UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

EVALUACIÓN FINANCIERA DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN DE PANELES SOLARES EN UNA EMPRESA DE ALMACENAJE DE MATERIALES ELECTRICOS, UBICADA EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA

LIC. ALVARO ESTUARDO CONTRERAS COJOLON

GUATEMALA, ABRIL DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

EVALUACIÓN FINANCIERA DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN DE PANELES SOLARES EN UNA EMPRESA DE ALMACENAJE DE MATERIALES ELECTRICOS, UBICADA EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA

Informe final de trabajo profesional de graduación para la obtención del Grado de Maestro en Artes, con base en el "Instructivo para elaborar el trabajo profesional de graduación", Aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SEPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

AUTOR: LIC. ALVARO ESTUARDO CONTRERAS COJOLON

DOCENTE: LICDA. MSC. ROSA FERDINANDA SOLÍS MONROY

GUATEMALA, ABRIL DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

Decano:	Lic. Luis Antonio Suárez Roldán
Secretario:	Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal Primero:	Dr. Byron Giovanni Mejía Victorio
Vocal Segundo:	Msc. Hayde Grajeda Medrano
Vocal Tercero:	Vacante
Vocal Cuarto:	P.A. E. Olga Daniela Letona Escobar
Vocal Quinto:	P. C. Henry Omar López Ramírez

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO PROFESIONAL DE GRADUACIÓN

Presidente:	Dr. Sergio Raúl Mollinedo Ramírez
Secretario:	MSc. Carlos Enrique Calderón Monroy
Vocal I:	MSc. Luis Alfonso Cardona Boteo

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

YO: **ALVARO ESTUARDO CONTRERAS COJOLON** con número de CARNÉ: **200414887**.

Declaro que, como autor, soy el único responsable de la originalidad, validez científica de las doctrinas y opiniones expresadas en el presente Trabajo Profesional de Graduación, de acuerdo con el artículo 17 del Instructivo para Elaborar el Trabajo Profesional de Graduación para Optar al Grado Académico de Maestro en Artes.

Autor:

ACTA/EP No. 05830

ACTA No. MAF-JN-A-006-2022-MA-

De acuerdo al estado de emergencia nacional decretado por el Gobierno de la República de Guatemala y a las resoluciones del Consejo Superior Universitario, que obligaron a la suspensión de actividades académicas y administrativas presenciales en el campus central de la Universidad, ante tal situación la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas, debió incorporar tecnología virtual para atender la demanda de necesidades del sector estudiantil, en esta oportunidad nos reunimos de forma virtual los infrascritos miembros de la terna evaluadora, el **5 de marzo de 2,022**, a las **11:30** horas para evaluar la presentación del informe del **TRABAJO PROFESIONAL DE GRADUACIÓN del** Licenciado **Alvaro Estuardo Contreras Cojolon,** como parte de la evaluación final del **curso Trabajo Profesional de Graduación II, se** identifica con carné No. **200414887**, estudiante de la Maestría en Administración Financiera de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de Maestro en Artes. La presentación del informe del Trabajo Profesional de Graduación, se realizó de acuerdo con el Instructivo para Elaborar el Trabajo Profesional de Graduación para optar al grado académico de Maestro en Artes, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SÉPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado –SEP- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.----------

Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido de la presentación del trabajo profesional por la sustentante, denominado **"EVALUACIÓN FINANCIERA DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN DE PANELES SOLARES EN UNA EMPRESA DE ALMACENAJE DE MATERIALES ELECTRICOS, UBICADA EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA"**, dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. La presentación del Trabajo Profesional de Graduación fue calificada con una nota promedio de **23/30 puntos**, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante de la terna evaluadora nombrada por la Dirección de la Escuela. La Terna Evaluadora hace las siguientes recomendaciones: Que el sustentante incorpore las enmiendas sugeridas por la Terna Evaluadora dentro de los 5 días hábiles. ----------

En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los 5 de marzo de 2,022 del año dos mil veintidós.

Ph.D. Sergio Raúl Mollinedo Ramírez
Coordinador

MSc. Carlos Enrique Calderón Monroy
Evaluador

MSc. Luis Alfonso Cardona Boteo
Evaluador

Licenciado Alvaro Estuardo Contreras Cojolon
Postulante

ADENDUM

El Docente del Curso Trabajo Profesional de Graduación II Certifica, que el sustentante: Alvaro Estuardo Contreras Cojolon Carné 200414887, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro de la Terna Evaluadora dentro del plazo estipulado y obtuvo la calificación siguiente:

Zona 58 puntos y Presentación Trabajo Profesional de Graduación II 23 puntos;

Nota final 81 puntos. APROBADO.

Guatemala, 23 de abril 2022.

(F)_____

Licda. Msc. Rosa Ferdinanda Solís Monroy
Docente del Curso Trabajo Profesional de Graduación II

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por la vida, amor, sabiduría, por iluminarme y hacer posible mi desarrollo profesional.

A MIS PADRES: Por su amor, consejos y el apoyo incondicional que me han brindado en el transcurso de mi vida y mi carrera.

A MI ESPOSA: Por todo el amor, comprensión y apoyo incondicional que me brinda y que me permitió lograr esta meta.

A MIS HERMANOS: por su cariño, consejos y apoyo.

A MIS SOBRINOS: Que me brindan su alegría y les inspire en un futuro lograr sus metas.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS: Con mucho cariño y agradecimiento por su apoyo.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CONTENIDO

RESUMEN i

INTRODUCCIÓN iii

1. ANTECEDENTES 1

1.1. Antecedentes del Sector eléctrico a nivel mundial 1

1.2. El sector eléctrico a nivel regional 2

1.3. El sector eléctrico a nivel nacional 3

1.3.1. Sistema de generación 4

1.3.2. Sistema de transporte 6

1.3.3. Sistema de distribución 7

1.4. Antecedentes de la empresa 7

1.5. Energía Renovable 8

1.5.1. Recursos energéticos renovables en Guatemala 9

1.5.2. Energía solar 9

1.6. Antecedentes de investigaciones similares 10

2. MARCO TEÓRICO 12

2.1. Energía Solar Fotovoltaica 12

2.2. Instalación fotovoltaica conectado a la red eléctrica 13

2.2.1. Campo de paneles 13

2.2.2. Acumulador 14

2.2.3. Regulador de carga 14

2.2.4. Inversor 14

2.3. Normativas aplicadas a los proyectos de energía renovable 15

2.3.1. Ley De Incentivos Para El Desarrollo De Proyectos De Energía Renovable, Decreto Número 52-2003 16

2.3.2. Norma técnica de generación distribuida renovable y usuarios autoproductores con excedentes de energía -NTGDR-, resolución cnee-227-2014 16

