. En las siguientes secciones se muestran dichos análisis.

8.6.1. Análisis de sensibilidad escenario sin proyecto

Para igualar el VAN a 0, en este escenario, la suma de los flujos de fondos netos actualizados del año 1 al 10 debe ser igual a Q750.69M, que es el monto de la inversión de este proyecto.

Para simplificarlo, se dividió este monto entre los 10 años del análisis dando un valor de flujo de fondos neto actualizado de Q75.07M anual. Este valor se dividió entre el factor de actualización de cada año para obtener el flujo de fondos sin actualizar.

Una vez obtenidos estos valores, se copiaron todos los egresos del año 1 al 10 y se obtuvieron los ingresos de la suma de los flujos de fondos no actualizados más los egresos por año. Esto da los valores obtenidos en la tabla 96.

Tabla 96
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Flujo de fondos, egresos e ingresos que igualan el VAN a 0, en el escenario sin
proyecto en un análisis a 10 años, dejando los egresos originales del flujo de
fondos neto

Año	Flujo de fondos	Egresos	Ingresos
1	Q 81,074.51	Q 713,755.00	Q 794,829.51
2	Q 87,560.47	Q 749,863.52	Q 837,423.99
3	Q 94,565.31	Q 722,879.72	Q 817,445.03
4	Q 102,130.53	Q 632,648.97	Q 734,779.50
5	Q 110,300.97	Q 513,468.74	Q 623,769.71
6	Q 119,125.05	Q 403,918.77	Q 523,043.82
7	Q 128,655.05	Q 462,659.90	Q 591,314.95
8	Q 138,947.46	Q 478,011.30	Q 616,958.76
9	Q 150,063.26	Q 437,895.58	Q 587,958.84
10	Q 162,068.32	Q 384,918.34	Q 546,986.65

Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida de la tabla 79 y el análisis hecho en esta sección

Debido a que los ingresos se componen de 5 variables, en primer lugar, se dejaron fijos el consumo de los usuarios en la tarifa social, el consumo de los usuarios en la tarifa no social, la tarifa no social y la tasa de arbitrio municipal, variando únicamente la tarifa social para conseguir los ingresos esperados. El precio promedio de los 10 años de la tarifa social que igualen el VAN a 0, manteniendo el resto de variables constantes es de Q0.58 por KWH. En la tabla 97, se muestran estos cálculos.

Tabla 97
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de análisis de sensibilidad para la tarifa social que igualen el VAN a 0, en
el escenario sin proyecto para un análisis a 10 años

Año	Ingresos	Consumo MM KWH Tarifa Social	Consumo MM KWH Tarifa No Social	Tarifa Social promedio para hacer VAN 0	Tarifa No Social Promedio	Tasa de Arbitrio
1	Q 794,829.51	4.0963	0.4551	Q 0.80	Q 1.12	21%
2	Q 837,423.99	4.2325	0.4703	Q 0.80	Q 1.23	21%
3	Q 817,445.03	4.3688	0.4854	Q 0.76	Q 1.19	21%
4	Q 734,779.50	4.5050	0.5006	Q 0.65	Q 1.12	21%
5	Q 623,769.71	4.6413	0.5157	Q 0.54	Q 0.91	21%
6	Q 523,043.82	4.7775	0.5308	Q 0.44	Q 0.77	21%
7	Q 591,314.95	4.9138	0.5460	Q 0.48	Q 0.80	21%
8	Q 616,958.76	5.0500	0.5611	Q 0.49	Q 0.83	21%
9	Q 587,958.84	5.1863	0.5763	Q 0.45	Q 0.78	21%
10	Q 546,986.65	5.3225	0.5914	Q 0.41	Q 0.69	21%
		Promedio		Q 0.58		

Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida de las tablas 5, 96 y de la figura 6 de este documento

Si se modifica el consumo de los usuarios que están en la tarifa social, y se deja el resto de variables constantes, esto da un valor promedio de 2.56 MM de KWH, para que el VAN sea igual a 0. En la tabla 98 se muestran estos cálculos.

Tabla 98
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de análisis de sensibilidad para el consumo de los usuarios de energía eléctrica del Municipio que están en la tarifa social y que igualen el VAN a 0, en el escenario sin proyecto para un análisis a 10 años

Año	Ingresos	Consumo MM KWH Tarifa Social	Consumo MM KWH Tarifa No Social	Tarifa Social promedio para hacer VAN 0	Tarifa No Social Promedio	Tasa de Arbitrio Municipal
1	Q 794,829.51	2.8995	0.4551	Q 1.13	Q 1.12	21%
2	Q 837,423.99	2.8028	0.4703	Q 1.22	Q 1.23	21%
3	Q 817,445.03	2.4448	0.4854	Q 1.36	Q 1.19	21%
4	Q 734,779.50	2.3588	0.5006	Q 1.25	Q 1.12	21%
5	Q 623,769.71	2.4928	0.5157	Q 1.00	Q 0.91	21%
6	Q 523,043.82	2.3947	0.5308	Q 0.87	Q 0.77	21%
7	Q 591,314.95	2.7436	0.5460	Q 0.87	Q 0.80	21%
8	Q 616,958.76	2.5172	0.5611	Q 0.98	Q 0.83	21%
9	Q 587,958.84	2.3720	0.5763	Q 0.99	Q 0.78	21%
10	Q 546,986.65	2.5732	0.5914	Q 0.85	Q 0.69	21%
Promedio		2.5600				

Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida de las tablas 5, 96 y de las figuras 5 y 6 de este documento

Cuando se modificó la tarifa no social o el consumo en KWH de los usuarios del Municipio y se dejó el resto de valores constantes dio como resultado valores negativos. En el caso en el que se modificó la tasa de arbitrio municipal y se dejaron constante el resto de variables, se logró verificar que con un promedio de 12% para los 10 años en dicha tasa harían el VAN igual a 0. En la tabla 99 se muestra dicha información.

Tabla 99
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de análisis de sensibilidad para la tasa de arbitrio municipal del Municipio que igualen el VAN a 0, en el escenario sin proyecto para un análisis a 10 años

Año	Ingresos	Consumo MM KWH Tarifa Social	Consumo MM KWH Tarifa No Social	Tarifa Social promedio	Tarifa No Social Promedio	Tasa de Arbitrio Municipal
1	Q 794,829.51	4.0963	0.4551	Q 1.13	Q 1.12	15%
2	Q 837,423.99	4.2325	0.4703	Q 1.22	Q 1.23	15%
3	Q 817,445.03	4.3688	0.4854	Q 1.36	Q 1.19	13%
4	Q 734,779.50	4.5050	0.5006	Q 1.25	Q 1.12	12%
5	Q 623,769.71	4.6413	0.5157	Q 1.00	Q 0.91	12%
6	Q 523,043.82	4.7775	0.5308	Q 0.87	Q 0.77	11%
7	Q 591,314.95	4.9138	0.5460	Q 0.87	Q 0.80	13%
8	Q 616,958.76	5.0500	0.5611	Q 0.98	Q 0.83	11%
9	Q 587,958.84	5.1863	0.5763	Q 0.99	Q 0.78	11%
10	Q 546,986.65	5.3225	0.5914	Q 0.85	Q 0.69	11%
Promedio						12%

Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida de las tablas 5, 96 y de las figuras 5 y 6 de este documento

Finalmente, si se dejan los ingresos como se indicaron en el flujo de fondos netos y se varían los egresos, se obtienen los resultados de la tabla 100.

Tabla 100
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Flujo de fondos, egresos e ingresos que igualen el VAN a 0, en el escenario sin
proyecto en un análisis a 10 años, dejando los ingresos originales del flujo de
fondos neto

Año	Flujo de fondos	Egresos	Ingresos
1	Q 81,074.51	Q 997,542.91	Q 1,078,617.42
2	Q 87,560.47	Q 1,114,846.30	Q 1,202,406.77
3	Q 94,565.31	Q 1,270,351.39	Q 1,364,916.69
4	Q 102,130.53	Q 1,193,824.13	Q 1,295,954.66
5	Q 110,300.97	Q 966,474.42	Q 1,076,775.39
6	Q 119,125.05	Q 838,700.23	Q 957,825.28
7	Q 128,655.05	Q 858,195.40	Q 986,850.46
8	Q 138,947.46	Q 1,000,666.66	Q 1,139,614.12
9	Q 150,063.26	Q 1,023,416.50	Q 1,173,479.75
10	Q 162,068.32	Q 877,277.00	Q 1,039,345.32

Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida de la tabla 79 y el análisis hecho en esta sección

Debido a que los egresos están compuestos de gastos de administración, gastos de operación y costos de operación, y a que los primeros dos rubros no se ven impactados por una variable muy cambiante, la única variable que se analizó en esta sección es la del precio del alumbrado público.

Los costos de operación, además del precio se componen de consumo de energía del sistema, que siempre va a ser igual porque depende de las lámparas instaladas y estas no varían su consumo. Luego de los cálculos necesarios para hacer el VAN igual a cero, se logró verificar el precio del alumbrado público debería ser en promedio de Q1.66/KWH, la tabla 101 muestra estos cálculos.

Tabla 101
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de análisis de sensibilidad para la tarifa de alumbrado público que iguale
el VAN a 0 en el escenario sin proyecto para un análisis a 10 años

Año	Egresos	Consumo de alumbrado público KWH	Tarifa de alumbrado público	Gastos de operación	Gastos de administración
1	Q 997,542.91	545091.00	Q 1.64	Q 53,779.68	Q 51,549.22
2	Q 1,114,846.30	545091.00	Q 1.85	Q 53,779.68	Q 53,566.27
3	Q 1,270,351.39	545091.00	Q 2.13	Q 53,779.68	Q 55,830.29
4	Q 1,193,824.13	546584.40	Q 1.98	Q 53,779.68	Q 58,195.69
5	Q 966,474.42	545091.00	Q 1.56	Q 53,779.68	Q 60,666.98
6	Q 838,700.23	545091.00	Q 1.42	Q -	Q 63,248.93
7	Q 858,195.40	545091.00	Q 1.35	Q 53,779.68	Q 65,946.48
8	Q 1,000,666.66	546584.40	Q 1.61	Q 53,779.68	Q 68,764.80
9	Q 1,023,416.50	545091.00	Q 1.65	Q 53,779.68	Q 71,709.32
10	Q 877,277.00	545091.00	Q 1.37	Q 53,779.68	Q 74,785.66
Promedio			Q 1.66		

Fuente: elaboración propia en base a información de las tablas 12, 13 y 100 y el análisis hecho en esta sección

8.6.2. Análisis de sensibilidad escenario con proyecto no. 1

Al igual que en la sección anterior, aquí se estudian las variables de tarifa social, consumo de usuarios en tarifa social, tarifa no social, consumo de usuarios en tarifa no social, tasa de alumbrado público, y tarifa de alumbrado público que igualen el VAN a 0, dejando el resto de valores como se indicó en el flujo de fondos neto de la tabla 85.

Cómo en el escenario anterior, lo primero que se hizo fue dividir la inversión, que para este escenario es de Q2.62MM, dentro de 10 años, y este valor se dividió entre el factor multiplicador de la tabla 85 para obtener el flujo de fondos no actualizado, que igualan el VAN a 0.

Si los egresos se dejan como en el flujo de fondos netos de la tabla 85, el resultado de ingresos varía de acuerdo con esa tabla, como se muestra en la tabla 102, y si los ingresos se dejan como en la tabla 85, los egresos varían y los resultados se muestran en la tabla 103.

Tabla 102
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Flujo de fondos, egresos e ingresos que igualan el VAN a 0, en el escenario con
proyecto no. 1 en un análisis a 10 años, dejando los egresos originales del flujo
de fondos neto

Año	Flujo de fondos	Egresos	Ingresos
1	Q 282,439.00	Q 388,134.03	Q 670,573.03
2	Q 305,034.12	Q 408,333.05	Q 713,367.17
3	Q 329,436.85	Q 398,450.80	Q 727,887.65
4	Q 355,791.79	Q 369,427.44	Q 725,219.24
5	Q 384,255.14	Q 307,634.10	Q 691,889.24
6	Q 414,995.55	Q 383,860.13	Q 798,855.68
7	Q 448,195.19	Q 390,596.91	Q 838,792.11
8	Q 484,050.81	Q 408,063.77	Q 892,114.58
9	Q 522,774.87	Q 387,317.19	Q 910,092.06
10	Q 564,596.86	Q 367,088.55	Q 931,685.41

Fuente: elaboración propia en base a información de la tabla 85 y a los cálculos definidos en esta sección

Tabla 103
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Flujo de fondos, egresos e ingresos que igualan el VAN a 0, en el escenario sin
proyecto en un análisis a 10 años, dejando los ingresos originales del flujo de
fondos neto

Año	Flujo de fondos	Egresos	Ingresos
1	Q 282,439.00	Q 796,178.42	Q 1,078,617.42
2	Q 305,034.12	Q 897,372.65	Q 1,202,406.77
3	Q 329,436.85	Q 1,035,479.85	Q 1,364,916.69
4	Q 355,791.79	Q 940,162.87	Q 1,295,954.66
5	Q 384,255.14	Q 692,520.26	Q 1,076,775.39
6	Q 414,995.55	Q 542,829.73	Q 957,825.28
7	Q 448,195.19	Q 538,655.26	Q 986,850.46
8	Q 484,050.81	Q 655,563.31	Q 1,139,614.12
9	Q 522,774.87	Q 650,704.88	Q 1,173,479.75
10	Q 564,596.86	Q 474,748.46	Q 1,039,345.32

Fuente: elaboración propia en base a información de la tabla 85 y a los cálculos definidos en esta sección

El valor promedio de la tarifa social que iguala el VAN a 0 es de Q0.69/KWH, este valor se obtiene de promediar los resultados obtenidos en la tabla 104, que se calculan utilizando el álgebra para separar a la tarifa social.

Tabla 104
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de análisis de sensibilidad para la tarifa social que iguala el VAN a 0, en el
escenario con proyecto no. 1 para un análisis a 10 años

Año	Ingresos	Consumo MM KWH Tarifa Social	Consumo MM KWH Tarifa No Social	Tarifa Social promedio para hacer VAN 0	Tarifa No Social Promedio	Tasa de Arbitrio Municipal
1	Q 670,573.03	4.0963	0.4551	Q 0.65	Q 1.12	21%
2	Q 713,367.17	4.2325	0.4703	Q 0.67	Q 1.23	21%
3	Q 727,887.65	4.3688	0.4854	Q 0.66	Q 1.19	21%
4	Q 725,219.24	4.5050	0.5006	Q 0.64	Q 1.12	21%
5	Q 691,889.24	4.6413	0.5157	Q 0.61	Q 0.91	21%
6	Q 798,855.68	4.7775	0.5308	Q 0.71	Q 0.77	21%
7	Q 838,792.11	4.9138	0.5460	Q 0.72	Q 0.80	21%
8	Q 892,114.58	5.0500	0.5611	Q 0.75	Q 0.83	21%
9	Q 910,092.06	5.1863	0.5763	Q 0.75	Q 0.78	21%
10	Q 931,685.41	5.3225	0.5914	Q 0.76	Q 0.69	21%
Promedio				Q 0.69		

Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida de las tablas 5, 102 y de la figura 6 de este documento

Para el cálculo del consumo de los usuarios que están en la tarifa social del Municipio se obtienen los resultados mostrados en la tabla 105. El valor promedio del consumo de estos usuarios debería ser de 3.2328 MM KWH al año.

Tabla 105
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de análisis de sensibilidad para el consumo de los usuarios de energía
eléctrica del Municipio que están en la tarifa social y que iguala el VAN a 0, en el
escenario con proyecto no. 1 para un análisis a 10 años

Año	Ingresos	Consumo MM KWH Tarifa Social	Consumo MM KWH Tarifa No Social	Tarifa Social promedio para hacer VAN 0	Tarifa No Social Promedio	Tasa de Arbitrio Municipal
1	Q 670,573.03	2.3756	0.4551	Q 1.13	Q 1.12	21%
2	Q 713,367.17	2.3436	0.4703	Q 1.20	Q 1.23	21%
3	Q 727,887.65	2.1327	0.4854	Q 1.35	Q 1.19	21%
4	Q 725,219.24	2.2967	0.5006	Q 1.26	Q 1.12	21%
5	Q 691,889.24	2.7561	0.5157	Q 1.03	Q 0.91	21%
6	Q 798,855.68	3.8786	0.5308	Q 0.88	Q 0.77	21%
7	Q 838,792.11	4.1279	0.5460	Q 0.86	Q 0.80	21%
8	Q 892,114.58	3.8935	0.5611	Q 0.97	Q 0.83	21%
9	Q 910,092.06	3.8927	0.5763	Q 1.00	Q 0.78	21%
10	Q 931,685.41	4.6303	0.5914	Q 0.87	Q 0.69	21%
Promedio		3.2328				

Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida de las tablas 5, 102 y de las figuras 5 y 6 de este documento

La tarifa no social y sus consumos, al despejarlos dieron valores negativos. Para el cálculo de la tasa de alumbrado público que iguala el VAN a 0, también se utilizó el álgebra para despejar la variable y se obtuvo en promedio un valor de 15%. En la tabla 106 se muestran los resultados.

Tabla 106
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de análisis de sensibilidad para la tasa de arbitrio municipal del Municipio
que iguala el VAN a 0, en el escenario con proyecto no. 1 para un análisis a 10
años

Año	Ingresos	Consumo MM KWH Tarifa Social	Consumo MM KWH Tarifa No Social	Tarifa Social promedio	Tarifa No Social Promedio	Tasa de Arbitrio Municipal
1	Q 670,573.03	4.0963	0.4551	Q 1.13	Q 1.12	13%
2	Q 713,367.17	4.2325	0.4703	Q 1.20	Q 1.23	13%
3	Q 727,887.65	4.3688	0.4854	Q 1.35	Q 1.19	11%
4	Q 725,219.24	4.5050	0.5006	Q 1.26	Q 1.12	12%
5	Q 691,889.24	4.6413	0.5157	Q 1.03	Q 0.91	13%
6	Q 798,855.68	4.7775	0.5308	Q 0.88	Q 0.77	17%
7	Q 838,792.11	4.9138	0.5460	Q 0.86	Q 0.80	18%
8	Q 892,114.58	5.0500	0.5611	Q 0.97	Q 0.83	17%
9	Q 910,092.06	5.1863	0.5763	Q 1.00	Q 0.78	16%
10	Q 931,685.41	5.3225	0.5914	Q 0.87	Q 0.69	18%
Promedio						15%

Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida de las tablas 5, 102 y de las figuras 5 y 6 de este documento

Cuando se dejan los valores de ingresos del flujo de fondos netos y variando los egresos, cómo se muestra en la tabla 103, la única variable que se calcula es el precio del alumbrado público como se hizo en la sección anterior.