2.4. Herramientas de evaluación financiera 17

2.4.1. Periodo de recuperación de la inversión 17
2.4.2. Valor Presente Neto 18
2.4.3. Tasa interna de retorno 19
2.4.4. Flujos de efectivo 20
2.4.5. Costo de Capital 21
2.4.6. Relación beneficio-costo 22
3. METODOLOGÍA 23
3.1. Definición del Problema 23
3.2. Delimitación del problema 24
3.2.1. Unidad de Análisis 25
3.2.2. Período por investigar 25
3.2.3. Ámbito Geográfico 25
3.3. Objetivos 25
3.3.1. Objetivo General 25
3.3.2. Objetivos Específicos 25
3.4. Justificación 26
3.5. Método 27
3.6. Técnicas de Investigación aplicadas 28
3.6.1. Técnicas de investigación documental 28
3.6.2. Técnicas de investigación de campo 29
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 30
4.1. Determinación de la inversión inicial, flujos de ingresos y egresos proyectados 30
4.1.1. Inversión inicial 31
4.1.2. Flujo de ingresos proyectados 34
4.1.3. Flujo de egresos proyectados 40
4.1.3.1. Costos Operativos 40
4.1.3.2. Carga tributaria 42
4.1.3.3. Depreciaciones y Amortizaciones 44

4.2. Determinación de estructura de capital y tasa de rendimiento mínima esperada a utilizar en las herramientas de evaluación financiera: Valor Presente Neto VPN, Tasa Interna de Rendimiento TIR, Relación Beneficio/costo B/C, periodo de recuperación de la inversión. 45
4.2.1. Determinación de Estructura de Capital 45
4.2.2. Costo de capital promedio ponderado 47
4.2.3. Tasa de rendimiento mínima aceptable 48
4.2.4. Evaluación financiera de la inversión del proyecto de paneles solares 49
4.2.4.1. Flujo de fondos netos descontados 49
Valor actual neto 53
Tasa Interna de retorno 54
Periodo de recuperación de la inversión 56
Análisis Beneficio / Costo 57
4.3. Análisis de riesgo de la inversión mediante el método de escenarios, para identificar variables críticas y contemplar alternativas 57
4.3.1. Escenario de Flujo Neto de Fondos con Capital Propio 58
4.3.2. Escenario de Flujo Neto de Fondos con variación en el precio de venta 61
CONCLUSIONES 65
RECOMENDACIONES 67
BIBLIOGRAFÍA 69
ANEXOS 71
ÍNDICE DE TABLAS 78
ÍNDICE DE FIGURAS 79
ÍNDICE DE ANEXOS 80

RESUMEN

Guatemala es un país que por su naturaleza cuenta con una cantidad considerable de recursos renovables de energía, los cuales a la fecha han sido poco aprovechados. De acuerdo con él (Ministerio de Energía y Minas, 2018) el país cuenta con un potencial de 6,000 MW de energía hidroeléctrica y 1,000 MW de geotermia, se aprovecha solamente el 24.1% de la primera y un 3.5% de la segunda. Para el desarrollo de proyectos de energía solar, que es el objeto de este trabajo profesional de graduación, el país cuenta con un recurso importante, el cual tiene un valor anual promedio de radiación solar global de 5.3 kWh/m2/día.

Debido a su posición geográfica, Guatemala presenta valores significativos de radiación solar durante casi todo el año, lo cual convierte al país en idóneo para el aprovechamiento de esta forma de energía. Adicionalmente, una de las principales ventajas del uso de energías renovables es que no producen emisiones de CO2 y otros gases contaminantes a la atmósfera. De igual forma, la energía renovable y la eficiencia energética son fundamentales para lograr los objetivos de desarrollo sostenible y permitir que toda la población tenga acceso a energía segura, moderna y accesible.

La empresa objeto de estudio cuenta con más de 20 años de experiencia en el sector eléctrico y se dedica a la importación, distribución y venta de materiales eléctricos, aprovechando que cuenta con espacio en los techos de los almacenes que utiliza, así como, la relación con proveedores de materiales eléctricos y la sinergia con las demás empresas del grupo, se plantea el problema de evaluar financieramente un proyecto de inversión en paneles solares en una empresa de almacenaje ubicada en el departamento de Guatemala.

La presente investigación se realizó con basa en el método científico a través de un enfoque cuantitativo y un alcance explicativo en sus distintas fases: en la fase indagatoria se recopiló toda la información pertinente para la investigación de la solución a la problemática, la fase demostrativa se aplicó por medio de entrevistas y herramientas

financieras. Por último, en la fase expositiva se realizó por medio de gráficos y tablas que muestran los análisis y proyecciones realizados.

A continuación, se presentan los principales resultados y conclusiones obtenidas en la investigación realizada: la evaluación financiera estableció una inversión inicial de Q.7,114,174.84. Los principales componentes de dicha inversión son los paneles solares, inversores, transformadores, materiales eléctricos, estudios y licencias. La inversión inicial se financiará a través de dos fuentes, tendrá un financiamiento externo del 55% (Q 3,912,796.16) y un 45% se financiará con aportación de capital propio (Q 3,201,378.68). La tasa de interés bancaria que se espera obtener es del 5.6% anual y la tasa de rendimiento mínima que los inversionistas esperan recibir es de 10.77%. Considerando los porcentajes de la estructura de capital de las fuentes de financiamiento, se estableció un costo de capital promedio ponderado de 7.92%.

La evaluación financiera a través del Flujo Neto de Fondos por un periodo de 25 años determinó un Valor Actual Neto Positivo de Q. 267,786.43 y una Tasa Interna de Retorno de 8.73%, lo cual comprueba que el proyecto de inversión de paneles solares es financieramente viable, es decir, que la Inversión se estaría recuperando en un periodo de 13 años y 3 meses y que la relación Beneficio/Costo es de 1.04.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Ministerio de Energía y Minas (MEM), la matriz energética de Guatemala para el año 2020 está conformada principalmente por dos sistemas de generación: hidroeléctricas con un 69% y biomasa con un 21%. Siguen en menor proporción las centrales geotérmicas en un 3%, eólicas en un 4% y solares en un 3%. La actividad de generación no está sujeta a autorización del Ministerio de Energía y Minas (MEM), salvo aquellas que hacen uso de bienes de dominio público tales como las hidroeléctricas y las geotérmicas. La operación de las centrales generadoras es coordinada por el Administrador del Mercado Mayorista (AMM).

Guatemala es un país que cuenta con una cantidad considerable de recursos renovables de energía los cuales a la fecha han sido poco aprovechados. Asimismo, debido a su posición geográfica, Guatemala presenta valores significativos de radiación solar durante casi todo el año, lo cual convierte al país en idóneo para el aprovechamiento de esta forma de energía.

La empresa objeto de estudio cuenta con experiencia en la venta y utilización de paneles solares, así mismo, cuenta con el espacio suficiente para buscar nuevos negocios como es el caso de la producción de energía renovable, específicamente energía solar. El problema de investigación de la empresa actualmente es la toma de decisión de invertir en la construcción de una planta de generación de energía solar en el municipio de Guatemala.

Habitualmente, los administradores de algunas empresas analizan la rentabilidad de la inversión únicamente desde el punto de vista de la utilidad que obtendrán al poner en marcha la producción de energía renovable, derivado de la venta de Megavatios, es decir bajo la elaboración de un estado de resultados simple en el que se determina un margen de utilidad proyectado, sin tomar en cuenta aspectos importantes como el valor del dinero en el tiempo.

La propuesta de solución que se plantea al problema de investigación financiero en una empresa de almacenaje de materiales eléctricos consiste en elaborar un modelo de evaluación financiera como herramienta para determinar la factibilidad financiera y evaluar el riesgo que está expuesto el proyecto de inversión en energía solar, con el objetivo de maximizar las utilidades de la empresa e inversionistas.

El objetivo general de la investigación se relaciona en forma directa con la definición del problema: realizar una evaluación financiera de un proyecto de inversión de paneles solares en una empresa de almacenaje de materiales eléctricos en el municipio de Guatemala que permita determinar la viabilidad financiera de la opción de inversión.

Los objetivos específicos de la investigación para determinar la viabilidad financiera del proyecto de inversión en paneles solares, son los siguientes: establecer la inversión inicial para la adquisición de la Planta de Generación Solar; establecer los flujos de ingresos y egresos que generará el proyecto de inversión para construir el flujo de efectivo proyectado; proponer la estructura de capital y la tasa de rendimiento mínima esperada para evaluar las herramientas de evaluación financiera; Valor Presente Neto VPN, Tasa Interna de Rendimiento TIR, Relación Beneficio/costo B/C, periodo de recuperación de la inversión; y analizar el riesgo de la inversión mediante el método de escenarios, para identificar variables críticas y contemplar alternativas.

El presente trabajo consta de cuatro capítulos: El capítulo uno presenta los antecedentes relacionados al tema de investigación y expone el marco referencial teórico y empírico. El capítulo dos expone el marco teórico y conceptual que sirvieron de base para fundamentar la investigación. En tanto que el capítulo tres contiene la metodología y técnicas que sirvieron de base para el desarrollo de la investigación a través del método científico y el uso de técnicas de investigación documental y de campo.

El capítulo cuatro presenta la discusión de resultados del análisis financiero del proyecto de inversión en energía solar fotovoltaica, determinando la inversión inicial, los flujos de ingresos y egresos, fuentes de financiamiento, la proyección de los flujos de fondos netos

y la tasa de rendimiento mínima aceptada por los inversionistas. Posteriormente, se exponen los resultados de la evaluación financiera del proyecto de inversión en paneles solares a través de las herramientas de evaluación financiera: Valor Actual Neto, VAN; Tasa Interna de Retorno, TIR; Relación Beneficio-Costo, B/C; Período de recuperación de la inversión; análisis de escenarios.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada.

1. ANTECEDENTES

Los antecedentes conforman el inicio del trabajo de investigación ya que presentan el marco histórico, referencial teórico y empírico de la investigación relacionada con la evaluación financiera de un proyecto de inversión de paneles solares en una empresa de almacenaje de materiales eléctricos ubicada en el municipio de Guatemala.

Según datos del último censo nacional poblacional y de vivienda elaborado en 2018, en Guatemala el 88% de hogares tiene una conexión a servicio de alumbrado tipo eléctrico, 7% tipo candela, 3% tipo panel solar o eólico y un 2% tipo gas u otro. Al mismo tiempo, un 54% de hogares utilizan leña como fuente principal para cocinar, 44% utilizan gas propano y únicamente un 1% utiliza electricidad. (Instituto Nacional de Estadistica Guatemala, 2018)

1.1. Antecedentes del Sector eléctrico a nivel mundial

El informe de progreso en materia de energía del Banco Mundial, el cual da seguimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, establece que a pesar de los considerables progresos logrados en los últimos años, el mundo no está avanzando lo suficiente para alcanzar las metas mundiales en materia de energía para 2030. Sin embargo, considera que el objetivo de garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos a más tardar en 2030 sigue siendo posible pero se necesitan esfuerzos sostenidos principalmente en los países más pobres del mundo. Tras una década de progresos constantes, la tasa mundial de electrificación llegó al 89% (Banco Mundial, 2019).

El mayor desafío sigue siendo las zonas más aisladas del mundo por lo que para brindar conexión eléctrica a los hogares más pobres y aislados serán fundamentales las soluciones sin conexión a la red, como el alumbrado a partir de la energía solar, los sistemas solares domésticos y, en medida creciente, las mini redes. En 2017, en todo el mundo, al menos 34 millones de personas obtuvieron acceso a servicios básicos de

electricidad a través de tecnologías sin conexión a la red. En el informe también se subraya la importancia de la fiabilidad y la asequibilidad para el acceso a la energía sostenible. La energía eléctrica se considera un elemento fundamental en el desarrollo de un país, influenciando una región en aspectos tan cotidianos como el comportamiento del consumo en los hogares y hasta en el industrial.