El valor promedio del precio de la tarifa de alumbrado público debe ser Q2.16/KWH durante 10 años, para igualar el VAN a 0. La tabla 107 muestra estos resultados.

Tabla 107
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de análisis de sensibilidad para la tarifa de alumbrado público que iguala
el VAN a 0, en el escenario con proyecto no. 1 para un análisis a 10 años

Año	Egresos	Consumo de alumbrado público KWH	Tarifa de alumbrado público	Gastos de operación	Gastos de administración
1	Q 796,178.42	232918.56	Q 2.98	Q -	Q 103,098.44
2	Q 897,372.65	255417.12	Q 3.09	Q -	Q 107,132.54
3	Q 1,035,479.85	255417.12	Q 3.62	Q -	Q 111,660.59
4	Q 940,162.87	265628.16	Q 3.10	Q -	Q 116,391.37
5	Q 692,520.26	255417.12	Q 2.24	Q -	Q 121,333.97
6	Q 542,829.73	255417.12	Q 1.25	Q 97,785.00	Q 126,497.86
7	Q 538,655.26	255417.12	Q 1.21	Q 97,785.00	Q 131,892.95
8	Q 655,563.31	265628.16	Q 1.58	Q 97,785.00	Q 137,529.61
9	Q 650,704.88	255417.12	Q 1.60	Q 97,785.00	Q 143,418.63
10	Q 474,748.46	255417.12	Q 0.89	Q 97,785.00	Q 149,571.33
Promedio			Q 2.16		

Fuente: elaboración propia con información de las tablas 21, 22 y 103 y el análisis hecho en esta sección

8.6.3. Análisis de sensibilidad escenario con proyecto no. 2

Para este escenario, que no es factible para el análisis a 10 años, se hará un análisis de sensibilidad similar a los dos anteriores, que busque hacer el VAN igual a 0.

Como primer punto, se dividió la inversión entre 10 y este valor se dividió entre el multiplicador de la tabla 91 dando como resultado los flujos de fondos netos sin actualizar. Luego de esto, se hizo el mismo ejercicio que en las anteriores secciones y se dejaron los egresos como los de la tabla 91 y variar los ingresos, resultado que se muestra en la tabla 108.

Tabla 108
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Flujo de fondos, egresos e ingresos que iguala el VAN a 0, en el escenario con
proyecto no. 2 en un análisis a 10 años, dejando los egresos originales del flujo
de fondos neto

Año	Flujo de fondos	Egresos	Ingresos
1	Q 865,707.79	Q 371,698.15	Q 1,237,405.95
2	Q 934,964.42	Q 390,782.50	Q 1,325,746.91
3	Q 1,009,761.57	Q 382,398.61	Q 1,392,160.18
4	Q 1,090,542.50	Q 346,251.30	Q 1,436,793.79
5	Q 1,177,785.90	Q 297,488.82	Q 1,475,274.72
6	Q 1,272,008.77	Q 356,824.66	Q 1,628,833.43
7	Q 1,373,769.47	Q 363,219.20	Q 1,736,988.66
8	Q 1,483,671.03	Q 374,388.78	Q 1,858,059.81
9	Q 1,602,364.71	Q 361,268.16	Q 1,963,632.87
10	Q 1,730,553.88	Q 342,675.07	Q 2,073,228.96

Fuente: elaboración propia en base a información de la tabla 91 y a los cálculos definidos en esta sección

A diferencia de los escenarios anteriores, aquí solo varían los ingresos ya que, si se dejan los ingresos originales, los egresos tendrían que ser negativos para cumplir con el VAN igual a 0. En primer lugar, se calculó la tarifa social que igualaba el VAN a 0, se despejó esta variable y dio los resultados de la tabla 109.

Tabla 109
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de análisis de sensibilidad para la tarifa social que iguala el VAN a 0 en el
escenario con proyecto no. 2 para un análisis a 10 años

Año	Ingresos	Consumo MM KWH Tarifa Social	Consumo MM KWH Tarifa No Social	Tarifa Social promedio para hacer VAN 0	Tarifa No Social Promedio	Tasa de Arbitrio Municipal
1	Q 1,237,405.95	4.2325	0.4703	Q 1.27	Q 1.12	21%
2	Q 1,325,746.91	4.3688	0.4854	Q 1.31	Q 1.24	21%
3	Q 1,392,160.18	4.5050	0.5006	Q 1.34	Q 1.19	21%
4	Q 1,436,793.79	4.6413	0.5157	Q 1.35	Q 1.11	21%
5	Q 1,475,274.72	4.7775	0.5308	Q 1.37	Q 0.89	21%
6	Q 1,628,833.43	4.9138	0.5460	Q 1.49	Q 0.77	21%
7	Q 1,736,988.66	5.0500	0.5611	Q 1.55	Q 0.81	21%
8	Q 1,858,059.81	5.1863	0.5763	Q 1.61	Q 0.82	21%
9	Q 1,963,632.87	5.3225	0.5914	Q 1.67	Q 0.78	21%
10	Q 2,073,228.96	5.4588	0.6065	Q 1.73	Q 0.69	21%
Promedio				Q 1.47		

Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida de las tablas 5, 108 y de la figura 6 de este documento

El consumo de energía se calculó, despejando la variable y dando un promedio 7.1519 MM de KWH anuales. Los cálculos se muestran en la tabla 110.

Tabla 110
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de análisis de sensibilidad para el consumo de los usuarios de energía eléctrica del Municipio que están en la tarifa social y que iguala el VAN a 0, en el escenario con proyecto no. 2 para un análisis a 10 años

Año	Ingresos	Consumo MM KWH Tarifa Social	Consumo MM KWH Tarifa No Social	Tarifa Social promedio para hacer VAN 0	Tarifa No Social Promedio	Tasa de Arbitrio Municipal
1	Q 1,237,405.95	4.7672	0.4703	Q 1.13	Q 1.12	21%
2	Q 1,325,746.91	4.6981	0.4854	Q 1.22	Q 1.24	21%
3	Q 1,392,160.18	4.4535	0.5006	Q 1.36	Q 1.19	21%
4	Q 1,436,793.79	5.0337	0.5157	Q 1.25	Q 1.11	21%
5	Q 1,475,274.72	6.5285	0.5308	Q 1.00	Q 0.89	21%
6	Q 1,628,833.43	8.4460	0.5460	Q 0.87	Q 0.77	21%
7	Q 1,736,988.66	9.0095	0.5611	Q 0.87	Q 0.81	21%
8	Q 1,858,059.81	8.5211	0.5763	Q 0.98	Q 0.82	21%
9	Q 1,963,632.87	8.9741	0.5914	Q 0.99	Q 0.78	21%
10	Q 2,073,228.96	11.0876	0.6065	Q 0.85	Q 0.69	21%
Promedio		7.1519				

Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida de las tablas 5, 108 y de las figuras 5 y 6 de este documento

Para la tarifa no social que iguala el VAN a 0, se despejó esta variable dando como resultado Q4.71/KWH en promedio durante los diez años. En la tabla 111 se muestra esta información.

Tabla 111
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Cálculo de análisis de sensibilidad para la tarifa no social que iguala el VAN a 0, en el escenario con proyecto no. 2 para un análisis a 10 años

Año	Ingresos	Consumo MM KWH Tarifa Social	Consumo MM KWH Tarifa No Social	Tarifa Social promedio para hacer VAN 0	Tarifa No Social Promedio	Tasa de Arbitrio Municipal
1	Q 1,237,405.95	4.2325	0.4703	Q 1.13	Q 2.40	21%
2	Q 1,325,746.91	4.3688	0.4854	Q 1.22	Q 2.06	21%
3	Q 1,392,160.18	4.5050	0.5006	Q 1.36	Q 1.05	21%
4	Q 1,436,793.79	4.6413	0.5157	Q 1.25	Q 2.06	21%
5	Q 1,475,274.72	4.7775	0.5308	Q 1.00	Q 4.20	21%
6	Q 1,628,833.43	4.9138	0.5460	Q 0.87	Q 6.39	21%
7	Q 1,736,988.66	5.0500	0.5611	Q 0.87	Q 6.93	21%
8	Q 1,858,059.81	5.1863	0.5763	Q 0.98	Q 6.51	21%
9	Q 1,963,632.87	5.3225	0.5914	Q 0.99	Q 6.89	21%
10	Q 2,073,228.96	5.4588	0.6065	Q 0.85	Q 8.60	21%
Promedio					Q 4.71	

Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida de las tablas 5, 108 y de la figura 5 de este documento

El consumo de los usuarios de la tarifa no social también puede igualar el VAN a 0 y despejar esta variable. El consumo promedio de usuarios en esta tarifa que igualaría el VAN a 0 es de 3.2494 MM de KWH en promedio al año durante 10 años. La tabla 112 muestra esta información. Otra variable que puede igualar el VAN a 0, es la tasa de alumbrado público y en promedio se necesita una tasa de 30% durante 10 años. En la tabla 113 se muestra esta información.

Tabla 112

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez**

Cálculo de análisis de sensibilidad para el consumo de los usuarios de energía eléctrica del Municipio que están en la tarifa no social y que iguala el VAN a 0, en el escenario con proyecto no. 2 para un análisis a 10 años

Año	Ingresos	Consumo MM KWH Tarifa Social	Consumo MM KWH Tarifa No Social	Tarifa Social promedio para hacer VAN 0	Tarifa No Social Promedio	Tasa de Arbitrio Municipal
1	Q 1,237,405.95	4.2325	1.0069	Q 1.13	Q 1.12	21%
2	Q 1,325,746.91	4.3688	0.8083	Q 1.22	Q 1.24	21%
3	Q 1,392,160.18	4.5050	0.4418	Q 1.36	Q 1.19	21%
4	Q 1,436,793.79	4.6413	0.9545	Q 1.25	Q 1.11	21%
5	Q 1,475,274.72	4.7775	2.5160	Q 1.00	Q 0.89	21%
6	Q 1,628,833.43	4.9138	4.5579	Q 0.87	Q 0.77	21%
7	Q 1,736,988.66	5.0500	4.8283	Q 0.87	Q 0.81	21%
8	Q 1,858,059.81	5.1863	4.5533	Q 0.98	Q 0.82	21%
9	Q 1,963,632.87	5.3225	5.2442	Q 0.99	Q 0.78	21%
10	Q 2,073,228.96	5.4588	7.5833	Q 0.85	Q 0.69	21%
Promedio			3.2494			

Fuente: elaboración propia, en base a información obtenida de las tablas 5, 108 y de las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 113

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez**

Cálculo de análisis de sensibilidad para la tasa de arbitrio municipal del Municipio que iguala el VAN a 0, en el escenario con proyecto no. 2 para un análisis a 10 años

Año	Ingresos	Consumo MM KWH Tarifa Social	Consumo MM KWH Tarifa No Social	Tarifa Social promedio para hacer VAN 0	Tarifa No Social Promedio	Tasa de Arbitrio Municipal
1	Q 1,237,405.95	4.2325	0.4703	Q 1.13	Q 1.12	23%
2	Q 1,325,746.91	4.3688	0.4854	Q 1.22	Q 1.24	22%
3	Q 1,392,160.18	4.5050	0.5006	Q 1.36	Q 1.19	21%
4	Q 1,436,793.79	4.6413	0.5157	Q 1.25	Q 1.11	23%
5	Q 1,475,274.72	4.7775	0.5308	Q 1.00	Q 0.89	28%
6	Q 1,628,833.43	4.9138	0.5460	Q 0.87	Q 0.77	35%
7	Q 1,736,988.66	5.0500	0.5611	Q 0.87	Q 0.81	36%
8	Q 1,858,059.81	5.1863	0.5763	Q 0.98	Q 0.82	33%
9	Q 1,963,632.87	5.3225	0.5914	Q 0.99	Q 0.78	34%
10	Q 2,073,228.96	5.4588	0.6065	Q 0.85	Q 0.69	41%
Promedio						30%

Fuente: Elaboración propia, en base a información obtenida de las tablas 5, 108 y de las figuras 5 y 6 de este documento

9. Conclusiones

El proyecto **es factible** en el escenario con proyecto no. 1 debido a que mejora las condiciones de eficiencia energética del escenario sin proyecto y se obtienen indicadores financieros positivos en 5 años.

1. Las características de mercado analizadas en este proyecto e identificadas como más importantes son: el tipo de lámparas, la cantidad de lámparas, el tiempo de vida de las lámparas y el consumo de energía del sistema de alumbrado público. En el escenario sin proyecto se utilizan 544 lámparas de vapor de sodio, las cuales tienen un tiempo de vida promedio de 25,000 horas cada una y en conjunto consumen 545M KWH al año de energía eléctrica; el escenario con proyecto utiliza 544 lámparas tipo LED las cuales tienen un tiempo de vida promedio de 50,000 horas cada una y consumen 255.4M KWH de energía eléctrica al año.
2. La característica técnica estudiada en este proyecto es el nivel de iluminación. En el escenario actual se logró verificar que no se cumple con los requisitos establecidos por la CIE para el casco urbano, mientras que para las carreteras sí, al igual que en el escenario con proyecto. Sin embargo, en el escenario con proyecto se aumenta el tiempo de vida de las lámparas en 25,000 horas y se ahorrarían 289.6M KWH al año.
3. Los costos de instalación del proyecto son de Q2.62MM, que equivale al 11% del presupuesto municipal. Los costos de mantenimiento suman Q472.2M que equivalen al 70.8% de los costos de mantenimiento actuales por lo que se ahorrarían Q194.3M anuales.
4. El tiempo definido para la instalación del proyecto es de 6 meses. Los recursos definidos para la instalación del proyecto son las personas que trabajan en la oficina municipal de planificación, el supervisor de obra, un asesor experto y la empresa contratista que instalará las lámparas. El asesor debe entregar el diseño, dar seguimiento a la instalación y capacitar a las personas que trabajarán en la operación del sistema. En la operación, las personas encargadas deberían ser las que se designe el alcalde del grupo de servicios municipales.

5. El estudio de las leyes de Guatemala, que se tienen que tomar en cuenta para el proyecto, mostró: que toda compra realizada por la Municipalidad debe de cumplir con la ley de contrataciones del estado; que el proyecto se debe tomar en cuenta como parte del presupuesto; que el costo del proyecto debe de estar dentro de la realidad financiera de la Municipalidad que actualmente recibe un presupuesto anual de Q24.0MM; que el Concejo Municipal debe aprobar dicho proyecto en la presentación del presupuesto; y que la Municipalidad está libre del pago de impuestos.
6. Los impactos ambientales identificados en la operación en el escenario con proyecto son: el incremento de la contaminación lumínica, en comparación con la actual, perjudicando así, a las personas que tienen telescopios y ven las estrellas y los astros; se incrementan las plagas de insectos como moscas debido a que el color blanco de las lámparas LED atrae a estos insectos. A pesar de estos impactos, el ministerio de ambiente cataloga el proyecto como de bajo impacto ambiental.
7. Los indicadores financieros en un análisis a 5 años con una TREMA de 8% del proyecto son: VAN es igual a Q0.67MM, la TIR es igual a 17%, la relación beneficio/costo es igual a 1.16 y el período de recuperación es de 3.78 años.

10. Recomendaciones

1. Se recomienda evaluar el cambio de lámparas en los parques ya que este estudio quedo fuera del alcance de este proyecto.
2. Debido a que el barrio el Chilcal y la aldea el Rosario son consideradas áreas vulnerables, se recomienda realizar un estudio sobre el impacto que se tendría en la evaluación realizada en este documento si se instalasen los niveles de iluminación adecuados en estas áreas.
3. Se sugiere realizar una proyección de precios de las lámparas LED debido a que pueden formar parte de una economía de escala y esto puede mejorar las condiciones financieras del proyecto.
4. Se recomienda la búsqueda de alianzas entre municipalidades con las universidades del país para desarrollar proyectos, como los mencionados en este documento, que requieren altos estándares técnicos.
5. Ante la iniciativa de ley que pretende regular el cobro del arbitrio municipal, es recomendable realizar una evaluación del impacto que esta ley tendría en la evaluación realizada en este documento.
6. Por los impactos ambientales, se puede considerar el instalar un sistema de control electrónico que ayude a hacer más eficiente energéticamente hablando el sistema, y autosostenible, por lo que una investigación posterior pudiera dirigirse hacia este tipo de sistemas.
7. Se recomienda realizar una evaluación económica para el escenario con proyecto no. 2, la cual permita verificar si este escenario es factible.

11. Fuentes de la Información digitales

1. Banco de Guatemala (2017). *Tasa de Inflación intermensual*. Recuperado de: <http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/estaeco/sr/sr005>.
2. Business Insider (2016). *Astronauts found something troubling in this shoots from space*. Recuperado de: <http://www.techinsider.io/astronaut-photos-light-polution-led-nasa-esa-2015-8>
3. CIE (2017). *Cálculos de alumbrado público norma CIE 140-2000*. Recuperado de: http://www.cie.co.at/index.php/index.php?i_ca_id=416.
4. CIEN (2016). *Agenda para el desarrollo de Guatemala 2016-2020*. Recuperado de: <http://www.desarrollappsgt.org/assets/agenda-desarrollo-2016---2020---cien.pdf>.
5. CNEE (2016). *Ahorro y eficiencia energética en iluminación*. Recuperado de: [http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/002%20M%C3%B3dulo%20II%20\(AEE%20Sistemas%20de%20Iluminaci%C3%B3n\).pdf](http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/002%20M%C3%B3dulo%20II%20(AEE%20Sistemas%20de%20Iluminaci%C3%B3n).pdf).
6. CNEE (2016). *Ahorro y eficiencia energética en motores eléctricos de inducción*. Recuperado de: [http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/004%20M%C3%B3dulo%20IV%20\(AEE%20Motores%20de%20Inducci%C3%B3n\).pdf](http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/004%20M%C3%B3dulo%20IV%20(AEE%20Motores%20de%20Inducci%C3%B3n).pdf).
7. CNEE (2016). *Ahorro y eficiencia energética en sistemas de aire acondicionado*. Recuperado de: [http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/005%20M%C3%B3dulo%20V%20\(AEE%20Aire%20Acondicionado\).pdf](http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/005%20M%C3%B3dulo%20V%20(AEE%20Aire%20Acondicionado).pdf).
8. CNEE (2016). *Ahorro y eficiencia energética en sistemas de aire comprimido*. Recuperado de: [http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/008%20M%C3%B3dulo%20VIII%20\(AEE%20Aire%20Comprimido\).pdf](http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/008%20M%C3%B3dulo%20VIII%20(AEE%20Aire%20Comprimido).pdf).
9. CNEE (2016). *Ahorro y eficiencia energética en sistemas de bombeo*. Recuperado de: [http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/007%20M%C3%B3dulo%20VII%20\(AEE%20Bombeo\).pdf](http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/007%20M%C3%B3dulo%20VII%20(AEE%20Bombeo).pdf).
10. CNEE (2016). *Ahorro y eficiencia energética en sistemas de refrigeración*. Recuperado de: [http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/006%20M%C3%B3dulo%20VI%20\(AEE%20Refrigeraci%C3%B3n\).pdf](http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/006%20M%C3%B3dulo%20VI%20(AEE%20Refrigeraci%C3%B3n).pdf).

11. CNEE (2016). *Anteproyecto de ley eficiencia energética*. Recuperado de: <http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/Docs/Ante%20Proyecto%20Ley%20Eficiencia%20Energetica.pdf>.
12. CNEE (2016). *Bibliografía*. Recuperado de: <http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/010%20Bibliograf%C3%ADa.pdf>
13. CNEE (2016). *Diagnósticos energéticos*. Recuperado de: [http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/001%20M%C3%B3dulo%20I%20\(Diagn%C3%B3sticos%20Energ%C3%A9ticos\).pdf](http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/001%20M%C3%B3dulo%20I%20(Diagn%C3%B3sticos%20Energ%C3%A9ticos).pdf).
14. CNEE (2016). *Evaluación técnico-económica de las alternativas para el ahorro y eficiencia energética*. Recuperado de: [http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/009%20M%C3%B3dulo%20IX%20\(Evaluaci%C3%B3n%20T%C3%A9cnico%20-%20Econ%C3%B3mica\).pdf](http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/009%20M%C3%B3dulo%20IX%20(Evaluaci%C3%B3n%20T%C3%A9cnico%20-%20Econ%C3%B3mica).pdf).
15. CNEE (2016). *Optimización de la demanda y corrección del bajo factor de potencia*. Recuperado de: [http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/003%20M%C3%B3dulo%20III%20\(Demanda%20%20Optimizaci%C3%B3n%20Factor%20Potencia\).pdf](http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/003%20M%C3%B3dulo%20III%20(Demanda%20%20Optimizaci%C3%B3n%20Factor%20Potencia).pdf).
16. CNEE (2016). *Plan integral de eficiencia energética*. Recuperado de: <http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/Docs/Plan%20Integral%20de%20Eficiencia%20Energ%C3%A9tica.pdf>.
17. CNEE (2016). *Presentación de eficiencia energética*. Recuperado de: <http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/Docs/Presentaci%C3%B3n%20Eficiencia%20Energ%C3%A9tica.pdf>.
18. CNEE, (2016). *Informe de consumos de electricidad*. Recuperado de: <http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/Docs/Informe%20de%20An%C3%A1lisis%20del%20Consumo%20de%20Electricidad.pdf>.
19. CNEE, (2016). *Informe técnico de alternativas para el ahorro y eficiencia energética del alumbrado público*. Recuperado de: <http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/Docs/Informe%20Tecnico%20Alternativas%20Alumbrado%20Publico%20Ene%202013.pdf>.

20. CNEE, (2016). *Pliegos tarifarios*. Recuperado de: <http://www.cnee.gob.gt/Calculadora/pliegos.php>.
21. Congreso de la República de Guatemala (2016). *Ley de Arbitrio del Alumbrado Público Municipal, Iniciativa de ley, número de registro 4781*. Recuperado de: <http://old.congreso.gob.gt/archivos/iniciativas/registro4781.pdf>
22. CPX, (2017). *Cotizador de transporte de Estados Unidos a Guatemala*. Recuperado de: <http://www.cpxbox.gt/#cotizador>.
23. DiaLux (2016). *Página principal del software de diseño luminotécnico DiaLux*. Recuperado de: <https://www.dial.de/es/dialux/download/>.
24. Diario de Centro América (2015). *Tarifa social estabiliza valor de la energía*. Recuperado de: <http://www.dca.gob.gt/index.php/nacional/item/25019-tarifa-social-estabiliza-valor-de-la-energ%C3%ADa>.
25. EBSA (2016). *Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/329172854/EBSA-Reglamento-Tecnico-de-Iluminacion-y-alumbrado-pdf>.
26. EEGSA (2015). *Informe anual 2015*. Recuperado de: <https://eegsa.com/wp-content/uploads/2016/04/Informe-Anual-EEGSA-2015.pdf>.
27. ENDESA (2017). *Sistema de iluminación*. Recuperado de: http://www.endesaeduca.com/Endesa_educarecursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/xxii.-sistemas-de-iluminacion.
28. Energuate (2016). *Servicio de alumbrado público*. Recuperado de: <http://www.energuate.com/alumbrado-publico>.
29. ESA. *Led lighting increases the ecological impact of light pollution irrespective of color temperature*. Recuperado de: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/14-0468.1/abstract>
30. Gestipolis (2017). *Cuentas contables, clasificación, concepto y descripción*. Recuperado de: <https://www.gestipolis.com/cuentas-contables-clasificacion-concepto-y-descripcion/>.

31. Gobierno de Guatemala (2016). *Código municipal decreto 12-2002*. Recuperado de: <http://srp.gob.gt/wp-content/uploads/2012/04/Codigo-Municipal .pdf>.
32. Gobierno de Guatemala (2016). *Constitución política de la República de Guatemala*. Recuperado de https://www.oas.org/juridico/mla/sp/gtm/sp_gtm-int-text-const.pdf.
33. Gobierno de Guatemala (2016). *Ley de contrataciones del estado decreto 57-92*. Recuperado de: http://www.sice.oas.org/Investment/NatLeg/GTM/Contrats Estado_s.pdf.
34. Gobierno de Guatemala (2016). *Ley de electricidad decreto no. 93-96*. Recuperado de: <http://www.cnee.gob.gt/pdf/marco-legal/LeyGeneraldeElectricidad2014.pdf>.
35. Gobierno de Guatemala (2016). *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente decreto 68-86*. Recuperado de: <http://www.scp.gob.gt/dam/municipalidad-scp/documentos/Decretos/LEY-DE-PROTECCION-Y-MEJORAMIENTO-DEL-MEDIO-AMBIENTE/LEY%20DE%20PROTECCION%20Y%20MEJORAMIENTO%20DEL%20MEDIO%20AMBIENTE.pdf>.
36. Gobierno de Guatemala (2016). *Listado taxativo de proyectos, obras e industrias, acuerdo ministerial no. 199-2016*. Recuperado de: <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/4740.pdf>.
37. Gobierno de Guatemala (2016). *Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental, acuerdo gubernativo no. 60-2015*. Recuperado de: http://www.minfin.gob.gt/images/downloads/leyes_acuerdos/acuerdogub60_020315.pdf.
38. Gobierno de Guatemala (2017). *Ley del impuesto sobre la renta*. Recuperado de: https://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiz8Yym6bvVAhXJOCYKHxHnAuMQFggIIMAA&url=http%3A%2F%2Fportal.sat.gob.gt%2Fsitio%2Findex.php%2Fleyes%2Fdoc_download%2F2446-leydelimpuestosobrelarenta.html&usg=AFQjCNEqiUbJ4K9B-kZbpUNiAf-Jzuffag.

39. INE (2016). *Censos nacionales XI de población y VI de habitación 2002*. Recuperado de: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/02/20/jZqeGe1H9WdUDngYXkWt3GIhUUQCukcg.pdf>
40. ITC-EA, *Mediciones luminotécnicas en instalaciones de alumbrado*. Recuperado de: http://normativa.infocentre.es/sites/normativa.infocentre.es/files/sectores/ITC-EA-07%2BGuia_E_may2013_R1.pdf.
41. Mapa de Guatemala (2012). *Mapa de Guatemala*. Recuperado de: <https://culturapeteneraymas.wordpress.com/2012/02/11/mapas-del-departamento-de-sacatepequez/>.
42. Mapa de Sacatepéquez (2012). *Mapa de Sacatepéquez*. Recuperado de: <https://culturapeteneraymas.wordpress.com/2012/02/11/mapas-del-departamento-de-sacatepequez/>.
43. Ministerio de trabajo (2017). *Definición de salario mínimo*. Recuperado de: <http://www.mintrabajo.gob.gt/index.php/salariominimo.html>.
44. New Atlas (2016). *New street light design curbs light pollution*. Recuperado de: <http://newatlas.com/led-streetlamp/27246/>.
45. Prezi (2016), *Método científico por Arias Galicia*. Recuperado de: <https://prezi.com/ap1azn-sqi0x/metodologia-de-la-investigacion-por-fernando-arias-galicia/>.
46. SEGEPLAN, (2010). *Plan de desarrollo Ciudad Vieja, Guatemala*. Recuperado de: https://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjDvvCbqrzUAhVGdT4KHWhjCD0QFggkMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.segeplan.gob.gt%2Fnportal%2Findex.php%2Fbiblioteca-documental%2Fcategory%2F52-sacatepequez%3Fdownload%3D90%3Apm-ciudad-vieja&usg=AFQjCNE_-aWhhcx1QwV7uybUfe4t0fpYtw
47. SEGEPLAN, (2010). *Plan de desarrollo San Miguel Dueñas Sacatepéquez, Guatemala*. Recuperado de: <https://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiL2dK93PDRAhVBKCYKHw4zBdUQFggYMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.segeplan.gob.gt%2Fnportal%2>

Findex.php%2Fbiblioteca-documental%2Fbiblioteca-documentos%
2Fcategory%2F52-sacatepequez%3Fdownload%3D91%3Aapdm-san-miguel-
duenas&usg=AFQjCNGfRnO5lrBpMNHr46bAalzF4QnjvA&bvm=bv.146073913,d.e
WE

48. SEGEPLAN, (2010). *Plan de desarrollo Santa Rosa de Lima, Guatemala*. Recuperado de: <https://www.google.com.gt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjnt6KRqrzUAhWKaz4KHVrvAEoQFggkMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.segeplan.gob.gt%2Fnportal%2Findex.php%2Fbiblioteca-documental%2Fcategory%2F55-santa-rosa%3Fdownload%3D128%3Aapdm-santa-rosa-de-lima&usg=AFQjCNGWCagcobfuULOc4iOCx1L uxvT91g>
49. SPIE. *Led Light pollution: Can we save energy and save the night?* Recuperado de: <http://spie.org/newsroom/1015-led-light-pollution>
50. SPIE. *Light pollution*. Recuperado de: <https://spie.org/membership/spie-professional-magazine/spie-professional-archives-and-special-content/octob-2010-spie-professional/light-pollution>
51. Stevens, R. (21 de junio de 2016). *Doctors issue warning about led street light*. *CNN*. Recuperado de: <http://edition.cnn.com/2016/06/21/health/led-streetlights-ama/>.
52. The Conversation (2016). *A dark night is good for your health*. Recuperado de: <https://theconversation.com/a-dark-night-is-good-for-your-health-39161>.
53. The Conversation (2016). *Are we sleep deprived or just darkness deprived?* Recuperado de: <https://theconversation.com/are-we-sleep-deprived-or-just-darkness-deprived-49412>.
54. The Conversation (2016). *The mystery of breast cancer*. Recuperado de: <https://theconversation.com/the-mystery-of-breast-cancer-40036>.
55. Universe Today. *Leds: light pollution solution or night sky nemesis*. Recuperado de: <http://www.universetoday.com/107372/leds-light-pollution-solution-or-night-sky-nemesis/>.
56. WIKIPEDIA, (2016). *Llave en mano*. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Llave_en_mano.

57. WIKIPEDIA. (2017). *Análisis*. Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis>.
58. WIKIPEDIA. (2017). *Eficiencia*. Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Eficiencia>.
59. WIKIPEDIA. (2017). *Energía eléctrica*. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica.
60. WIKIPEDIA. (2017). *Estadística*. Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Estad%C3%ADstica>.
61. WIKIPEDIA. (2017). *Potencia eléctrica*. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Potencia_el%C3%A9ctrica.
62. WIKIPEDIA. (2017). *Tasa interna de retorno*. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Tasa_interna_de_retorno.
63. WIKIPEDIA. (2017). *Valor actual neto*. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Valor_actual_neto.

12. Fuentes de la información físicas

1. Casa G. y Veroni, F. (1999). A new way to manage public lighting, Conferencia mediciones y tarifas para suministros de energía, *IEEE*, 462, 91-95.
2. Castro, M., Jara, A. y Skameta, F. G. (2013). Smart Lighting solutions for Smart cities- *IEEE*, 978-0-7695-4952-1/1, 1374-1379. doi: 10.1109/WAINA.203.254.
3. España Lemuns, M. A. (2010). *Origen de las tasas municipales, su regulación legal y su incongruencia con el espíritu de su creación y la realidad social. Caso concreto*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
4. Esteves, R. (2013). *Eficiencia eléctrica en iluminación pública utilizando tecnología LED: un estudio de caso*. Tesis de Postgrado no publicada, Universidad federal de Mato Grosso, Mato Grosso, Brasil.
5. García Alvarado, L. M. (2011). *La inconstitucionalidad de la tasa municipal del alumbrado público y el incremento en el costo de servicio de energía eléctrica en las*

- facturas de las distribuidoras*. Tesis de licenciatura no publicada. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
6. González Sandoval, J. P. (2014). *Eficiencia energética a través de la implementación de iluminación con tecnología led en una entidad financiera*. Tesis de licenciatura no publicada. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
 7. Jiménez Oliva, M. G. (2012). *Estudio de prefactibilidad para el mejoramiento de la iluminación del edificio T-3 aplicando tecnología led*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
 8. Kovacs, E. y Varadine, A. (2010). Investigation of LED street lighting's disturbances, *IEEE*, 978-1-4244-4987-3/10, 1808-1811.
 9. Kumar, K. A., Sundareswaran, K, Pr, V., Palanini, S. y Naina, B. (2015). Design, implementation and economic analysis of sustainable LED roadway lighting system in industrial environment, *IEEE*, 978-1-4799-7165-7/15, 77-82.
 10. Nogueira, F., Vitoi, L., Gouveia, L., Casagrande, C., Pinto, D. y Braga, H. (2014). Street lighting LED luminaires replacing high pressure sodium lamps: study of case, *IEEE*, 978-1-4799-5551-0/14, 80-87.
 11. Pawson, S.M., Bader, M.K. (2014). LED lighting increases the ecological impact of light pollution irrespective of color temperature. *Ecological Application*, 24(7), 1561-1568.
 12. Ramli, R., Arief, Y. y Abd Aziz, P. (2015). Application of LED technology into public road lighting in Malaysia for replacing the high-pressure sodium vapour lighting, *IEEE*, 978-1-5090-0193-4/15, 76-81.
 13. Rodrigues, C., Almeida, P., Soares, G., Jorge, J., Pinto, D. y Braga, H. (2010). Un estudio comparativo de sistemas de iluminación pública: estado sólido y lámparas de vapor de sodio en alta presión, *IEEE*, 978-1-4244-8010-4/10, 70-76.
 14. Rodrigues, C., Almeida, P., Soares, G., Jorge, J., Pinto, D. y Braga, H. (2011). An experimental comparison between different technologies arising for public lighting LED luminaires replacing high pressure sodium lamps, *IEEE*, 978-1-4244-9312-8/11, 141-146.

15. Santizo Guerra, M. F. (2014). *Consideración técnico-económica del estudio de eficiencia energética para el alumbrado público con la utilización de balastos electrónicos*. Tesis de licenciatura no publicada. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
16. Schreuder, D. (2008). *Outdoor lighting: Physics, vision and perception*. Holanda: Editorial Springer.
17. Schuberth, F. (2006). *Led emitting diodes*. Nueva York, Estados Unidos: Editorial Cambridge.
18. Shur, M., Zukauskas, A. (2005). Solid state lighting: toward superior illumination. *IEEE*, 93 (10), 1691-1703.
19. Tsao, J. (2004). Solid State Lighting, lamps, chips and materials for tomorrow, Corbis and Eyewire. *Revista circuitos IEEE y componentes*, 8755-3996/04, 28-37.
20. Villatoro Hernández, D. A. (2012). *Estudio de eficiencia energética en el sistema de alumbrado público del poblado de Playa Grande Ixcán, Quiché, implementando tecnologías de ahorro y calidad de iluminación*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
21. Webster, A. L. (2000). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. Bogotá, Colombia: editorial Irwin Mcgraw Hill.
22. Yam, F. K. y Hassam, Z. (2004). Innovative advances in LED technology, *Microelectronics Journal*, 36, 129-137, doi:10.1016/j.mejo.2004.11.008.