La energía renovable y la eficiencia energética son fundamentales para lograr los objetivos de desarrollo sostenible y permitir que toda la población tenga acceso a energía segura, moderna y accesible. Para lograr el objetivo, será fundamental robustecer las políticas obligatorias sobre eficiencia energética y energía renovable que permita atraer inversionistas.

1.2. El sector eléctrico a nivel regional

La interconexión eléctrica de los países de América Central ha sido promovida por varias décadas como un instrumento fundamental para el desarrollo económico y la integración regional. A través de ella se busca el aprovechamiento óptimo, racional y eficiente de los recursos energéticos del Istmo Centroamericano y los beneficios que se derivan del desarrollo y operación coordinada de un sistema eléctrico interconectado. Los esfuerzos por avanzar en la integración eléctrica regional se han materializado en el diseño y ejecución del proyecto “Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central” (SIEPAC). (Echevarría, Jesurun-Clements, Mercado, & Trujillo, 2017)

El Proyecto “Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central” (SIEPAC) comprende dos componentes: (a) la creación y puesta en marcha de un Mercado Eléctrico Regional (MER), mercado mayorista supranacional que sirva de base para la inversión en el sistema integrado de transmisión; y (b) el desarrollo y construcción del primer sistema de transmisión regional, cubriendo desde Panamá hasta Guatemala, para permitir el funcionamiento físico del MER. Con este mercado en funcionamiento se espera atraer la inversión privada requerida para la expansión de los parques de

generación y las redes de distribución, estimular la actividad económica y el comercio intrarregional en América Central.

El indicador de acceso a servicios de energía eléctrica a nivel centroamericano para diciembre 2017 (en su mayor parte por medio de conexiones a la red de las empresas distribuidoras de electricidad) fue el siguiente: Costa Rica 99,4%; la República Dominicana 97.6%; El Salvador 96,7%; Panamá 92,9%; Guatemala 92.4%; Belice 94.8%; Nicaragua 92,3% y Honduras 77.2%. De acuerdo con esas cifras se estima que los países del Sistema de la integración Centroamericana (SICA) tienen un índice de electrificación del 92%, existiendo alrededor de 4.6 millones de personas que aún no tienen acceso al servicio de electricidad. (Rojas, 2017)

1.3. El sector eléctrico a nivel nacional

En Guatemala, el subsector eléctrico forma parte del sector energético a cargo del Ministerio de Energía y Minas (MEM), el cual a través de la Ley General de Electricidad y su reglamento permite cumplir con el suministro de energía eléctrica en condiciones óptimas de seguridad, calidad y precio. El subsector eléctrico es un elemento fundamental para impulsar la economía y el desarrollo del país, por lo que es necesario conocer sus antecedentes.

El sistema eléctrico está conformado por la infraestructura física que permite cumplir tanto cualitativa como cuantitativamente con el suministro de energía eléctrica. Esta se divide en los sistemas de generación (que representa la oferta de energía eléctrica); de transporte (conformada por líneas de transmisión y subestaciones de potencia, que son el medio de transferencia de la energía eléctrica desde los sitios de producción a los de consumo); y el de distribución (conformado por las líneas y subestaciones de distribución, que representa la demanda o consumo de energía eléctrica). (Ministerío de Energía y Minas, 2016)

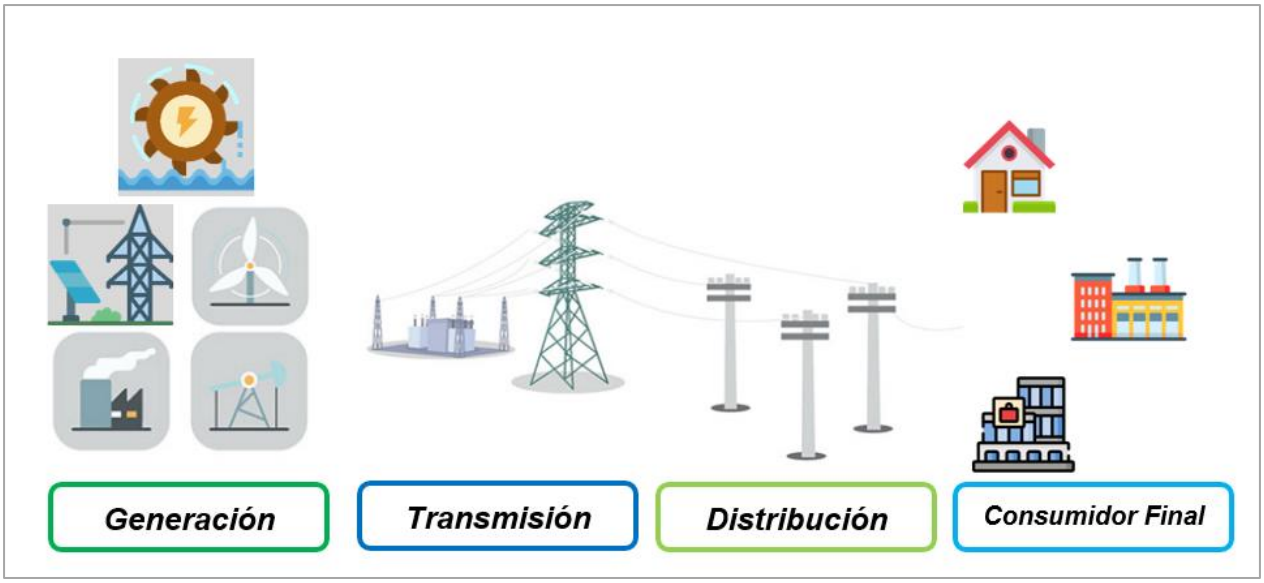


Figura 1. Estructura del sistema eléctrico de Guatemala
Fuente: Elaboración propia con base a información del MEM

La modernización del subsector eléctrico en Guatemala comienza en 1996, cuando se promulga la Ley General de Electricidad, partiendo de empresas estatales verticalmente integradas que habían evolucionado al esquema de comprador único, hacia un esquema que propicia la libre competencia y la desintegración vertical.