13. Apéndice

Tabla 114

Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez
Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa social del año 2 del sistema de alumbrado público del Municipio

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
2	Enero	352709.14	Q 1.1458	21%	Q 84,869.43
2	Febrero	352709.14	Q 1.1630	21%	Q 86,141.82
2	Marzo	352709.14	Q 1.1630	21%	Q 86,141.82
2	Abril	352709.14	Q 1.1630	21%	Q 86,141.82
2	Mayo	352709.14	Q 1.1940	21%	Q 88,436.83
2	Junio	352709.14	Q 1.1940	21%	Q 88,436.83
2	Julio	352709.14	Q 1.1940	21%	Q 88,436.83
2	Agosto	352709.14	Q 1.2483	21%	Q 92,462.07
2	Septiembre	352709.14	Q 1.2483	21%	Q 92,462.07
2	Octubre	352709.14	Q 1.2483	21%	Q 92,462.07
2	Noviembre	352709.14	Q 1.3128	21%	Q 97,239.93
2	Diciembre	352709.14	Q 1.3128	21%	Q 97,239.93
Total					Q 1,080,471.44

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 115

Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez
Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la tarifa social del año 3 del sistema de alumbrado público del Municipio

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
3	Enero	364063.71	Q 1.3128	21%	Q 100,370.32
3	Febrero	364063.71	Q 1.3616	21%	Q 104,096.22
3	Marzo	364063.71	Q 1.3616	21%	Q 104,096.22
3	Abril	364063.71	Q 1.3616	21%	Q 104,096.22
3	Mayo	364063.71	Q 1.3667	21%	Q 104,491.06
3	Junio	364063.71	Q 1.3667	21%	Q 104,491.06
3	Julio	364063.71	Q 1.3667	21%	Q 104,491.06
3	Agosto	364063.71	Q 1.3659	21%	Q 104,424.49
3	Septiembre	364063.71	Q 1.3659	21%	Q 104,424.49
3	Octubre	364063.71	Q 1.3659	21%	Q 104,424.49
3	Noviembre	364063.71	Q 1.3326	21%	Q 101,878.54
3	Diciembre	364063.71	Q 1.3326	21%	Q 101,878.54
Total					Q 1,243,162.71

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 116**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez****Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa social del año 4 del sistema de alumbrado público del Municipio**

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
4	Enero	375418.29	Q 1.3326	21%	Q 105,055.97
4	Febrero	375418.29	Q 1.2847	21%	Q 101,281.27
4	Marzo	375418.29	Q 1.2847	21%	Q 101,281.27
4	Abril	375418.29	Q 1.2847	21%	Q 101,281.27
4	Mayo	375418.29	Q 1.2545	21%	Q 98,898.15
4	Junio	375418.29	Q 1.2545	21%	Q 98,898.15
4	Julio	375418.29	Q 1.2545	21%	Q 98,898.15
4	Agosto	375418.29	Q 1.2198	21%	Q 96,168.59
4	Septiembre	375418.29	Q 1.2198	21%	Q 96,168.59
4	Octubre	375418.29	Q 1.2198	21%	Q 96,168.59
4	Noviembre	375418.29	Q 1.1661	21%	Q 91,929.63
4	Diciembre	375418.29	Q 1.1661	21%	Q 91,929.63
Total					Q 1,177,959.26

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 117**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez****Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa social del año 5 del sistema de alumbrado público del Municipio**

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
5	Enero	386772.86	Q 1.1661	21%	Q 94,710.06
5	Febrero	386772.86	Q 1.0787	21%	Q 87,611.31
5	Marzo	386772.86	Q 1.0787	21%	Q 87,611.31
5	Abril	386772.86	Q 1.0787	21%	Q 87,611.31
5	Mayo	386772.86	Q 0.9866	21%	Q 80,137.82
5	Junio	386772.86	Q 0.9866	21%	Q 80,137.82
5	Julio	386772.86	Q 0.9866	21%	Q 80,137.82
5	Agosto	386772.86	Q 0.9591	21%	Q 77,898.31
5	Septiembre	386772.86	Q 0.9591	21%	Q 77,898.31
5	Octubre	386772.86	Q 0.9591	21%	Q 77,898.31
5	Noviembre	386772.86	Q 0.9047	21%	Q 73,484.19
5	Diciembre	386772.86	Q 0.9047	21%	Q 73,484.19
Total					Q 978,620.76

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 118**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez****Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa social del año 6 del sistema de alumbrado público del Municipio**

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
6	Enero	398127.43	Q 0.9047	21%	Q 75,641.48
6	Febrero	398127.43	Q 0.8966	21%	Q 74,964.38
6	Marzo	398127.43	Q 0.8966	21%	Q 74,964.38
6	Abril	398127.43	Q 0.8966	21%	Q 74,964.38
6	Mayo	398127.43	Q 0.8954	21%	Q 74,863.97
6	Junio	398127.43	Q 0.8954	21%	Q 74,863.97
6	Julio	398127.43	Q 0.8954	21%	Q 74,863.97
6	Agosto	398127.43	Q 0.8284	21%	Q 69,262.90
6	Septiembre	398127.43	Q 0.8284	21%	Q 69,262.90
6	Octubre	398127.43	Q 0.8284	21%	Q 69,262.90
6	Noviembre	398127.43	Q 0.8303	21%	Q 69,414.92
6	Diciembre	398127.43	Q 0.8303	21%	Q 69,414.92
Total					Q 871,745.09

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 119**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez****Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa social del año 7 del sistema de alumbrado público del Municipio**

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
7	Enero	409482.00	Q 0.8303	21%	Q 71,394.63
7	Febrero	409482.00	Q 0.8624	21%	Q 74,157.76
7	Marzo	409482.00	Q 0.8624	21%	Q 74,157.76
7	Abril	409482.00	Q 0.8624	21%	Q 74,157.76
7	Mayo	409482.00	Q 0.8608	21%	Q 74,022.06
7	Junio	409482.00	Q 0.8608	21%	Q 74,022.06
7	Julio	409482.00	Q 0.8608	21%	Q 74,022.06
7	Agosto	409482.00	Q 0.8737	21%	Q 75,131.82
7	Septiembre	409482.00	Q 0.8737	21%	Q 75,131.82
7	Octubre	409482.00	Q 0.8737	21%	Q 75,131.82
7	Noviembre	409482.00	Q 0.8970	21%	Q 77,133.50
7	Diciembre	409482.00	Q 0.8970	21%	Q 77,133.50
Total					Q 895,596.55

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 120**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez****Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa social del año 8 del sistema de alumbrado público del Municipio**

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
8	Enero	420836.57	Q 0.8970	21%	Q 79,272.34
8	Febrero	420836.57	Q 0.9378	21%	Q 82,880.46
8	Marzo	420836.57	Q 0.9378	21%	Q 82,880.46
8	Abril	420836.57	Q 0.9378	21%	Q 82,880.46
8	Mayo	420836.57	Q 0.9863	21%	Q 87,163.20
8	Junio	420836.57	Q 0.9863	21%	Q 87,163.20
8	Julio	420836.57	Q 0.9863	21%	Q 87,163.20
8	Agosto	420836.57	Q 1.0229	21%	Q 90,398.83
8	Septiembre	420836.57	Q 1.0229	21%	Q 90,398.83
8	Octubre	420836.57	Q 1.0229	21%	Q 90,398.83
8	Noviembre	420836.57	Q 1.0268	21%	Q 90,741.71
8	Diciembre	420836.57	Q 1.0268	21%	Q 90,741.71
Total					Q 1,042,083.26

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 121**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez****Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa social del año 9 del sistema de alumbrado público del Municipio**

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
9	Enero	432191.14	Q 1.0268	21%	Q 93,190.01
9	Febrero	432191.14	Q 1.0261	21%	Q 93,130.64
9	Marzo	432191.14	Q 1.0261	21%	Q 93,130.64
9	Abril	432191.14	Q 1.0261	21%	Q 93,130.64
9	Mayo	432191.14	Q 1.0011	21%	Q 90,860.05
9	Junio	432191.14	Q 1.0011	21%	Q 90,860.05
9	Julio	432191.14	Q 1.0011	21%	Q 90,860.05
9	Agosto	432191.14	Q 0.9651	21%	Q 87,595.41
9	Septiembre	432191.14	Q 0.9651	21%	Q 87,595.41
9	Octubre	432191.14	Q 0.9651	21%	Q 87,595.41
9	Noviembre	432191.14	Q 0.9424	21%	Q 85,534.32
9	Diciembre	432191.14	Q 0.9424	21%	Q 85,534.32
Total					Q 1,079,016.95

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 122**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez****Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa social del año 10 del sistema de alumbrado público del Municipio**

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
10	Enero	443545.72	Q 0.9424	21%	Q 87,781.48
10	Febrero	443545.72	Q 0.9164	21%	Q 85,358.74
10	Marzo	443545.72	Q 0.9164	21%	Q 85,358.74
10	Abril	443545.72	Q 0.9164	21%	Q 85,358.74
10	Mayo	443545.72	Q 0.8760	21%	Q 81,596.26
10	Junio	443545.72	Q 0.8760	21%	Q 81,596.26
10	Julio	443545.72	Q 0.8760	21%	Q 81,596.26
10	Agosto	443545.72	Q 0.8104	21%	Q 75,480.43
10	Septiembre	443545.72	Q 0.8104	21%	Q 75,480.43
10	Octubre	443545.72	Q 0.8104	21%	Q 75,480.43
10	Noviembre	443545.72	Q 0.7412	21%	Q 69,041.74
10	Diciembre	443545.72	Q 0.7412	21%	Q 69,041.74
Total					Q 953,171.26

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 123**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez****Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa no social del año 2 del sistema de alumbrado público del Municipio**

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
2	Enero	39189.9048	Q 1.1799	21%	Q 9,710.78
2	Febrero	39189.9048	Q 1.2205	21%	Q 10,044.64
2	Marzo	39189.9048	Q 1.2205	21%	Q 10,044.64
2	Abril	39189.9048	Q 1.2205	21%	Q 10,044.64
2	Mayo	39189.9048	Q 1.2484	21%	Q 10,274.40
2	Junio	39189.9048	Q 1.2484	21%	Q 10,274.40
2	Julio	39189.9048	Q 1.2484	21%	Q 10,274.40
2	Agosto	39189.9048	Q 1.2462	21%	Q 10,255.78
2	Septiembre	39189.9048	Q 1.2462	21%	Q 10,255.78
2	Octubre	39189.9048	Q 1.2462	21%	Q 10,255.78
2	Noviembre	39189.9048	Q 1.2455	21%	Q 10,250.04
2	Diciembre	39189.9048	Q 1.2455	21%	Q 10,250.04
Total					Q 121,935.33

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 124
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa no social del año 3 del sistema de alumbrado público del Municipio

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
3	Enero	40451.5239	Q 1.2455	21%	Q 10,580.01
3	Febrero	40451.5239	Q 1.2239	21%	Q 10,396.39
3	Marzo	40451.5239	Q 1.2239	21%	Q 10,396.39
3	Abril	40451.5239	Q 1.2239	21%	Q 10,396.39
3	Mayo	40451.5239	Q 1.1816	21%	Q 10,037.90
3	Junio	40451.5239	Q 1.1816	21%	Q 10,037.90
3	Julio	40451.5239	Q 1.1816	21%	Q 10,037.90
3	Agosto	40451.5239	Q 1.1775	21%	Q 10,002.57
3	Septiembre	40451.5239	Q 1.1775	21%	Q 10,002.57
3	Octubre	40451.5239	Q 1.1775	21%	Q 10,002.57
3	Noviembre	40451.5239	Q 1.1691	21%	Q 9,931.71
3	Diciembre	40451.5239	Q 1.1691	21%	Q 9,931.71
Total					Q 121,753.98

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 125
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa no social del año 4 del sistema de alumbrado público del Municipio

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
4	Enero	41713.1429	Q 1.1691	21%	Q 10,241.46
4	Febrero	41713.1429	Q 1.1478	21%	Q 10,054.20
4	Marzo	41713.1429	Q 1.1478	21%	Q 10,054.20
4	Abril	41713.1429	Q 1.1478	21%	Q 10,054.20
4	Mayo	41713.1429	Q 1.1268	21%	Q 9,870.07
4	Junio	41713.1429	Q 1.1268	21%	Q 9,870.07
4	Julio	41713.1429	Q 1.1268	21%	Q 9,870.07
4	Agosto	41713.1429	Q 1.1180	21%	Q 9,793.06
4	Septiembre	41713.1429	Q 1.1180	21%	Q 9,793.06
4	Octubre	41713.1429	Q 1.1180	21%	Q 9,793.06
4	Noviembre	41713.1429	Q 1.0618	21%	Q 9,300.97
4	Diciembre	41713.1429	Q 1.0618	21%	Q 9,300.97
Total					Q 117,995.40

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 126
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa no social del año 5 del sistema de alumbrado público del Municipio

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
5	Enero	42974.762	Q 1.0618	21%	Q 9,582.28
5	Febrero	42974.762	Q 0.9761	21%	Q 8,808.68
5	Marzo	42974.762	Q 0.9761	21%	Q 8,808.68
5	Abril	42974.762	Q 0.9761	21%	Q 8,808.68
5	Mayo	42974.762	Q 0.8889	21%	Q 8,022.44
5	Junio	42974.762	Q 0.8889	21%	Q 8,022.44
5	Julio	42974.762	Q 0.8889	21%	Q 8,022.44
5	Agosto	42974.762	Q 0.8644	21%	Q 7,800.62
5	Septiembre	42974.762	Q 0.8644	21%	Q 7,800.62
5	Octubre	42974.762	Q 0.8644	21%	Q 7,800.62
5	Noviembre	42974.762	Q 0.8132	21%	Q 7,338.56
5	Diciembre	42974.762	Q 0.8132	21%	Q 7,338.56
Total					Q 98,154.64

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 127
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa no social del año 6 del sistema de alumbrado público del Municipio

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
6	Enero	44236.3811	Q 0.8132	21%	Q 7,554.00
6	Febrero	44236.3811	Q 0.8028	21%	Q 7,457.90
6	Marzo	44236.3811	Q 0.8028	21%	Q 7,457.90
6	Abril	44236.3811	Q 0.8028	21%	Q 7,457.90
6	Mayo	44236.3811	Q 0.7982	21%	Q 7,414.62
6	Junio	44236.3811	Q 0.7982	21%	Q 7,414.62
6	Julio	44236.3811	Q 0.7982	21%	Q 7,414.62
6	Agosto	44236.3811	Q 0.7321	21%	Q 6,800.63
6	Septiembre	44236.3811	Q 0.7321	21%	Q 6,800.63
6	Octubre	44236.3811	Q 0.7321	21%	Q 6,800.63
6	Noviembre	44236.3811	Q 0.7270	21%	Q 6,753.37
6	Diciembre	44236.3811	Q 0.7270	21%	Q 6,753.37
Total					Q 86,080.19

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 128
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa no social del año 7 del sistema de alumbrado público del Municipio

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
7	Enero	45498.0001	Q 0.7270	21%	Q 6,945.98
7	Febrero	45498.0001	Q 0.7656	21%	Q 7,315.20
7	Marzo	45498.0001	Q 0.7656	21%	Q 7,315.20
7	Abril	45498.0001	Q 0.7656	21%	Q 7,315.20
7	Mayo	45498.0001	Q 0.7941	21%	Q 7,587.38
7	Junio	45498.0001	Q 0.7941	21%	Q 7,587.38
7	Julio	45498.0001	Q 0.7941	21%	Q 7,587.38
7	Agosto	45498.0001	Q 0.8214	21%	Q 7,848.23
7	Septiembre	45498.0001	Q 0.8214	21%	Q 7,848.23
7	Octubre	45498.0001	Q 0.8214	21%	Q 7,848.23
7	Noviembre	45498.0001	Q 0.8402	21%	Q 8,027.75
7	Diciembre	45498.0001	Q 0.8402	21%	Q 8,027.75
Total					Q 91,253.90

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 129
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa no social del año 8 del sistema de alumbrado público del Municipio

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
8	Enero	46759.6192	Q 0.8402	21%	Q 8,250.35
8	Febrero	46759.6192	Q 0.8387	21%	Q 8,235.41
8	Marzo	46759.6192	Q 0.8387	21%	Q 8,235.41
8	Abril	46759.6192	Q 0.8387	21%	Q 8,235.41
8	Mayo	46759.6192	Q 0.8382	21%	Q 8,230.79
8	Junio	46759.6192	Q 0.8382	21%	Q 8,230.79
8	Julio	46759.6192	Q 0.8382	21%	Q 8,230.79
8	Agosto	46759.6192	Q 0.8237	21%	Q 8,087.94
8	Septiembre	46759.6192	Q 0.8237	21%	Q 8,087.94
8	Octubre	46759.6192	Q 0.8237	21%	Q 8,087.94
8	Noviembre	46759.6192	Q 0.7953	21%	Q 7,809.05
8	Diciembre	46759.6192	Q 0.7953	21%	Q 7,809.05
Total					Q 97,530.87

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 130
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa no social del año 9 del sistema de alumbrado público del Municipio

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
9	Enero	48021.2383	Q 0.7953	21%	Q 8,019.75
9	Febrero	48021.2383	Q 0.7925	21%	Q 7,991.52
9	Marzo	48021.2383	Q 0.7925	21%	Q 7,991.52
9	Abril	48021.2383	Q 0.7925	21%	Q 7,991.52
9	Mayo	48021.2383	Q 0.7868	21%	Q 7,934.91
9	Junio	48021.2383	Q 0.7868	21%	Q 7,934.91
9	Julio	48021.2383	Q 0.7868	21%	Q 7,934.91
9	Agosto	48021.2383	Q 0.7725	21%	Q 7,789.82
9	Septiembre	48021.2383	Q 0.7725	21%	Q 7,789.82
9	Octubre	48021.2383	Q 0.7725	21%	Q 7,789.82
9	Noviembre	48021.2383	Q 0.7583	21%	Q 7,647.15
9	Diciembre	48021.2383	Q 0.7583	21%	Q 7,647.15
Total					Q 94,462.80

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 131
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo mensual de usuarios que están en la tarifa no social del Municipio en
KWH, precios de la tarifa no social, arbitrio municipal y total de ventas en Q de la
tarifa no social del año 10 del sistema de alumbrado público del Municipio

Año	Mes	Consumo	Precio	Arbitrio municipal	Ventas
10	Enero	49282.8573	Q 0.7583	21%	Q 7,848.06
10	Febrero	49282.8573	Q 0.7524	21%	Q 7,786.83
10	Marzo	49282.8573	Q 0.7524	21%	Q 7,786.83
10	Abril	49282.8573	Q 0.7524	21%	Q 7,786.83
10	Mayo	49282.8573	Q 0.7146	21%	Q 7,395.55
10	Junio	49282.8573	Q 0.7146	21%	Q 7,395.55
10	Julio	49282.8573	Q 0.7146	21%	Q 7,395.55
10	Agosto	49282.8573	Q 0.6569	21%	Q 6,798.49
10	Septiembre	49282.8573	Q 0.6569	21%	Q 6,798.49
10	Octubre	49282.8573	Q 0.6569	21%	Q 6,798.49
10	Noviembre	49282.8573	Q 0.5983	21%	Q 6,191.68
10	Diciembre	49282.8573	Q 0.5983	21%	Q 6,191.68
Total					Q 86,174.06