La Ley General de Electricidad Decreto No. 93-96 del año 1996 en su artículo 1 determina con claridad los aspectos asociados al desarrollo del conjunto de actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de electricidad en lo relacionado al desarrollo de la rectoría, la facilitación, la regulación y la coordinación comercial de las actividades del subsector eléctrico y las sustenta en un marco institucional conformado por tres entidades: El Ministerio de Energía y Minas, MEM; la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, -CNEE-; y el Administrador del Mercado Mayorista, -AMM-.

1.3.1. Sistema de generación

La electrificación en Guatemala inició en 1885 con la instalación de la primera central hidroeléctrica en la Finca El Zapote, en el norte de la ciudad capital. En 1896, empresarios alemanes organizaron la empresa Eléctrica del Sur construyendo la hidroeléctrica Palín.

En 1927, la capacidad de esta planta se amplió extendiéndose el servicio a Antigua Guatemala, Escuintla, Palín, Villa Nueva, Amatitlán y Mixco (todas en el área central del país). Ese mismo año se inició la construcción de la hidroeléctrica del Estado, la que más tarde toma el nombre de Santa María. (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2015)

El 27 de mayo de 1959 fue creado el Instituto Nacional de Electrificación, -INDE-, por medio del Decreto 1287. Debido a la demanda de energía eléctrica y para atender los planes de electrificación, en 1965 fue puesta en operación la Central Diesel de San Felipe, Retalhuleu. Los principales esfuerzos del INDE se dedicaron a la construcción de hidroeléctricas mayores (Chixoy, Aguacapa, Jurún Marinalá) y a la interconexión de los pequeños sistemas aislados, constituyéndose el Sistema Nacional Interconectado.

El sistema de generación está conformado por centrales hidroeléctricas, turbinas de vapor, turbinas de gas, motores de combustión interna, centrales geotérmicas, eólicas y solares. La actividad de generación no está sujeta a autorización del Ministerio de Energía y Minas (MEM), salvo aquellas que hacen uso de bienes de dominio público, tales como las hidroeléctricas y las geotérmicas. La operación de las centrales generadoras es coordinada por el Administrador del Mercado Mayorista (AMM) y ejecutada por los generadores. (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2015)

El Ministerio de Energía y Minas tiene como parte de sus objetivos el Incremento de la Energía Renovable en la Matriz Energética y es importante mencionar el avance que se ha tenido en los últimos años. En el año 2015 únicamente se contaba con un 58% de participación de energía renovable. El comportamiento de la matriz energética de Guatemala a diciembre 2020 fue de aproximadamente un 75.28% de fuentes renovables del cual la generación hidráulica presenta la mayor participación con un 69% seguidamente por la generación de biomasa con un 21% de participación como se puede apreciar en la Figura 2. (Ministerio de Energía y Minas, 2020)

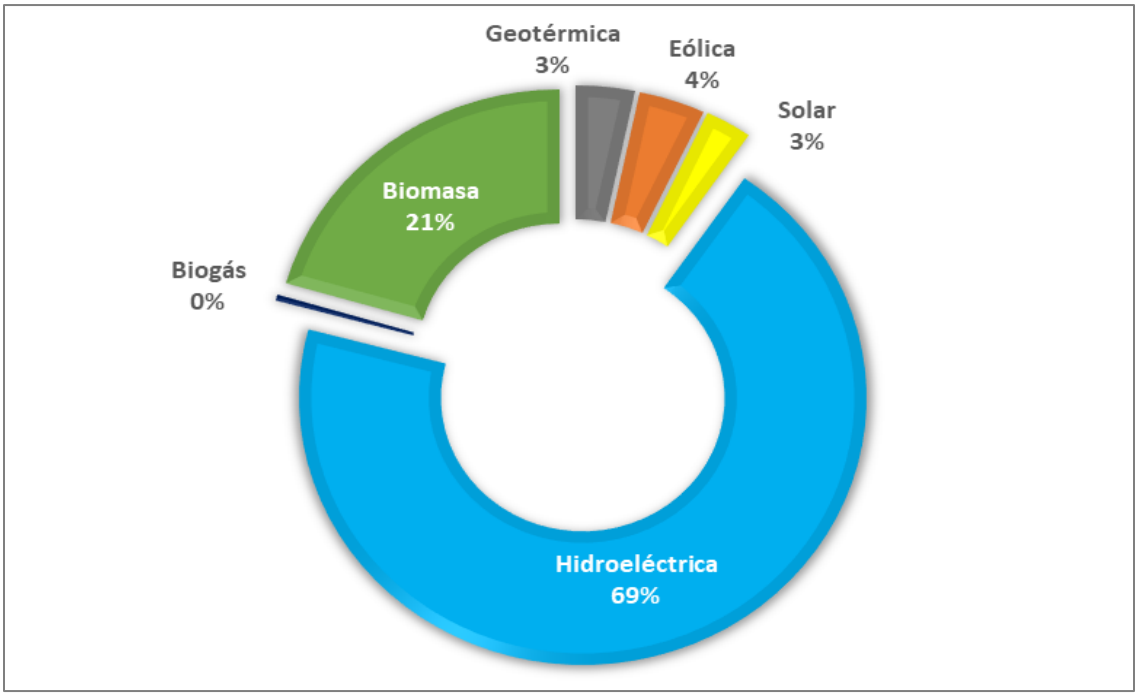


Figura 2. Matriz energética de Guatemala 2020
Fuente: Elaboración propia con base a información del MEM

1.3.2. Sistema de transporte

El sistema de transporte que se encarga de la transferencia de la energía eléctrica desde los sitios de producción a los de consumo está conformado por el sistema principal y el sistema secundario.

El sistema principal es compartido por los generadores e incluye la interconexión Guatemala – El Salvador y la interconexión Guatemala – México, y actualmente con América Central (SIEPAC). El sistema secundario está conformado por la infraestructura eléctrica utilizada por los generadores para el suministro de energía al sistema principal, y el que va del sistema principal a los centros de distribución. La red de transporte opera básicamente en cuatro niveles de voltaje: 400 kV, 230 kV, 138 kV y 69 kV. (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2015)

La actividad de transporte está sujeta a autorización del Ministerio de Energía y Minas (MEM), si utiliza bienes de dominio público. El acceso y la ampliación del sistema de

transporte requiere la autorización de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE). La operación del sistema de transporte es coordinada por el Administrador del Mercado Mayorista (AMM) y ejecutada por los transportistas.