Fuente: elaboración propia, en base a valores obtenidos de la tabla 5 y las figuras 5 y 6 de este documento

Tabla 132

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez**
**Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa
alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del
escenario sin proyecto año 2**

Año	Mes	Consumo	Tarifa	Costos de operación
2	Enero	46295.40	Q1.1315	Q 52,383.04
2	Febrero	41815.20	Q1.1649	Q 48,709.15
2	Marzo	46295.40	Q1.1649	Q 53,927.99
2	Abril	44802.00	Q1.1649	Q 52,188.38
2	Mayo	46295.40	Q1.1899	Q 55,087.73
2	Junio	44802.00	Q1.1899	Q 53,310.71
2	Julio	46295.40	Q1.1899	Q 55,087.73
2	Agosto	46295.40	Q1.1890	Q 55,047.00
2	Septiembre	44802.00	Q1.1890	Q 53,271.29
2	Octubre	46295.40	Q1.1890	Q 55,047.00
2	Noviembre	44802.00	Q1.1906	Q 53,339.78
2	Diciembre	46295.40	Q1.1906	Q 55,117.77
Total de costos de operación del año 2				Q 642,517.57

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 12 y 13 y de la figura no. 7 de este documento

Tabla 133

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez**
**Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa
alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del
escenario sin proyecto año 3**

Año	Mes	Consumo	Tarifa	Costos de operación
3	Enero	46295.40	Q1.1906	Q 55,117.77
3	Febrero	41815.20	Q1.1856	Q 49,575.37
3	Marzo	46295.40	Q1.1856	Q 54,887.02
3	Abril	44802.00	Q1.1856	Q 53,116.47
3	Mayo	46295.40	Q1.1247	Q 52,070.22
3	Junio	44802.00	Q1.1247	Q 50,390.54
3	Julio	46295.40	Q1.1247	Q 52,070.22
3	Agosto	46295.40	Q1.0902	Q 50,470.66
3	Septiembre	44802.00	Q1.0902	Q 48,842.57
3	Octubre	46295.40	Q1.0902	Q 50,470.66
3	Noviembre	44802.00	Q1.0567	Q 47,340.12
3	Diciembre	46295.40	Q1.0567	Q 48,918.13
Total de costos de operación del año 3				Q 613,269.75

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 12 y 13 y de la figura no. 7 de este documento

Tabla 134
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa
alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del
escenario sin proyecto año 4

Año	Mes	Consumo	Tarifa	Costos de operación
4	Enero	46295.40	Q1.0567	Q 48,918.13
4	Febrero	43308.60	Q0.9905	Q 42,897.80
4	Marzo	46295.40	Q0.9905	Q 45,856.27
4	Abril	44802.00	Q0.9905	Q 44,377.03
4	Mayo	46295.40	Q0.9616	Q 44,518.48
4	Junio	44802.00	Q0.9616	Q 43,082.40
4	Julio	46295.40	Q0.9616	Q 44,518.48
4	Agosto	46295.40	Q0.9261	Q 42,872.60
4	Septiembre	44802.00	Q0.9261	Q 41,489.61
4	Octubre	46295.40	Q0.9261	Q 42,872.60
4	Noviembre	44802.00	Q0.8702	Q 38,985.34
4	Diciembre	46295.40	Q0.8702	Q 40,284.85
Total de costos de operación del año 4				Q 520,673.60

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 12 y 13 y de la figura no. 7 de este documento

Tabla 135
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa
alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del
escenario sin proyecto año 5

Año	Mes	Consumo	Tarifa	Costos de operación
5	Enero	46295.40	Q0.8702	Q 40,284.85
5	Febrero	41815.20	Q0.8029	Q 33,574.31
5	Marzo	46295.40	Q0.8029	Q 37,171.55
5	Abril	44802.00	Q0.8029	Q 35,972.47
5	Mayo	46295.40	Q0.7337	Q 33,966.04
5	Junio	44802.00	Q0.7337	Q 32,870.37
5	Julio	46295.40	Q0.7337	Q 33,966.04
5	Agosto	46295.40	Q0.6772	Q 31,352.72
5	Septiembre	44802.00	Q0.6772	Q 30,341.34
5	Octubre	46295.40	Q0.6772	Q 31,352.72
5	Noviembre	44802.00	Q0.6385	Q 28,608.03
5	Diciembre	46295.40	Q0.6385	Q 29,561.64
Total de costos de operación del año 5				Q 399,022.07

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 12 y 13 y de la figura no. 7 de este documento

Tabla 136
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa
alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del
escenario sin proyecto año 6

Año	Mes	Consumo	Tarifa	Costos de operación
6	Enero	46295.40	Q0.6385	Q 29,561.64
6	Febrero	41815.20	Q0.6305	Q 26,366.30
6	Marzo	46295.40	Q0.6305	Q 29,191.26
6	Abril	44802.00	Q0.6305	Q 28,249.61
6	Mayo	46295.40	Q0.6270	Q 29,026.14
6	Junio	44802.00	Q0.6270	Q 28,089.81
6	Julio	46295.40	Q0.6270	Q 29,026.14
6	Agosto	46295.40	Q0.6197	Q 28,688.99
6	Septiembre	44802.00	Q0.6197	Q 27,763.54
6	Octubre	46295.40	Q0.6197	Q 28,688.99
6	Noviembre	44802.00	Q0.6149	Q 27,549.55
6	Diciembre	46295.40	Q0.6149	Q 28,467.87
Total de costos de operación del año 6				Q 340,669.84

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 12 y 13 y de la figura no. 7 de este documento

Tabla 137
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa
alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del
escenario sin proyecto año 7

Año	Mes	Consumo	Tarifa	Costos de operación
7	Enero	46295.40	Q0.6149	Q 28,467.87
7	Febrero	41815.20	Q0.6051	Q 25,301.74
7	Marzo	46295.40	Q0.6051	Q 28,012.65
7	Abril	44802.00	Q0.6051	Q 27,109.01
7	Mayo	46295.40	Q0.6247	Q 28,921.43
7	Junio	44802.00	Q0.6247	Q 27,988.48
7	Julio	46295.40	Q0.6247	Q 28,921.43
7	Agosto	46295.40	Q0.6431	Q 29,774.42
7	Septiembre	44802.00	Q0.6431	Q 28,813.95
7	Octubre	46295.40	Q0.6431	Q 29,774.42
7	Noviembre	44802.00	Q0.6570	Q 29,433.61
7	Diciembre	46295.40	Q0.6570	Q 30,414.73
Total de costos de operación del año 7				Q 342,933.74

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 12 y 13 y de la figura no. 7 de este documento

Tabla 138

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez**
**Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa
alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del
escenario sin proyecto año 8**

Año	Mes	Consumo	Tarifa	Costos de operación
8	Enero	46295.40	Q0.6570	Q 30,414.73
8	Febrero	43308.60	Q0.6565	Q 28,431.45
8	Marzo	46295.40	Q0.6565	Q 30,392.24
8	Abril	44802.00	Q0.6565	Q 29,411.85
8	Mayo	46295.40	Q0.6573	Q 30,431.31
8	Junio	44802.00	Q0.6573	Q 29,449.66
8	Julio	46295.40	Q0.6573	Q 30,431.31
8	Agosto	46295.40	Q0.6546	Q 30,303.91
8	Septiembre	44802.00	Q0.6546	Q 29,326.37
8	Octubre	46295.40	Q0.6546	Q 30,303.91
8	Noviembre	44802.00	Q0.6210	Q 27,821.34
8	Diciembre	46295.40	Q0.6210	Q 28,748.72
Total de costos de operación del año 8				Q 355,466.82

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas
12 y 13 y de la figura no. 7 de este documento

Tabla 139

**Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez**
**Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa
alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del
escenario sin proyecto año 9**

Año	Mes	Consumo	Tarifa	Costos de operación
9	Enero	46295.40	Q0.6210	Q 28,748.72
9	Febrero	41815.20	Q0.6019	Q 25,168.91
9	Marzo	46295.40	Q0.6019	Q 27,865.58
9	Abril	44802.00	Q0.6019	Q 26,966.69
9	Mayo	46295.40	Q0.5834	Q 27,008.40
9	Junio	44802.00	Q0.5834	Q 26,137.16
9	Julio	46295.40	Q0.5834	Q 27,008.40
9	Agosto	46295.40	Q0.5469	Q 25,317.90
9	Septiembre	44802.00	Q0.5469	Q 24,501.20
9	Octubre	46295.40	Q0.5469	Q 25,317.90
9	Noviembre	44802.00	Q0.5309	Q 23,786.42
9	Diciembre	46295.40	Q0.5309	Q 24,579.30
Total de costos de operación del año 9				Q 312,406.58

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas
12 y 13 y de la figura no. 7 de este documento

Tabla 140
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Consumo del sistema de alumbrado público del Municipio en KWH, Tarifa
alumbrado público en Q/KWH y Costos de operación en Q mensuales del
escenario sin proyecto año 10

Año	Mes	Consumo	Tarifa	Costos de operación
10	Enero	46295.40	Q0.5309	Q 24,579.30
10	Febrero	41815.20	Q0.5113	Q 21,379.88
10	Marzo	46295.40	Q0.5113	Q 23,670.58
10	Abril	44802.00	Q0.5113	Q 22,907.01
10	Mayo	46295.40	Q0.4804	Q 22,241.85
10	Junio	44802.00	Q0.4804	Q 21,524.37
10	Julio	46295.40	Q0.4804	Q 22,241.85
10	Agosto	46295.40	Q0.4433	Q 20,522.95
10	Septiembre	44802.00	Q0.4433	Q 19,860.92
10	Octubre	46295.40	Q0.4433	Q 20,522.95
10	Noviembre	44802.00	Q0.4051	Q 18,148.20
10	Diciembre	46295.40	Q0.4051	Q 18,753.14
Total de costos de operación del año 10				Q 256,352.99

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 12 y 13 y de la figura no. 7 de este documento

Tabla 141
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Gastos de administración del año 2, para el escenario sin proyecto del alumbrado
público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 2	Total Año 2
Sueldos y salarios	1	Empleados	Q 39,160.95	Q 39,160.95
Cuota patronal IGGS	1	Empleados	Q 3,858.37	Q 3,858.37
Indemnizaciones	1	Empleados	Q 3,013.41	Q 3,013.41
Aguinaldo	1	Empleados	Q 3,013.41	Q 3,013.41
Bono 14	1	Empleados	Q 3,013.41	Q 3,013.41
Vacaciones	1	Empleados	Q 1,506.71	Q 1,506.71
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Porcentaje	Q 136,279.04	Q 136,279.04
Total de gastos de administración y depreciaciones año 2				Q 189,845.31

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 56, 57

Tabla 142
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Gastos de administración del año 3, para el escenario sin proyecto del alumbrado
público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 3	Total Año 3
Sueldos y salarios	1	Empleados	Q 40,780.00	Q 40,780.00
Cuota patronal IGGS	1	Empleados	Q 4,031.13	Q 4,031.13
Indemnizaciones	1	Empleados	Q 3,148.33	Q 3,148.33
Aguinaldo	1	Empleados	Q 3,148.33	Q 3,148.33
Bono 14	1	Empleados	Q 3,148.33	Q 3,148.33
Vacaciones	1	Empleados	Q 1,574.17	Q 1,574.17
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Porcentaje	Q 136,279.04	Q 136,279.04
Total de gastos de administración y depreciaciones año 3				Q 192,109.34

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 56, 57

Tabla 143
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Gastos de administración del año 4, para el escenario sin proyecto del alumbrado
público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 4	Total Año 4
Sueldos y salarios	1	Empleados	Q 42,471.54	Q 42,471.54
Cuota patronal IGGS	1	Empleados	Q 4,211.61	Q 4,211.61
Indemnizaciones	1	Empleados	Q 3,289.29	Q 3,289.29
Aguinaldo	1	Empleados	Q 3,289.29	Q 3,289.29
Bono 14	1	Empleados	Q 3,289.29	Q 3,289.29
Vacaciones	1	Empleados	Q 1,644.65	Q 1,644.65
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Porcentaje	Q 136,279.04	Q 136,279.04
Total de gastos de administración y depreciaciones año 4				Q 194,474.73

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 56, 57

Tabla 144
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Gastos de administración del año 5, para el escenario sin proyecto del alumbrado
público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 5	Total Año 5
Sueldos y salarios	1	Empleados	Q 44,238.81	Q 44,238.81
Cuota patronal IGGS	1	Empleados	Q 4,400.18	Q 4,400.18
Indemnizaciones	1	Empleados	Q 3,436.57	Q 3,436.57
Aguinaldo	1	Empleados	Q 3,436.57	Q 3,436.57
Bono 14	1	Empleados	Q 3,436.57	Q 3,436.57
Vacaciones	1	Empleados	Q 1,718.28	Q 1,718.28
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Porcentaje	Q 136,279.04	Q 136,279.04
Total de gastos de administración y depreciaciones año 5				Q 196,946.02

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 56, 57

Tabla 145
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Gastos de administración del año 6, para el escenario sin proyecto del alumbrado
público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 6	Total Año 6
Sueldos y salarios	1	Empleados	Q 46,085.21	Q 46,085.21
Cuota patronal IGGS	1	Empleados	Q 4,597.19	Q 4,597.19
Indemnizaciones	1	Empleados	Q 3,590.43	Q 3,590.43
Aguinaldo	1	Empleados	Q 3,590.43	Q 3,590.43
Bono 14	1	Empleados	Q 3,590.43	Q 3,590.43
Vacaciones	1	Empleados	Q 1,795.22	Q 1,795.22
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Porcentaje	Q 143,047.39	Q 143,047.39
Total de gastos de administración y depreciaciones año 6				Q 206,296.32

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 56, 57

Tabla 146
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Gastos de administración del año 7, para el escenario sin proyecto del alumbrado
público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 7	Total Año 7
Sueldos y salarios	1	Empleados	Q 48,014.29	Q 48,014.29
Cuota patronal IGGS	1	Empleados	Q 4,803.02	Q 4,803.02
Indemnizaciones	1	Empleados	Q 3,751.19	Q 3,751.19
Aguinaldo	1	Empleados	Q 3,751.19	Q 3,751.19
Bono 14	1	Empleados	Q 3,751.19	Q 3,751.19
Vacaciones	1	Empleados	Q 1,875.60	Q 1,875.60
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Porcentaje	Q 143,047.39	Q 143,047.39
Total de gastos de administración y depreciaciones año 7				Q 208,993.87

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 56, 57

Tabla 147
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Gastos de administración del año 8, para el escenario sin proyecto del alumbrado
público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 8	Total Año 8
Sueldos y salarios	1	Empleados	Q 50,029.73	Q 50,029.73
Cuota patronal IGGS	1	Empleados	Q 5,018.07	Q 5,018.07
Indemnizaciones	1	Empleados	Q 3,919.14	Q 3,919.14
Aguinaldo	1	Empleados	Q 3,919.14	Q 3,919.14
Bono 14	1	Empleados	Q 3,919.14	Q 3,919.14
Vacaciones	1	Empleados	Q 1,959.57	Q 1,959.57
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Porcentaje	Q 143,047.39	Q 143,047.39
Total de gastos de administración y depreciaciones año 8				Q 211,812.20

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 56, 57

Tabla 148
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Gastos de administración del año 9, para el escenario sin proyecto del alumbrado
público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 9	Total Año 9
Sueldos y salarios	1	Empleados	Q 52,135.41	Q 52,135.41
Cuota patronal IGGS	1	Empleados	Q 5,242.75	Q 5,242.75
Indemnizaciones	1	Empleados	Q 4,094.62	Q 4,094.62
Aguinaldo	1	Empleados	Q 4,094.62	Q 4,094.62
Bono 14	1	Empleados	Q 4,094.62	Q 4,094.62
Vacaciones	1	Empleados	Q 2,047.31	Q 2,047.31
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Porcentaje	Q 143,047.39	Q 143,047.39
Total de gastos de administración y depreciaciones año 9				Q 214,756.71

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 56, 57

Tabla 149
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Gastos de administración del año 10, para el escenario sin proyecto del
alumbrado público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 10	Total Año 10
Sueldos y salarios	1	Empleados	Q 54,335.37	Q 54,335.37
Cuota patronal IGGS	1	Empleados	Q 5,477.48	Q 5,477.48
Indemnizaciones	1	Empleados	Q 4,277.95	Q 4,277.95
Aguinaldo	1	Empleados	Q 4,277.95	Q 4,277.95
Bono 14	1	Empleados	Q 4,277.95	Q 4,277.95
Vacaciones	1	Empleados	Q 2,138.97	Q 2,138.97
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Porcentaje	Q 143,047.39	Q 143,047.39
Total de gastos de administración y depreciaciones año 10				Q 217,833.06

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 56, 57

Tabla 150
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 2,
escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
2	Enero	Q1.1315	22498.56	Q 25,457.02
2	Febrero	Q1.1649	10836.00	Q 12,622.50
2	Marzo	Q1.1649	22498.56	Q 26,207.83
2	Abril	Q1.1649	21772.80	Q 25,362.42
2	Mayo	Q1.1899	22498.56	Q 26,771.44
2	Junio	Q1.1899	21772.80	Q 25,907.85
2	Julio	Q1.1899	22498.56	Q 26,771.44
2	Agosto	Q1.1890	22498.56	Q 26,751.65
2	Septiembre	Q1.1890	21772.80	Q 25,888.69
2	Octubre	Q1.1890	22498.56	Q 26,751.65
2	Noviembre	Q1.1906	21772.80	Q 25,921.97
2	Diciembre	Q1.1906	22498.56	Q 26,786.04
Total de costos de operación del año 2				Q 301,200.51

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 21 y 22 y de la figura no. 7 de este documento

Tabla 151
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 3,
escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
3	Enero	Q1.1906	22498.56	Q 26,786.04
3	Febrero	Q1.1856	10836.00	Q 12,846.97
3	Marzo	Q1.1856	22498.56	Q 26,673.90
3	Abril	Q1.1856	21772.80	Q 25,813.45
3	Mayo	Q1.1247	22498.56	Q 25,305.00
3	Junio	Q1.1247	21772.80	Q 24,488.71
3	Julio	Q1.1247	22498.56	Q 25,305.00
3	Agosto	Q1.0902	22498.56	Q 24,527.65
3	Septiembre	Q1.0902	21772.80	Q 23,736.43
3	Octubre	Q1.0902	22498.56	Q 24,527.65
3	Noviembre	Q1.0567	21772.80	Q 23,006.27
3	Diciembre	Q1.0567	22498.56	Q 23,773.15
Total de costos de operación del año 3				Q 286,790.21

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 21 y 22 y de la figura no. 7 de este documento

Tabla 152
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 4,
escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
4	Enero	Q 1.0567	22498.56	Q 23,773.15
4	Febrero	Q 0.9905	21047.04	Q 20,847.40
4	Marzo	Q 0.9905	22498.56	Q 22,285.15
4	Abril	Q 0.9905	21772.80	Q 21,566.27
4	Mayo	Q 0.9616	22498.56	Q 21,635.02
4	Junio	Q 0.9616	21772.80	Q 20,937.11
4	Julio	Q 0.9616	22498.56	Q 21,635.02
4	Agosto	Q 0.9261	22498.56	Q 20,835.15
4	Septiembre	Q 0.9261	21772.80	Q 20,163.05
4	Octubre	Q 0.9261	22498.56	Q 20,835.15
4	Noviembre	Q 0.8702	21772.80	Q 18,946.03
4	Diciembre	Q 0.8702	22498.56	Q 19,577.56
Total de costos de operación del año 4				Q 253,036.07

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 21 y 22 y de la figura no. 7 de este documento.