1.3.3. Sistema de distribución

El sistema de distribución está integrado por la infraestructura de distribución al consumidor final (líneas, subestaciones y redes de distribución) que opera en tensiones menores de 34.5 kV. La operación de los principales componentes del sistema de distribución es coordinada por el AMM y ejecutada por los distribuidores. (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2015)

Las principales empresas distribuidoras son:

- Empresa Eléctrica de Guatemala, S. A. (EEGSA), que presta el servicio eléctrico en el área central del país en los departamentos de Guatemala, Sacatepéquez y Escuintla.
- Distribuidora de Electricidad de Occidente, S. A. (DEOCSA), que presta el servicio eléctrico en los departamentos del occidente del país.
- Distribuidora de Electricidad de Oriente, S. A. (DEORSA) que presta el servicio eléctrico en los departamentos del norte y oriente del país.

El servicio eléctrico también es prestado por las Empresas Eléctricas Municipales (EEM), que prestan el servicio eléctrico en los cascos urbanos de departamentos del oriente y occidente del país. En menor escala están las empresas de distribución privada.

1.4. Antecedentes de la empresa

La empresa objeto de estudio cuenta con 20 años de experiencia en el sector eléctrico y se dedica a la importación, distribución y venta de materiales y equipos eléctricos de baja, alta y media tensión representando a prestigiosas marcas de renombre a nivel mundial.

La empresa garantiza alta calidad en los productos que distribuye, los cuales han cumplido satisfactoriamente estrictos procesos de homologación.
El porcentaje de participación de la empresa dentro del mercado de desarrolladores es mayor al 15%, pero derivado que el plan de negocios de la empresa contempla el crecimiento de las utilidades en el corto plazo y para el logro de las metas establecidas en este plan, se apostará en la capacidad instalada para incrementar y potencializar sus ventajas competitivas para mantener el mercado corporativo e impulsar la venta de materiales a terceros, además de incursionar en nuevos negocios como paneles solares.

Dentro de las iniciativas claves del negocio se cuenta con proyectos en proceso, así como proyectos que se está evaluando financieramente implementar. A continuación, algunos ejemplos como el caso de alianzas corporativas, ampliar las líneas de productos existentes, la promoción, venta y utilización de paneles solares e inversores, lo cual permitiría cumplir con las metas establecidas en el plan de negocios de la empresa.

Las instalaciones de la empresa suman aproximadamente más de 3,000 metros cuadrados de almacén techado y más de 8,000 metros cuadrados de almacén en intemperie que le permiten brindar el servicio de almacenaje, manejo de materiales, así como el espacio suficiente para buscar nuevos negocios como es el caso de la producción de energía renovable, específicamente energía solar.

1.5. Energía Renovable

Los recursos energéticos renovables se definen como aquellos recursos que tienen como característica común que no se terminan, o que se renuevan por naturaleza. Dentro de estos recursos se tienen las energías hidráulica, geotérmica, eólica, solar (térmica y fotovoltaica) y la biomasa (leña, carbón vegetal, bagazo de caña de azúcar, biocombustibles y residuos urbanos, forestales, agrícolas y estiércol). (Ministerio de Energía y Minas, 2018)

1.5.1. Recursos energéticos renovables en Guatemala

Guatemala es un país que cuenta con una cantidad considerable de recursos renovables de energía, los cuales a la fecha han sido poco aprovechados. La afirmación anterior, se deriva del hecho que, existiendo un potencial de 6,000 MW de energía hidroeléctrica y 1,000 MW de geotermia, se aprovecha solamente el 24.1% de la primera y un 3.5% de la segunda. (Ministerio de Energía y Minas, 2018)

Para el desarrollo de proyectos de energía solar el país cuenta con un recurso importante, el cual tiene un valor anual promedio de radiación solar global de 5.3 kWh/m2/día. En lo que respecta al recurso eólico, Guatemala tiene sitios con potencial para el desarrollo de proyectos de generación eléctrica. (Ministerio de Energía y Minas, 2018)

1.5.2. Energía solar

Hoy en día, el calor y la luz del sol puede aprovecharse por medio de diversos captadores como células fotoeléctricas, heliostatos o colectores solares, pudiendo transformarse en energía eléctrica o térmica. Es una de las llamadas energías renovables o energías limpias. (Fe, 2019)

Debido a su posición geográfica, Guatemala presenta valores significativos de radiación solar durante casi todo el año, lo cual convierte al país en idóneo para el aprovechamiento de esta forma de energía.

Al mes de septiembre de 2018, existen ocho centrales solares fotovoltaicas de generación eléctrica conectadas al Sistema Nacional Interconectado, con una potencia instalada efectiva total de 91.5 MW. Una de estas centrales se localiza en Estanzuela, Zacapa; dos en Chiquimulilla, Santa Rosa; tres en Taxisco, Santa Rosa; una en Moyuta, Jutiapa; y una en Jutiapa, Jutiapa. (Ministerio de Energía y Minas, 2018)

Actualmente, la energía solar no ha sido utilizada en gran escala debido a que han existido otras fuentes relativamente fáciles de aprovechar, como los combustibles fósiles. Los países menos desarrollados son los que tienen urgencia inmediata de aplicar la energía solar, al no poseer los recursos naturales que suministran los combustibles fósiles y derivado que no pueden acceder a los sistemas de transmisión de energía existentes.

1.6. Antecedentes de investigaciones similares

(Villegas, 2020) en su tesis titulada “Factibilidad financiera de un proyecto de energía solar fotovoltaica financiado mediante un acuerdo de compra PPA”, determina que el objetivo principal es estimar la rentabilidad de un acuerdo de compra de energía solar PPA, a 20 años, entre un inversionista desarrollador de proyectos de energía renovable y una empresa del sector comercial, que es la propietaria del techo donde el sistema solar fotovoltaico será instalado, el estudio concluye que el esquema de financiación de compra de energía solar fotovoltaica, mediante la modalidad PPA, es viable para el inversionista bajo los criterios de rentabilidad evaluados en el Escenario 2, porque logra obtener un VPN positivo y una rentabilidad superior a la esperada, así como un período de recuperación de la inversión relativamente corto de 8 años.