Tabla 153
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 5,
escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
5	Enero	Q 0.8702	22498.56	Q 19,577.56
5	Febrero	Q 0.8029	10836.00	Q 8,700.45
5	Marzo	Q 0.8029	22498.56	Q 18,064.57
5	Abril	Q 0.8029	21772.80	Q 17,481.84
5	Mayo	Q 0.7337	22498.56	Q 16,506.76
5	Junio	Q 0.7337	21772.80	Q 15,974.28
5	Julio	Q 0.7337	22498.56	Q 16,506.76
5	Agosto	Q 0.6772	22498.56	Q 15,236.74
5	Septiembre	Q 0.6772	21772.80	Q 14,745.23
5	Octubre	Q 0.6772	22498.56	Q 15,236.74
5	Noviembre	Q 0.6385	21772.80	Q 13,902.88
5	Diciembre	Q 0.6385	22498.56	Q 14,366.31
Total de costos de operación del año 5				Q 186,300.14

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 21 y 22 y de la figura no. 7 de este documento

Tabla 154
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 6,
escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
6	Enero	Q0.6385	22498.56	Q 14,366.31
6	Febrero	Q0.6305	10836.00	Q 6,832.57
6	Marzo	Q0.6305	22498.56	Q 14,186.32
6	Abril	Q0.6305	21772.80	Q 13,728.70
6	Mayo	Q0.6270	22498.56	Q 14,106.07
6	Junio	Q0.6270	21772.80	Q 13,651.04
6	Julio	Q0.6270	22498.56	Q 14,106.07
6	Agosto	Q0.6197	22498.56	Q 13,942.23
6	Septiembre	Q0.6197	21772.80	Q 13,492.48
6	Octubre	Q0.6197	22498.56	Q 13,942.23
6	Noviembre	Q0.6149	21772.80	Q 13,388.48
6	Diciembre	Q0.6149	22498.56	Q 13,834.77
Total de costos de operación del año 6				Q 159,577.27

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 21 y 22 y de la figura no. 7 de este documento.

Tabla 155
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 7,
escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
7	Enero	Q0.6149	22498.56	Q 13,834.77
7	Febrero	Q0.6051	10836.00	Q 6,556.70
7	Marzo	Q0.6051	22498.56	Q 13,613.54
7	Abril	Q0.6051	21772.80	Q 13,174.39
7	Mayo	Q0.6247	22498.56	Q 14,055.19
7	Junio	Q0.6247	21772.80	Q 13,601.80
7	Julio	Q0.6247	22498.56	Q 14,055.19
7	Agosto	Q0.6431	22498.56	Q 14,469.72
7	Septiembre	Q0.6431	21772.80	Q 14,002.96
7	Octubre	Q0.6431	22498.56	Q 14,469.72
7	Noviembre	Q0.6570	21772.80	Q 14,304.10
7	Diciembre	Q0.6570	22498.56	Q 14,780.90
Total de costos de operación del año 7				Q 160,918.96

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 21 y 22 y de la figura no. 7 de este documento.

Tabla 156
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 8,
escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
8	Enero	Q0.6570	22498.56	Q 14,780.90
8	Febrero	Q0.6565	21047.04	Q 13,817.07
8	Marzo	Q0.6565	22498.56	Q 14,769.97
8	Abril	Q0.6565	21772.80	Q 14,293.52
8	Mayo	Q0.6573	22498.56	Q 14,788.96
8	Junio	Q0.6573	21772.80	Q 14,311.90
8	Julio	Q0.6573	22498.56	Q 14,788.96
8	Agosto	Q0.6546	22498.56	Q 14,727.04
8	Septiembre	Q0.6546	21772.80	Q 14,251.98
8	Octubre	Q0.6546	22498.56	Q 14,727.04
8	Noviembre	Q0.6210	21772.80	Q 13,520.57
8	Diciembre	Q0.6210	22498.56	Q 13,971.25
Total de costos de operación del año 8				Q 172,749.16

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 21 y 22 y de la figura no. 7 de este documento.

Tabla 157
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 9,
escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
9	Enero	Q0.6210	22498.56	Q 13,971.25
9	Febrero	Q0.6019	10836.00	Q 6,522.28
9	Marzo	Q0.6019	22498.56	Q 13,542.07
9	Abril	Q0.6019	21772.80	Q 13,105.23
9	Mayo	Q0.5834	22498.56	Q 13,125.50
9	Junio	Q0.5834	21772.80	Q 12,702.09
9	Julio	Q0.5834	22498.56	Q 13,125.50
9	Agosto	Q0.5469	22498.56	Q 12,303.95
9	Septiembre	Q0.5469	21772.80	Q 11,907.05
9	Octubre	Q0.5469	22498.56	Q 12,303.95
9	Noviembre	Q0.5309	21772.80	Q 11,559.68
9	Diciembre	Q0.5309	22498.56	Q 11,945.00
Total de costos de operación del año 9				Q 146,113.56

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 21 y 22 y de la figura no. 7 de este documento.

Tabla 158
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 10,
escenario con proyecto no. 1 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
10	Enero	Q0.5309	22498.56	Q 11,945.00
10	Febrero	Q0.5113	10836.00	Q 5,540.39
10	Marzo	Q0.5113	22498.56	Q 11,503.39
10	Abril	Q0.5113	21772.80	Q 11,132.31
10	Mayo	Q0.4804	22498.56	Q 10,809.05
10	Junio	Q0.4804	21772.80	Q 10,460.38
10	Julio	Q0.4804	22498.56	Q 10,809.05
10	Agosto	Q0.4433	22498.56	Q 9,973.71
10	Septiembre	Q0.4433	21772.80	Q 9,651.98
10	Octubre	Q0.4433	22498.56	Q 9,973.71
10	Noviembre	Q0.4051	21772.80	Q 8,819.63
10	Diciembre	Q0.4051	22498.56	Q 9,113.62
Total de costos de operación del año 10				Q 119,732.22

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 21 y 22 y de la figura no. 7 de este documento.

Tabla 159
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración del año 2, para el escenario con proyecto no. 1
del alumbrado público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 2	Total Año 2
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 39,160.95	Q 78,321.91
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 3,858.37	Q 7,716.75
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 3,013.41	Q 6,026.83
Aguinaldo	2	Empleados	Q 3,013.41	Q 6,026.83
Bono 14	2	Empleados	Q 3,013.41	Q 6,026.83
Vacaciones	2	Empleados	Q 1,506.71	Q 3,013.41
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	Q 471,685.99	Q 471,685.99
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	Q 44,000.00	Q 44,000.00
Total de gastos de administración, depreciaciones y amortizaciones año 2				Q 622,818.53

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 64 y 65.

Tabla 160
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración del año 3, para el escenario con proyecto no. 1
del alumbrado público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 3	Total Año 3
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 40,780.00	Q 81,560.00
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 4,031.13	Q 8,062.25
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 3,148.33	Q 6,296.67
Aguinaldo	2	Empleados	Q 3,148.33	Q 6,296.67
Bono 14	2	Empleados	Q 3,148.33	Q 6,296.67
Vacaciones	2	Empleados	Q 1,574.17	Q 3,148.33
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	Q 471,685.99	Q 471,685.99
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	Q 44,000.00	Q 44,000.00
Total de gastos de administración, depreciaciones y amortizaciones año 3				Q 627,346.58

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 64 y 65.

Tabla 161
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración del año 4, para el escenario con proyecto no. 1
del alumbrado público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 4	Total Año 4
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 42,471.54	Q 84,943.08
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 4,211.61	Q 8,423.23
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 3,289.29	Q 6,578.59
Aguinaldo	2	Empleados	Q 3,289.29	Q 6,578.59
Bono 14	2	Empleados	Q 3,289.29	Q 6,578.59
Vacaciones	2	Empleados	Q 1,644.65	Q 3,289.29
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	Q 471,685.99	Q 471,685.99
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	Q 44,000.00	Q 44,000.00
Total de gastos de administración, depreciaciones y amortizaciones año 4				Q 632,077.36

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 64 y 65.

Tabla 162
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración del año 5, para el escenario con proyecto no. 1
del alumbrado público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 5	Total Año 5
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 44,238.81	Q 88,477.63
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 4,400.18	Q 8,800.36
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 3,436.57	Q 6,873.14
Aguinaldo	2	Empleados	Q 3,436.57	Q 6,873.14
Bono 14	2	Empleados	Q 3,436.57	Q 6,873.14
Vacaciones	2	Empleados	Q 1,718.28	Q 3,436.57
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	Q 471,685.99	Q 471,685.99
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	Q 44,000.00	Q 44,000.00
Total de gastos de administración, depreciaciones y amortizaciones año 5				Q 637,019.95

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 64 y 65.

Tabla 163
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración del año 6, para el escenario con proyecto no. 1
del alumbrado público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 6	Total Año 6
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 46,085.21	Q 92,170.43
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 4,597.19	Q 9,194.38
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 3,590.43	Q 7,180.87
Aguinaldo	2	Empleados	Q 3,590.43	Q 7,180.87
Bono 14	2	Empleados	Q 3,590.43	Q 7,180.87
Vacaciones	2	Empleados	Q 1,795.22	Q 3,590.43
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	-	Q -
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	-	Q -
Total de gastos de administración, depreciaciones y amortizaciones año 6				Q 126,497.86

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 64 y 65

Tabla 164
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración del año 7, para el escenario con proyecto no. 1
del alumbrado público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 7	Total Año 7
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 48,014.29	Q 96,028.57
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 4,803.02	Q 9,606.05
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 3,751.19	Q 7,502.38
Aguinaldo	2	Empleados	Q 3,751.19	Q 7,502.38
Bono 14	2	Empleados	Q 3,751.19	Q 7,502.38
Vacaciones	2	Empleados	Q 1,875.60	Q 3,751.19
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	-	Q -
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	-	Q -
Total de gastos de administración y depreciaciones año 7				Q 131,892.95

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 64 y 65

Tabla 165
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración del año 8, para el escenario con proyecto no. 1
del alumbrado público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 8	Total Año 8
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 50,029.73	Q 100,059.45
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 5,018.07	Q 10,036.14
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 3,919.14	Q 7,838.29
Aguinaldo	2	Empleados	Q 3,919.14	Q 7,838.29
Bono 14	2	Empleados	Q 3,919.14	Q 7,838.29
Vacaciones	2	Empleados	Q 1,959.57	Q 3,919.14
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	-	Q -
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	-	Q -
Total de gastos de administración y depreciaciones año 8				Q 137,529.61

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 64 y 65.

Tabla 166
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración del año 9, para el escenario con proyecto no. 1
del alumbrado público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 9	Total Año 9
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 52,135.41	Q 104,270.81
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 5,242.75	Q 10,485.50
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 4,094.62	Q 8,189.23
Aguinaldo	2	Empleados	Q 4,094.62	Q 8,189.23
Bono 14	2	Empleados	Q 4,094.62	Q 8,189.23
Vacaciones	2	Empleados	Q 2,047.31	Q 4,094.62
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	Q -	Q -
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	Q -	Q -
Total de gastos de administración y depreciaciones año 9				Q 143,418.63

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 64 y 65.

Tabla 167
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración del año 10, para el escenario con proyecto no.
1 del alumbrado público del Municipio

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 10	Total Año 10
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 54,335.37	Q 108,670.73
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 5,477.48	Q 10,954.97
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 4,277.95	Q 8,555.89
Aguinaldo	2	Empleados	Q 4,277.95	Q 8,555.89
Bono 14	2	Empleados	Q 4,277.95	Q 8,555.89
Vacaciones	2	Empleados	Q 2,138.97	Q 4,277.95
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	Q -	Q -
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	Q -	Q -
Total de gastos de administración y depreciaciones año 10				Q 149,571.33

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 64 y 65

Tabla 168
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 2,
escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
2	Enero	Q1.1315	Q 20,437.87	Q 23,125.36
2	Febrero	Q1.1649	Q 18,460.01	Q 21,503.46
2	Marzo	Q1.1649	Q 20,437.87	Q 23,807.40
2	Abril	Q1.1649	Q 19,778.58	Q 23,039.42
2	Mayo	Q1.1899	Q 20,437.87	Q 24,319.39
2	Junio	Q1.1899	Q 19,778.58	Q 23,534.89
2	Julio	Q1.1899	Q 20,437.87	Q 24,319.39
2	Agosto	Q1.1890	Q 20,437.87	Q 24,301.41
2	Septiembre	Q1.1890	Q 19,778.58	Q 23,517.49
2	Octubre	Q1.1890	Q 20,437.87	Q 24,301.41
2	Noviembre	Q1.1906	Q 19,778.58	Q 23,547.72
2	Diciembre	Q1.1906	Q 20,437.87	Q 24,332.65
Total de costos de operación del año 2				Q 283,649.95

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 27 y 28 y de la figura no. 7 de este documento.

Tabla 169
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 3,
escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
3	Enero	Q1.1906	Q 20,437.87	Q 24,332.65
3	Febrero	Q1.1856	Q 18,460.01	Q 21,885.86
3	Marzo	Q1.1856	Q 20,437.87	Q 24,230.78
3	Abril	Q1.1856	Q 19,778.58	Q 23,449.14
3	Mayo	Q1.1247	Q 20,437.87	Q 22,987.26
3	Junio	Q1.1247	Q 19,778.58	Q 22,245.73
3	Julio	Q1.1247	Q 20,437.87	Q 22,987.26
3	Agosto	Q1.0902	Q 20,437.87	Q 22,281.10
3	Septiembre	Q1.0902	Q 19,778.58	Q 21,562.36
3	Octubre	Q1.0902	Q 20,437.87	Q 22,281.10
3	Noviembre	Q1.0567	Q 19,778.58	Q 20,899.08
3	Diciembre	Q1.0567	Q 20,437.87	Q 21,595.71
Total de costos de operación del año 3				Q 270,738.02

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 27 y 28 y de la figura no. 7 de este documento.

Tabla 170
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 4,
escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
4	Enero	Q1.0567	Q 20,437.87	Q 21,595.71
4	Febrero	Q0.9905	Q 19,119.29	Q 18,937.94
4	Marzo	Q0.9905	Q 20,437.87	Q 20,244.00
4	Abril	Q0.9905	Q 19,778.58	Q 19,590.97
4	Mayo	Q0.9616	Q 20,437.87	Q 19,653.42
4	Junio	Q0.9616	Q 19,778.58	Q 19,019.44
4	Julio	Q0.9616	Q 20,437.87	Q 19,653.42
4	Agosto	Q0.9261	Q 20,437.87	Q 18,926.82
4	Septiembre	Q0.9261	Q 19,778.58	Q 18,316.27
4	Octubre	Q0.9261	Q 20,437.87	Q 18,926.82
4	Noviembre	Q0.8702	Q 19,778.58	Q 17,210.72
4	Diciembre	Q0.8702	Q 20,437.87	Q 17,784.41
Total de costos de operación del año 4				Q 229,859.93

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 27 y 28 y de la figura no. 7 de este documento.

Tabla 171
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 5,
escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
5	Enero	Q0.8702	Q 20,437.87	Q 17,784.41
5	Febrero	Q0.8029	Q 18,460.01	Q 14,821.93
5	Marzo	Q0.8029	Q 20,437.87	Q 16,409.99
5	Abril	Q0.8029	Q 19,778.58	Q 15,880.64
5	Mayo	Q0.7337	Q 20,437.87	Q 14,994.87
5	Junio	Q0.7337	Q 19,778.58	Q 14,511.16
5	Julio	Q0.7337	Q 20,437.87	Q 14,994.87
5	Agosto	Q0.6772	Q 20,437.87	Q 13,841.17
5	Septiembre	Q0.6772	Q 19,778.58	Q 13,394.68
5	Octubre	Q0.6772	Q 20,437.87	Q 13,841.17
5	Noviembre	Q0.6385	Q 19,778.58	Q 12,629.49
5	Diciembre	Q0.6385	Q 20,437.87	Q 13,050.47
Total de costos de operación del año 5				Q 176,154.86

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 27 y 28 y de la figura no. 7 de este documento.

Tabla 172
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 6,
escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
6	Enero	Q0.6385	Q 20,437.87	Q 13,050.47
6	Febrero	Q0.6305	Q 18,460.01	Q 11,639.84
6	Marzo	Q0.6305	Q 20,437.87	Q 12,886.96
6	Abril	Q0.6305	Q 19,778.58	Q 12,471.25
6	Mayo	Q0.6270	Q 20,437.87	Q 12,814.07
6	Junio	Q0.6270	Q 19,778.58	Q 12,400.71
6	Julio	Q0.6270	Q 20,437.87	Q 12,814.07
6	Agosto	Q0.6197	Q 20,437.87	Q 12,665.23
6	Septiembre	Q0.6197	Q 19,778.58	Q 12,256.67
6	Octubre	Q0.6197	Q 20,437.87	Q 12,665.23
6	Noviembre	Q0.6149	Q 19,778.58	Q 12,162.20
6	Diciembre	Q0.6149	Q 20,437.87	Q 12,567.61
Total de costos de operación del año 6				Q 150,394.31

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 27 y 28 y de la figura no. 7 de este documento.