Este antecedente contribuye a la presente investigación derivado que también hace uso del aprovechamiento de los incentivos fiscales bajo la opción de inversión dentro del marco de la Ley de Incentivos a la Generación con Energía Renovable, Decreto No. 52-2003, del Congreso de la República de Guatemala.

Por su parte (López, 2017) realizó una evaluación de un proyecto de inversión sobre la viabilidad financiera de la generación de energía fotovoltaica por medio de un huerto solar en Pereira. El objetivo general fue determinar la viabilidad financiera de un huerto solar en Pereira por medio del cual se genere energía solar fotovoltaica para abastecer la red de energía convencional y comercializarla con la empresa de Energía de Pereira. El estudio concluye que, el proyecto no brinda los rendimientos financieros esperados, es

decir, la rentabilidad del proyecto no satisface las expectativas del inversionista, ya que al tener un VPN negativo y una TIR del 13,38%, resulta inferior a la WACC determinada para el proyecto y los inversionistas que fue del 15,19%, lo que significa que bajo esas condiciones no se recomienda la ejecución de la inversión. Se recomienda evaluar el mismo a un período de tiempo más largo, una vez que estas son inversiones que se deben hacer a largo plazo (más de 25 años), razón por la cual pueden cambiar los resultados.

Este antecedente contribuye a la presente investigación derivado que uno de los aspectos importantes que se tomó en cuenta para determinar el horizonte de la proyección fue la vida útil de los paneles solares. Derivado que se decidió considerar un horizonte de proyección de 25 años de acuerdo con las especificaciones técnicas del proveedor y en sintonía con la recomendación del anterior estudio.

2. MARCO TEÓRICO

Se realizó un análisis de las teorías y enfoques teóricos y conceptuales utilizados para fundamentar la investigación con la finalidad de exponer y ampliar el marco teórico relacionado con la evaluación financiera de un proyecto de inversión de paneles solares en una empresa de almacenaje de materiales eléctricos ubicada en el municipio de Guatemala.

2.1. Energía Solar Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Esto se consigue aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores mediante las células fotovoltaicas. El material base para su fabricación suele ser el silicio. Cuando la luz del sol (fotones) incide en una de las caras de la célula genera una corriente eléctrica que se suele utilizar como fuente de energía. (Caja Madrid Obra Social, 2006)

Los sistemas de conversión directa se basan en la utilización de células fotoeléctricas, las cuales son capaces de convertir una fracción de la radiación solar incidente en energía eléctrica en corriente continua, lo cual limita el rendimiento del sistema. (Jutglar, 2012)

Existen principalmente dos tipos de instalaciones solares, las de conexión a red, donde la energía que se produce se utiliza íntegramente para la venta a la red eléctrica de distribución que es el modelo para evaluar en el presente trabajo, y las aisladas de red, que se utilizan para autoconsumo o se les denomina en nuestro medio como auto productores, ya sea una vivienda aislada, una estación repetidora de telecomunicación o para bombeo de agua para riego.

2.2. Instalación fotovoltaica conectado a la red eléctrica

La corriente eléctrica generada por una instalación fotovoltaica puede ser vertida a la red eléctrica como si fuera una central de producción de energía eléctrica. El consumo de electricidad es independiente de la energía generada por los paneles fotovoltaicos. El usuario sigue comprando la energía eléctrica que consume a la compañía distribuidora al precio establecido y además es propietario de una instalación generadora.

En líneas generales, instalación fotovoltaica generadora de electricidad está formada por el campo de paneles fotovoltaicos y un conjunto de equipos destinados a proteger la instalación y asegurar su correcto funcionamiento, desde el punto de vista eléctrico. (Jutglar, 2012)

Los componentes básicos de una instalación fotovoltaica son: Campo de paneles o módulos FV, acumulador, regulador e inversor.

2.2.1. Campo de paneles

Las células fotovoltaicas, por lo general de color negro o azul oscuro, se asocian en grupos y se protegen de la intemperie, formando módulos fotovoltaicos. Varios módulos fotovoltaicos junto con los cables eléctricos que los unen y con los elementos de soporte y fijación, constituyen lo que se conoce como generador o Panel fotovoltaico. (Caja Madrid Obra Social, 2006)

Según Jutglar (2012), el gran interés en la célula fotovoltaica reside en el hecho de que es un dispositivo capaz de convertir la luz solar en este caso, en energía eléctrica directamente, sin necesidad de interponer otros procesos y formas de energía.

2.2.2. Acumulador

Como la demanda de energía eléctrica no coincide, en el tiempo ni en la potencia, con la producción, debe instalarse un elemento que almacena energía cuando la potencia generada es mayor que la demandada y la descargue en caso contrario. Normalmente el equipo acumulador está formado por una o más baterías, aunque pueden existir otros métodos. (Jutglar, 2012)

Las baterías fotovoltaicas son un componente muy importante de todo el sistema pues realizan tres funciones esenciales para el buen funcionamiento de la instalación: almacenan energía eléctrica en periodos de abundante radiación solar, proveen la energía eléctrica necesaria en periodos de baja o nula radiación solar y proveen un suministro de energía eléctrica estable.

2.2.3. Regulador de carga

Entre el banco de acumuladores y el campo de paneles FV por un lado y la carga por otro, se instala el equipo regulador, cuya misión es proteger los acumuladores, a fin de alargar su vida, y asegurar el correcto funcionamiento de la instalación. (Jutglar, 2012)
Generalmente, el regulador de carga es uno de los elementos más confiables de todo sistema fotovoltaico, siempre y cuando se dimensione e instale correctamente.

2.2.4. Inversor

El generador y la batería suministran corriente continua a una tensión determinada mientras que el consumo demanda energía eléctrica que no necesariamente debe tener las mismas características, puede demandar corriente alterna o corriente continua a una tensión distinta a la generada o almacenada. El convertidor, también llamado inversor, es un dispositivo electrónico que permite enlazar la generación con la demanda, no teniendo ambas las mismas características. (Jutglar, 2012)

Proveer adecuadamente energía eléctrica no sólo significa hacerlo en forma eficiente y segura, también significa proveer energía en la cantidad, calidad y tipo que se necesita. Para simplificar la instalación, existen modelos en los que el regulador y el convertidor están incorporados en un único aparato.