Tabla 173
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 7,
escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
7	Enero	Q0.6149	Q 20,437.87	Q 12,567.61
7	Febrero	Q0.6051	Q 18,460.01	Q 11,169.87
7	Marzo	Q0.6051	Q 20,437.87	Q 12,366.64
7	Abril	Q0.6051	Q 19,778.58	Q 11,967.72
7	Mayo	Q0.6247	Q 20,437.87	Q 12,767.84
7	Junio	Q0.6247	Q 19,778.58	Q 12,355.98
7	Julio	Q0.6247	Q 20,437.87	Q 12,767.84
7	Agosto	Q0.6431	Q 20,437.87	Q 13,144.41
7	Septiembre	Q0.6431	Q 19,778.58	Q 12,720.39
7	Octubre	Q0.6431	Q 20,437.87	Q 13,144.41
7	Noviembre	Q0.6570	Q 19,778.58	Q 12,993.95
7	Diciembre	Q0.6570	Q 20,437.87	Q 13,427.08
Total de costos de operación del año 7				Q 151,393.74

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 27 y 28 y de la figura no. 7 de este documento.

Tabla 174
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 8,
escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
8	Enero	Q0.6570	Q 20,437.87	Q 13,427.08
8	Febrero	Q0.6565	Q 19,119.29	Q 12,551.53
8	Marzo	Q0.6565	Q 20,437.87	Q 13,417.16
8	Abril	Q0.6565	Q 19,778.58	Q 12,984.34
8	Mayo	Q0.6573	Q 20,437.87	Q 13,434.40
8	Junio	Q0.6573	Q 19,778.58	Q 13,001.04
8	Julio	Q0.6573	Q 20,437.87	Q 13,434.40
8	Agosto	Q0.6546	Q 20,437.87	Q 13,378.16
8	Septiembre	Q0.6546	Q 19,778.58	Q 12,946.61
8	Octubre	Q0.6546	Q 20,437.87	Q 13,378.16
8	Noviembre	Q0.6210	Q 19,778.58	Q 12,282.19
8	Diciembre	Q0.6210	Q 20,437.87	Q 12,691.60
Total de costos de operación del año 8				Q 156,926.67

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 27 y 28 y de la figura no. 7 de este documento.

Tabla 175
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 9,
escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
9	Enero	Q0.6210	Q 20,437.87	Q 12,691.60
9	Febrero	Q0.6019	Q 18,460.01	Q 11,111.23
9	Marzo	Q0.6019	Q 20,437.87	Q 12,301.72
9	Abril	Q0.6019	Q 19,778.58	Q 11,904.89
9	Mayo	Q0.5834	Q 20,437.87	Q 11,923.30
9	Junio	Q0.5834	Q 19,778.58	Q 11,538.68
9	Julio	Q0.5834	Q 20,437.87	Q 11,923.30
9	Agosto	Q0.5469	Q 20,437.87	Q 11,177.01
9	Septiembre	Q0.5469	Q 19,778.58	Q 10,816.46
9	Octubre	Q0.5469	Q 20,437.87	Q 11,177.01
9	Noviembre	Q0.5309	Q 19,778.58	Q 10,500.90
9	Diciembre	Q0.5309	Q 20,437.87	Q 10,850.93
Total de costos de operación del año 9				Q 137,917.03

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 27 y 28 y de la figura no. 7 de este documento.

Tabla 176
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Tarifa de alumbrado público en Q/KWH, Consumo del sistema del año 10,
escenario con proyecto no. 2 y total de costos de operación en Q

Año	Mes	Tarifa	Consumo	Costos de operación
10	Enero	Q0.5309	Q 20,437.87	Q 10,850.93
10	Febrero	Q0.5113	Q 18,460.01	Q 9,438.50
10	Marzo	Q0.5113	Q 20,437.87	Q 10,449.77
10	Abril	Q0.5113	Q 19,778.58	Q 10,112.68
10	Mayo	Q0.4804	Q 20,437.87	Q 9,819.03
10	Junio	Q0.4804	Q 19,778.58	Q 9,502.29
10	Julio	Q0.4804	Q 20,437.87	Q 9,819.03
10	Agosto	Q0.4433	Q 20,437.87	Q 9,060.19
10	Septiembre	Q0.4433	Q 19,778.58	Q 8,767.93
10	Octubre	Q0.4433	Q 20,437.87	Q 9,060.19
10	Noviembre	Q0.4051	Q 19,778.58	Q 8,011.82
10	Diciembre	Q0.4051	Q 20,437.87	Q 8,278.88
Total de costos de operación del año 10				Q 113,171.25

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 27 y 28 y de la figura no. 7 de este documento.

Tabla 177
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración y depreciaciones del año 2, para el escenario
con proyecto no. 2 del sistema

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 2	Total Año 2
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 39,160.95	Q 78,321.91
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 3,858.37	Q 7,716.75
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 3,013.41	Q 6,026.83
Aguinaldo	2	Empleados	Q 3,013.41	Q 6,026.83
Bono 14	2	Empleados	Q 3,013.41	Q 6,026.83
Vacaciones	2	Empleados	Q 1,506.71	Q 3,013.41
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	Q 1,552,351.61	Q 1,552,351.61
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	Q 44,000.00	Q 44,000.00
Total de gastos de administración y depreciaciones año 2				Q 1,703,484.15

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 65 y 73 de este documento.

Tabla 178
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración y depreciaciones del año 3, para el escenario
con proyecto no. 2 del sistema

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 3	Total Año 3
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 40,780.00	Q 81,560.00
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 4,031.13	Q 8,062.25
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 3,148.33	Q 6,296.67
Aguinaldo	2	Empleados	Q 3,148.33	Q 6,296.67
Bono 14	2	Empleados	Q 3,148.33	Q 6,296.67
Vacaciones	2	Empleados	Q 1,574.17	Q 3,148.33
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	Q 1,552,351.61	Q 1,552,351.61
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	Q 44,000.00	Q 44,000.00
Total de gastos de administración y depreciaciones año 3				Q 1,708,012.20

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 65 y 73 de este documento.

Tabla 179
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración y depreciaciones del año 4, para el escenario
con proyecto no. 2 del sistema

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 4	Total Año 4
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 42,471.54	Q 84,943.08
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 4,211.61	Q 8,423.23
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 3,289.29	Q 6,578.59
Aguinaldo	2	Empleados	Q 3,289.29	Q 6,578.59
Bono 14	2	Empleados	Q 3,289.29	Q 6,578.59
Vacaciones	2	Empleados	Q 1,644.65	Q 3,289.29
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	Q 1,552,351.61	Q 1,552,351.61
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	Q 44,000.00	Q 44,000.00
Total de gastos de administración y depreciaciones año 4				Q 1,712,742.98

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 65 y 73 de este documento.

Tabla 180
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración y depreciaciones del año 5, para el escenario
con proyecto no. 2 del sistema

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 5	Total Año 5
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 44,238.81	Q 88,477.63
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 4,400.18	Q 8,800.36
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 3,436.57	Q 6,873.14
Aguinaldo	2	Empleados	Q 3,436.57	Q 6,873.14
Bono 14	2	Empleados	Q 3,436.57	Q 6,873.14
Vacaciones	2	Empleados	Q 1,718.28	Q 3,436.57
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	Q 1,552,351.61	Q 1,552,351.61
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	Q 44,000.00	Q 44,000.00
Total de gastos de administración y depreciaciones año 5				Q 1,717,685.58

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 65 y 73 de este documento.

Tabla 181
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración y depreciaciones del año 6, para el escenario
con proyecto no. 2 del sistema

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 6	Total Año 6
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 46,085.21	Q 92,170.43
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 4,597.19	Q 9,194.38
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 3,590.43	Q 7,180.87
Aguinaldo	2	Empleados	Q 3,590.43	Q 7,180.87
Bono 14	2	Empleados	Q 3,590.43	Q 7,180.87
Vacaciones	2	Empleados	Q 1,795.22	Q 3,590.43
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	Q -	Q -
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	Q -	Q -
Total de gastos de administración y depreciaciones año 6				Q 126,497.86

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 65 y 73 de este documento.

Tabla 182
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración y depreciaciones del año 7, para el escenario
con proyecto no. 2 del sistema

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 7	Total Año 7
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 48,014.29	Q 96,028.57
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 4,803.02	Q 9,606.05
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 3,751.19	Q 7,502.38
Aguinaldo	2	Empleados	Q 3,751.19	Q 7,502.38
Bono 14	2	Empleados	Q 3,751.19	Q 7,502.38
Vacaciones	2	Empleados	Q 1,875.60	Q 3,751.19
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	Q -	Q -
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	Q -	Q -
Total de gastos de administración y depreciaciones año 7				Q 131,892.95

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 65 y 73 de este documento.

Tabla 183
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración y depreciaciones del año 8, para el escenario
con proyecto no. 2 del sistema

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 8	Total Año 8
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 50,029.73	Q 100,059.45
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 5,018.07	Q 10,036.14
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 3,919.14	Q 7,838.29
Aguinaldo	2	Empleados	Q 3,919.14	Q 7,838.29
Bono 14	2	Empleados	Q 3,919.14	Q 7,838.29
Vacaciones	2	Empleados	Q 1,959.57	Q 3,919.14
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	Q -	Q -
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	Q -	Q -
Total de gastos de administración y depreciaciones año 8				Q 137,529.61

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 65 y 73 de este documento.

Tabla 184
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración y depreciaciones del año 9, para el escenario
con proyecto no. 2 del sistema

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 9	Total Año 9
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 52,135.41	Q 104,270.81
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 5,242.75	Q 10,485.50
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 4,094.62	Q 8,189.23
Aguinaldo	2	Empleados	Q 4,094.62	Q 8,189.23
Bono 14	2	Empleados	Q 4,094.62	Q 8,189.23
Vacaciones	2	Empleados	Q 2,047.31	Q 4,094.62
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	Q -	Q -
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	Q -	Q -
Total de gastos de administración y depreciaciones año 9				Q 143,418.63

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 65 y 73 de este documento.

Tabla 185
Proyecto de factibilidad de alumbrado público led de San Miguel Dueñas,
departamento de Sacatepéquez
Total de gastos de administración y depreciaciones del año 10, para el escenario
con proyecto no. 2 del sistema

Gastos de Administración y depreciaciones	Cantidad	Unidades	Costo Unitario Año 10	Total Año 10
Sueldos y salarios	2	Empleados	Q 54,335.37	Q 108,670.73
Cuota patronal IGGS	2	Empleados	Q 5,477.48	Q 10,954.97
Indemnizaciones	2	Empleados	Q 4,277.95	Q 8,555.89
Aguinaldo	2	Empleados	Q 4,277.95	Q 8,555.89
Bono 14	2	Empleados	Q 4,277.95	Q 8,555.89
Vacaciones	2	Empleados	Q 2,138.97	Q 4,277.95
Depreciaciones de mobiliario y equipo	1	Unidad	Q -	Q -
Amortizaciones de activos intangibles	1	Unidad	Q -	Q -
Total de gastos de administración y depreciaciones año 10				Q 149,571.33

Fuente: elaboración propia, en base a información de las tablas 49, 65 y 73 de este documento.

A continuación, se muestran el estado de resultados del escenario sin proyecto, escenario con proyecto no. 1 y escenario con proyecto no. 2 de los años 1 al 10. También, se muestran el presupuesto de caja de los tres escenarios y el balance general de los tres escenarios de los años 1 al 10.

Municipalidad de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez
Estado de resultados proyectado del sistema de alumbrado público
Años 1 al 10

Valores expresados en Quetzales

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ventas de servicio	1,078,617.42	1,202,406.77	1,364,916.69	1,295,954.66	1,076,775.39	957,825.28	986,850.46	1,139,614.12	1,173,479.75	1,039,345.32
(-) Costos directos de la operación del alumbrado	608,426.10	642,517.57	613,269.75	520,673.60	399,022.07	340,669.84	342,933.74	355,466.82	312,406.58	256,352.99
Consumo de energía	608,426.10	642,517.57	613,269.75	520,673.60	399,022.07	340,669.84	342,933.74	355,466.82	312,406.58	256,352.99
Utilidad bruta	470,191.32	559,889.20	751,646.94	775,281.06	677,753.32	617,155.44	643,916.71	784,147.31	861,073.17	782,992.33
(-) Gastos de operación	241,607.94	243,624.99	245,889.02	248,254.41	250,725.70	206,296.32	262,773.55	265,591.88	268,536.39	271,612.74
Gastos de administración	187,828.26	189,845.31	192,109.34	194,474.73	196,946.02	206,296.32	208,993.87	211,812.20	214,756.71	217,833.06
Sueldos y salarios	37,718.52	39,160.95	40,780.00	42,471.54	44,238.81	46,085.21	48,014.29	50,029.73	52,135.41	54,335.37
Cuota patronal IGGS	3,704.47	3,858.37	4,031.13	4,211.61	4,400.18	4,597.19	4,803.02	5,018.07	5,242.75	5,477.48
Indemnizaciones	2,893.21	3,013.41	3,148.33	3,289.29	3,436.57	3,590.43	3,751.19	3,919.14	4,094.62	4,277.95
Aguinaldo	2,893.21	3,013.41	3,148.33	3,289.29	3,436.57	3,590.43	3,751.19	3,919.14	4,094.62	4,277.95
Bono 14	2,893.21	3,013.41	3,148.33	3,289.29	3,436.57	3,590.43	3,751.19	3,919.14	4,094.62	4,277.95
Vacaciones	1,446.61	1,506.71	1,574.17	1,644.65	1,718.28	1,795.22	1,875.60	1,959.57	2,047.31	2,138.97
Depreciaciones de mobiliario y equipo	136,279.04	136,279.04	136,279.04	136,279.04	136,279.04	143,047.39	143,047.39	143,047.39	143,047.39	143,047.39
Otros gastos de operación	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68	-	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68
Repuestos	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68	-	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68
Utilidades antes de intereses e impuestos (UAI)	228,583.38	316,264.21	505,757.93	527,026.65	427,027.62	410,859.12	381,143.16	518,555.43	592,536.78	511,379.59
(-) Productos y gastos financieros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Intereses	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utilidad antes de impuestos (UAI)	228,583.38	316,264.21	505,757.93	527,026.65	427,027.62	410,859.12	381,143.16	518,555.43	592,536.78	511,379.59
Impuestos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Utilidad neta del ejercicio	228,583.38	316,264.21	505,757.93	527,026.65	427,027.62	410,859.12	381,143.16	518,555.43	592,536.78	511,379.59

Municipalidad de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez
 Estado de resultados proyectado del sistema de alumbrado público escenario con proyecto no. 1
 Años 1 al 10
 Valores expresados en Quetzales

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ventas de servicio	Q 1,078,617.42	Q 1,202,406.77	Q 1,364,916.69	Q 1,295,954.66	Q 1,076,775.39	Q 957,825.28	Q 986,850.46	Q 1,139,614.12	Q 1,173,479.75	Q 1,039,345.32
(-) Costos directos de la operación del alumbrado público	Q 285,035.59	Q 301,200.51	Q 286,790.21	Q 253,036.07	Q 186,300.14	Q 159,577.27	Q 160,918.96	Q 172,749.16	Q 146,113.56	Q 119,732.22
Consumo de energía	Q 285,035.59	Q 301,200.51	Q 286,790.21	Q 253,036.07	Q 186,300.14	Q 159,577.27	Q 160,918.96	Q 172,749.16	Q 146,113.56	Q 119,732.22
Utilidad bruta	Q 793,581.83	Q 901,206.26	Q 1,078,126.48	Q 1,042,918.59	Q 890,475.26	Q 798,248.01	Q 825,931.49	Q 966,864.96	Q 1,027,366.20	Q 919,613.10
(-) Gastos de operación	Q 618,784.43	Q 622,818.53	Q 627,346.58	Q 632,077.36	Q 637,019.95	Q 224,282.86	Q 229,677.95	Q 235,314.61	Q 241,203.63	Q 247,356.33
Gastos de administración	Q 75,437.04	Q 78,321.91	Q 81,560.00	Q 84,943.08	Q 88,477.63	Q 92,170.43	Q 96,028.57	Q 100,059.45	Q 104,270.81	Q 108,670.73
Sueldos y salarios	Q 7,408.93	Q 7,716.75	Q 8,062.25	Q 8,423.23	Q 8,800.36	Q 9,194.38	Q 9,606.05	Q 10,036.14	Q 10,485.50	Q 10,964.97
Cuota patronal IGGS	Q 5,786.42	Q 6,026.83	Q 6,296.67	Q 6,578.59	Q 6,873.14	Q 7,180.87	Q 7,502.38	Q 7,838.29	Q 8,189.23	Q 8,555.89
Indemnizaciones	Q 5,786.42	Q 6,026.83	Q 6,296.67	Q 6,578.59	Q 6,873.14	Q 7,180.87	Q 7,502.38	Q 7,838.29	Q 8,189.23	Q 8,555.89
Aguinaldo	Q 5,786.42	Q 6,026.83	Q 6,296.67	Q 6,578.59	Q 6,873.14	Q 7,180.87	Q 7,502.38	Q 7,838.29	Q 8,189.23	Q 8,555.89
Bono 14	Q 2,893.21	Q 3,013.41	Q 3,148.33	Q 3,289.29	Q 3,436.57	Q 3,590.43	Q 3,751.19	Q 3,919.14	Q 4,094.62	Q 4,277.95
Vacaciones	Q 471,685.99	Q 471,685.99	Q 471,685.99	Q 471,685.99	Q 471,685.99	Q 471,685.99	Q 471,685.99	Q 471,685.99	Q 471,685.99	Q 471,685.99
Depreciaciones de mobiliario y equipo	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00
Amortizaciones de activos intangibles	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00
Otros gastos de operación	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
Repuestos	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
Utilidades antes de intereses e impuestos (UAI)	Q 174,797.40	Q 278,387.73	Q 450,779.91	Q 410,841.23	Q 253,455.30	Q 573,965.16	Q 596,253.54	Q 731,550.36	Q 786,162.57	Q 672,256.77
(-) Productos y gastos financieros	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
Intereses	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
Utilidad antes de impuestos (UI)	Q 174,797.40	Q 278,387.73	Q 450,779.91	Q 410,841.23	Q 253,455.30	Q 573,965.16	Q 596,253.54	Q 731,550.36	Q 786,162.57	Q 672,256.77
Impuestos	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
Utilidad neta del ejercicio	Q 174,797.40	Q 278,387.73	Q 450,779.91	Q 410,841.23	Q 253,455.30	Q 573,965.16	Q 596,253.54	Q 731,550.36	Q 786,162.57	Q 672,256.77

Municipalidad de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez										
Estado de resultados proyectado del sistema de alumbrado público escenario con proyecto no. 2										
Años 1 al 10										
Valores expresados en Quetzales										
Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ventas de servicio	Q 1,078,617.42	Q 1,202,406.77	Q 1,364,916.69	Q 1,295,954.66	Q 1,076,775.39	Q 957,825.28	Q 986,850.46	Q 1,139,614.12	Q 1,173,479.75	Q 1,039,345.32
(-) Costos directos de la operación del alumbrado público	Q 268,599.71	Q 283,649.95	Q 270,738.02	Q 229,859.93	Q 176,154.86	Q 150,394.31	Q 151,393.74	Q 156,926.67	Q 137,917.03	Q 113,171.25
Consumo de energía	Q 268,599.71	Q 283,649.95	Q 270,738.02	Q 229,859.93	Q 176,154.86	Q 150,394.31	Q 151,393.74	Q 156,926.67	Q 137,917.03	Q 113,171.25
Utilidad bruta	Q 810,017.71	Q 918,756.82	Q 1,094,178.67	Q 1,066,094.73	Q 900,620.54	Q 807,430.98	Q 835,456.71	Q 982,687.45	Q 1,035,562.72	Q 926,174.07
(-) Gastos de operación	Q 1,699,450.05	Q 1,703,484.15	Q 1,708,012.20	Q 1,712,742.98	Q 1,717,685.58	Q 206,430.36	Q 131,892.95	Q 217,462.11	Q 223,351.13	Q 229,503.83
Gastos de administración	Q 75,437.04	Q 78,321.91	Q 81,560.00	Q 84,943.08	Q 88,477.63	Q 92,170.43	Q 96,028.57	Q 100,059.45	Q 104,270.81	Q 108,670.73
Sueldos y salarios	Q 7,408.93	Q 7,716.75	Q 8,062.25	Q 8,423.23	Q 8,800.36	Q 9,194.38	Q 9,606.05	Q 10,036.14	Q 10,485.50	Q 10,954.97
Cuota patronal IGSS	Q 5,786.42	Q 6,026.83	Q 6,296.67	Q 6,578.59	Q 6,873.14	Q 7,180.87	Q 7,502.38	Q 7,838.29	Q 8,189.23	Q 8,555.89
Indemnizaciones	Q 5,786.42	Q 6,026.83	Q 6,296.67	Q 6,578.59	Q 6,873.14	Q 7,180.87	Q 7,502.38	Q 7,838.29	Q 8,189.23	Q 8,555.89
Aguinaldo	Q 5,786.42	Q 6,026.83	Q 6,296.67	Q 6,578.59	Q 6,873.14	Q 7,180.87	Q 7,502.38	Q 7,838.29	Q 8,189.23	Q 8,555.89
Bono 14	Q 2,893.21	Q 3,013.41	Q 3,148.33	Q 3,289.29	Q 3,436.57	Q 3,590.43	Q 3,751.19	Q 3,919.14	Q 4,094.62	Q 4,277.95
Vacaciones	Q 1,552,351.61	Q 1,552,351.61	Q 1,552,351.61	Q 1,552,351.61	Q 1,552,351.61	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
Depreciaciones de mobiliario y equipo	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q 44,000.00	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
Amortizaciones de activos intangibles	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
Otros gastos de operación	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
Repuestos	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
Utilidades antes de intereses e impuestos (UAI)	-Q 889,432.35	-Q 784,727.34	-Q 613,833.53	-Q 646,648.25	-Q 817,065.04	Q 601,000.62	Q 623,631.26	Q 765,225.34	Q 812,211.59	Q 696,670.25
Intereses	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
Productos y gastos financieros	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
Utilidad antes de impuestos (UAI)	-Q 889,432.35	-Q 784,727.34	-Q 613,833.53	-Q 646,648.25	-Q 817,065.04	Q 601,000.62	Q 623,631.26	Q 765,225.34	Q 812,211.59	Q 696,670.25
Impuestos	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
Utilidad neta del ejercicio	Q (889,432.35)	Q (784,727.34)	Q (613,833.53)	Q (646,648.25)	Q (817,065.04)	Q 601,000.62	Q 623,631.26	Q 765,225.34	Q 812,211.59	Q 696,670.25

Municipalidad de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez
 Presupuesto de caja proyectado para el sistema de alumbrado público
 Años 1 al 10

(Valores expresados en Quetzales)

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Saldo Anterior	-	395,004.70	834,328.14	1,465,845.19	2,131,097.26	2,704,088.56	2,546,318.79	3,053,463.25	3,710,010.55	4,446,794.59
(+) Ingresos										
Ventas	987,081.98	1,188,452.24	1,360,596.41	1,306,534.31	1,097,183.25	962,479.74	977,857.50	1,126,224.61	1,178,849.04	1,057,293.37
Inversión propia	750,699.89	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de Ingresos	1,737,771.86	1,188,452.24	1,360,596.41	1,306,534.31	1,097,183.25	962,479.74	977,857.50	1,126,224.61	1,178,849.04	1,057,293.37
(-) Egresos										
Inversión fija	681,395.21	-	-	-	-	715,236.97	-	-	-	-
Costos de operación por consumo de energía	558,043.08	639,782.84	619,469.39	529,306.88	409,745.29	341,763.61	340,986.88	357,132.83	316,576.01	282,179.15
Sueldos y prestaciones de empleados	51,549.22	53,566.27	55,830.29	58,195.69	60,666.98	63,248.93	66,946.48	68,784.80	71,709.32	74,785.68
Gastos de operación adicionales	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68	-	53,779.68	53,779.68	53,779.68	53,779.68
Intereses	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Impuestos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de egresos	1,342,767.17	747,128.79	729,079.36	641,282.24	524,191.95	1,120,249.51	460,713.04	479,677.31	442,065.00	390,744.49
Saldo para el siguiente año	395,004.70	834,328.14	1,465,845.19	2,131,097.26	2,704,088.56	2,546,318.79	3,053,463.25	3,710,010.55	4,446,794.59	5,113,343.47

Municipalidad de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez										
Presupuesto de caja proyectado para el sistema de alumbrado público del escenario con proyecto no. 1										
Años 1 al 10										
(Valores expresados en Quetzales)										
Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Saldo Anterior	-	661,150.94	1,440,599.15	2,399,731.87	3,332,643.15	4,116,981.04	4,695,069.11	5,283,275.83	6,000,627.02	6,790,132.63
(+) Ingresos										
Ventas	987,081.98	1,186,452.24	1,360,596.41	1,306,534.31	1,097,183.25	962,479.74	977,857.50	1,126,224.61	1,178,849.04	1,057,293.37
Inversión propia	2,615,175.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de Ingresos	3,602,257.88	1,186,452.24	1,360,596.41	1,306,534.31	1,097,183.25	962,479.74	977,857.50	1,126,224.61	1,178,849.04	1,057,293.37
(-) Egresos										
Inversión fija y de amortizables	2,578,429.94	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costos de operación por consumo de energía	259,578.57	299,871.49	289,803.10	257,231.66	191,511.39	160,108.82	159,972.83	173,558.81	148,139.80	122,563.61
Sueldos y prestaciones de empleados	103,098.44	107,132.54	111,660.59	116,391.37	121,333.97	126,497.86	131,892.95	137,529.61	143,418.63	149,571.33
Gastos de operación adicionales	-	-	-	-	-	97,785.00	97,785.00	97,785.00	97,785.00	97,785.00
Intereses	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Impuestos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de egresos	2,941,106.94	407,004.03	401,463.69	373,623.03	312,845.35	384,391.67	389,650.78	408,873.41	389,343.43	369,919.93
Saldo para el siguiente año	661,150.94	1,440,599.15	2,399,731.87	3,332,643.15	4,116,981.04	4,695,069.11	5,283,275.83	6,000,627.02	6,790,132.63	7,477,506.07

Municipalidad de San Miguel Duerias, departamento de Sacatepéquez										
Presupuesto de caja proyectado para el sistema de alumbrado público del escenario con proyecto no. 2										
Años 1 al 10										
(Valores expresados en Quetzales)										
Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Saldo Anterior	-	672,564.02	1,469,441.06	2,444,901.93	3,401,373.64	4,196,334.12	4,801,506.34	5,417,004.12	6,168,104.46	6,983,844.68
(+) Ingresos										
Ventas	987,081.98	1,186,452.24	1,360,596.41	1,306,534.31	1,097,183.25	962,479.74	977,857.50	1,126,224.61	1,178,849.04	1,057,293.37
Inversión propia	8,015,812.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de Ingresos	9,002,894.88	1,186,452.24	1,360,596.41	1,306,534.31	1,097,183.25	962,479.74	977,857.50	1,126,224.61	1,178,849.04	1,057,293.37
(-) Egresos										
Inversión fija y de amortizables	7,981,758.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costos de operación por consumo de energía	245,474.36	282,442.66	273,474.95	233,671.23	180,888.80	150,877.17	150,534.27	157,662.16	139,757.69	115,743.30
Sueldos y prestaciones de empleados	103,098.44	107,132.54	111,660.59	116,391.37	121,333.97	126,497.86	131,892.95	137,529.61	143,418.63	149,571.33
Gastos de operación adicionales	-	-	-	-	-	79,932.50	79,932.50	79,932.50	79,932.50	79,932.50
Intereses	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Impuestos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de egresos	8,330,330.85	389,575.20	385,135.54	350,062.60	302,222.76	357,307.52	362,359.72	375,124.27	363,108.82	345,247.13
Saldo para el siguiente año	672,564.02	1,469,441.06	2,444,901.93	3,401,373.64	4,196,334.12	4,801,506.34	5,417,004.12	6,168,104.46	6,983,844.68	7,695,890.93

Municipalidad de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez										
Balance General proyectado del sistema de alumbrado público										
Años 1 al 5										
Concepto	(Valores expresados en Quetzales)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activos Circulante										
Caja y Bancos	395,004.70	834,328.14	1,465,845.19	2,131,097.26	2,704,088.56	2,546,318.79	3,063,463.25	3,710,010.55	4,446,794.59	5,113,343.47
Cuentas por cobrar	91,535.44	107,489.97	111,810.25	101,230.61	80,822.75	76,168.29	85,161.25	98,550.76	93,181.47	75,233.42
Total Activo circulante	486,540.14	941,818.12	1,577,655.44	2,232,327.86	2,784,911.31	2,622,487.08	3,148,624.50	3,808,561.31	4,539,976.06	5,188,576.89
Activos Fijos										
Total activos fijos (neto)	545,116.17	408,837.12	272,558.08	136,279.04	-	572,189.58	423,142.18	286,094.79	143,047.39	-
Total Activos fijos	545,116.17	408,837.12	272,558.08	136,279.04	-	572,189.58	423,142.18	286,094.79	143,047.39	-
Total de Activos	1,031,656.31	1,350,655.24	1,850,213.53	2,368,606.90	2,784,911.31	3,194,676.66	3,577,766.68	4,094,656.10	4,683,023.45	5,188,576.89
Pasivo Circulante										
Cuentas por pagar	52,383.04	55,117.77	48,918.13	40,284.85	29,561.64	28,467.87	30,414.73	28,748.72	24,579.30	18,753.14
Total Pasiv Corriente	52,383.04	55,117.77	48,918.13	40,284.85	29,561.64	28,467.87	30,414.73	28,748.72	24,579.30	18,753.14
Patrimonio										
Inversión propia	750,689.89	750,689.89	750,689.89	750,689.89	750,689.89	750,689.89	750,689.89	750,689.89	750,689.89	750,689.89
Utilidad del ejercicio	228,583.38	316,264.21	505,757.93	527,026.65	427,027.62	410,859.12	381,143.16	518,555.43	592,536.78	511,379.59
Utilidades no distribuidas	-	228,583.38	544,847.58	1,050,605.51	1,577,632.17	2,004,659.78	2,415,518.91	2,796,662.07	3,315,217.49	3,907,754.27
Total Patrimonio	979,273.26	1,295,537.47	1,801,295.40	2,328,322.05	2,755,349.67	3,166,208.79	3,547,351.95	4,065,907.38	4,658,444.16	5,169,823.75
Pasivo+Patrimonio	1,031,656.31	1,350,655.24	1,850,213.53	2,368,606.90	2,784,911.31	3,194,676.66	3,577,766.68	4,094,656.10	4,683,023.45	5,188,576.89

Municipalidad de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez										
Balance General proyectado del sistema de alumbrado público del escenario con proyecto no. 1										
Años 1 al 10										
(Valores expresados en Quetzales)										
Concepto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activos Circulantes										
Caja y Bancos	661,150.94	1,440,599.15	2,399,731.87	3,332,643.15	4,116,981.04	4,695,069.11	5,283,275.83	6,000,627.02	6,790,132.63	7,477,506.07
Cuentas por cobrar	91,535.44	107,489.97	111,810.25	101,230.61	80,822.75	76,168.29	85,161.25	98,550.76	93,181.47	75,233.42
Total Activo corriente	752,686.38	1,548,089.12	2,511,542.12	3,433,873.75	4,197,803.79	4,771,237.40	5,368,437.08	6,099,177.79	6,883,314.10	7,552,739.49
Activos Fijos										
Total de Activos fijos (neto)	2,062,743.95	1,547,057.96	1,031,371.97	515,685.99	-	-	-	-	-	-
Total de Activos fijos	2,062,743.95	1,547,057.96	1,031,371.97	515,685.99	-	-	-	-	-	-
Total de Activos	2,815,430.33	3,095,147.08	3,542,914.09	3,949,559.74	4,197,803.79	4,771,237.40	5,368,437.08	6,099,177.79	6,883,314.10	7,552,739.49
Pasivo Circulante										
Cuentas por pagar	25,457.02	26,786.04	23,773.15	19,577.56	14,366.31	13,834.77	14,780.90	13,971.25	11,945.00	9,113.62
Total Pasiv Corriente	25,457.02	26,786.04	23,773.15	19,577.56	14,366.31	13,834.77	14,780.90	13,971.25	11,945.00	9,113.62
Patrimonio										
Inversión propia	2,615,175.91	2,615,175.91	2,615,175.91	2,615,175.91	2,615,175.91	2,615,175.91	2,615,175.91	2,615,175.91	2,615,175.91	2,615,175.91
Utilidad del ejercicio	174,797.40	278,387.73	450,779.91	410,841.23	253,455.30	573,965.16	596,253.54	731,550.36	786,162.57	672,266.77
Utilidades no distribuidas	-	174,797.40	453,165.13	903,965.04	1,314,806.27	1,568,261.57	2,142,226.73	2,738,480.27	3,470,030.63	4,256,193.19
Total Patrimonio	2,789,973.31	3,068,361.04	3,519,140.95	3,929,982.18	4,183,437.48	4,757,402.64	5,353,656.18	6,085,206.53	6,871,369.10	7,543,625.87
Pasivo+Patrimonio	2,815,430.33	3,095,147.08	3,542,914.09	3,949,559.74	4,197,803.79	4,771,237.40	5,368,437.08	6,099,177.79	6,883,314.10	7,552,739.49

Concepto	Municipalidad de San Miguel Dueñas, departamento de Sacatepéquez									
	Balance General proyectado del sistema de alumbrado público del escenario con proyecto no. 2									
	Años 1 al 10									
	(Valores expresados en Quetzales)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Activo Circulante										
Caja y Bancos	672,564.02	1,469,441.06	2,444,901.93	3,401,373.64	4,196,334.12	4,801,506.34	5,417,004.12	6,168,104.46	6,983,844.68	7,695,890.93
Cuentas por cobrar	91,536.44	107,489.97	111,810.25	101,230.61	80,822.75	76,169.29	85,161.25	98,550.76	93,181.47	75,233.42
Total Activo circulante	764,099.47	1,576,931.03	2,556,712.18	3,502,604.24	4,277,156.87	4,877,674.63	5,502,165.37	6,266,655.22	7,077,026.15	7,771,124.35
Activos No corrientes										
Total de Activos Fijos (neto)	6,385,406.44	4,789,054.83	3,192,703.22	1,596,351.61	-	-	-	-	-	-
Total Activos fijos	6,385,406.44	4,789,054.83	3,192,703.22	1,596,351.61	-	-	-	-	-	-
Total de Activos	7,149,505.91	6,365,985.86	5,749,415.40	5,098,955.85	4,277,156.87	4,877,674.63	5,502,165.37	6,266,655.22	7,077,026.15	7,771,124.35
Pasivo Corriente										
Cuentas por pagar	23,125.36	24,332.65	21,595.71	17,784.41	13,050.47	12,567.61	13,427.08	12,691.60	10,850.93	8,278.88
Total Pasiv Corriente	23,125.36	24,332.65	21,595.71	17,784.41	13,050.47	12,567.61	13,427.08	12,691.60	10,850.93	8,278.88
Patrimonio										
Inversión propia	8,015,812.90	8,015,812.90	8,015,812.90	8,015,812.90	8,015,812.90	8,015,812.90	8,015,812.90	8,015,812.90	8,015,812.90	8,015,812.90
Utilidad del ejercicio	-	784,727.34	613,833.53	646,648.25	817,065.04	601,000.62	623,631.26	765,225.34	812,211.59	696,670.25
Utilidades no distribuidas	-	-	1,674,159.68	2,287,993.21	2,934,841.46	3,751,706.50	3,150,705.88	2,527,074.62	1,761,849.28	949,637.68
Total Patrimonio	7,126,380.56	6,341,653.22	5,727,819.69	5,081,171.44	4,264,106.40	4,865,107.02	5,488,738.28	6,253,963.63	7,066,175.22	7,762,845.47
Pasivo+Patrimonio	7,149,505.91	6,365,985.86	5,749,415.40	5,098,955.85	4,277,156.87	4,877,674.63	5,502,165.37	6,266,655.22	7,077,026.15	7,771,124.35