2.3. Normativas aplicadas a los proyectos de energía renovable

El Ministerio de Energía y Minas, a través de la Política Energética, promueve la inversión en el sector energético en proyectos de energía renovable, con lo cual no solo se está diversificando la matriz de generación eléctrica, sino que además se estará estabilizando los precios de la energía eléctrica en el mediano y largo plazo.

Es importante tener un panorama general del marco legal del subsector eléctrico de Guatemala, el cual se representa de la siguiente manera:

Figura 3. Marco legal del subsector eléctrico de Guatemala
Fuente: Guía del inversionista de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2015.

De esa cuenta, mediante la Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable y la Norma Técnica de Generación Distribuida Renovable y Usuarios

Autoproductores con Excedentes de Energía -NTGDR-, se contribuye a dar cumplimiento a dicho objetivo del Ministerio de Energía y Minas.

2.3.1. Ley De Incentivos Para El Desarrollo De Proyectos De Energía Renovable, Decreto Número 52-2003

La ley de Incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable (Decreto 52-2003, 2003, artículo 2) tiene por objeto promover el desarrollo de proyectos de energía renovable y establecer los incentivos fiscales, económicos y administrativos para el efecto. Estos incentivos se refieren a:

Exención de derechos arancelarios para las importaciones, incluyendo el Impuesto al Valor Agregado -IVA-, cargas y derechos consulares sobre la importación de maquinaria y equipo, utilizados exclusivamente para la generación de energía en el área donde se ubiquen los proyectos de energía renovable, para los periodos de preinversión y de construcción, durante un periodo que no excederá de diez años.

Exención del Impuesto sobre la Renta -ISR-, por 10 años. Este incentivo tendrá vigencia exclusiva a partir de la fecha en que el proyecto inicie la operación comercial.

2.3.2. Norma técnica de generación distribuida renovable y usuarios autoproductores con excedentes de energía -NTGDR-, resolución cnee-227-2014

La NTGDR define que la Generación Distribuida Renovable es la producción de electricidad a partir de tecnologías que utilizan recursos renovables (energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica, biomasa y otras que el MEM determine), que se conectan a las redes del sistema de distribución y cuyo aporte de potencia neta es menor o igual a 5 MW.

Los beneficios de esta normativa es que promueve y facilita la instalación y operación de centrales de generación menores o iguales a 5 MW que utilizan recursos renovables, permitiendo que éstas se puedan conectar a las redes de distribución (13.8 y 34.5 KV).

2.4. Herramientas de evaluación financiera

Las técnicas para evaluar financieramente los proyectos permiten conocer si el proyecto analizado genera o destruye valor para los inversionistas. Las herramientas de evaluación financiera utilizadas para determinar la viabilidad de una inversión en energía renovable son las que analizan el valor del dinero en el tiempo.

2.4.1. Periodo de recuperación de la inversión

Los inversionistas o dueños de las empresas comúnmente están interesados en saber el momento en el cual podrán recuperar el monto de su inversión y comenzar a recibir utilidades. El periodo de recuperación no es más que determinar la cantidad de tiempo en el que el capital invertido retorna a la empresa o a los inversionistas, producto de sumar los ingresos y egresos de las operaciones. Además, se puede calcular de manera simple para los casos de corto plazo o utilizando una tasa de descuento para llevar los flujos a valor presente, en inversiones de largo plazo principalmente.

Gitman (2012) establece que los periodos de recuperación se usan comúnmente para evaluar las inversiones propuestas y define el periodo de recuperación de la inversión como el tiempo requerido para que una compañía recupere su inversión inicial en un proyecto, calculado a partir de las entradas de efectivo.

Uno de los criterios para aceptar o rechazar el proyecto de inversión se determina dependiendo del tiempo en que se recupera la inversión inicial, es decir, si el periodo de tiempo es menor el proyecto se acepta y si es mayor el proyecto se rechaza. Esta herramienta no debe utilizarse como único criterio de decisión, sino que forma parte del

conjunto de herramientas que evalúan el comportamiento del valor del dinero en el tiempo.

El periodo de recuperación de inversión es fácil de comprender y también muy simple de llevar a la práctica. En teoría existen dos tipos de Período de Recuperación de la Inversión (PRI), el que no toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo y el que sí lo hace. Evidentemente, interesa aquel PRI que toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo. (Lira, 2013)

2.4.2. Valor Presente Neto

Como se indicaba al inicio de este apartado, un aspecto importante en la evaluación financiera es considerar el comportamiento del valor del dinero en el tiempo. Simplemente no es igual gastar un Q.1.00 en el año 0, que ganar un Q.1.00 en el año 3. En pocas palabras, un quetzal hoy vale más que uno de mañana. ¿Por qué?, simple, el quetzal recibido hoy puede ser invertido y obtener ganancias. El valor presente neto es una de las principales herramientas utilizadas en la evaluación financiera y evaluación de proyectos de inversión.

Como en el ejemplo anterior donde al momento de invertir un quetzal se espera obtener un rendimiento sobre el dinero que aportan, también las empresas al efectuar una inversión esperan obtener un rendimiento y esto se puede determinar solo si el valor presente del flujo de efectivo que genera la inversión rebasa el costo de la inversión realizada en primer lugar. Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o, por el contrario, no darse, es decir permanecer igual.

Como se deduce, el Valor Presente Neto consiste en traer a valor presente todos los flujos de caja futuros y restarles la inversión inicial para tener un flujo neto en el momento cero. Como la inversión inicial (Io, VA o VP) están en el momento cero (hoy), esta no requiere ser traída a valor presente, sin embargo, los otros flujos de caja se encuentran en el futuro por lo que se les aplica la fórmula del VP. (Chicaiza, 2013)

Matemáticamente, el VPN se calcula así:
El valor presente neto (VPN) se obtiene restando la inversión inicial de un proyecto (FE0) del valor presente de sus flujos de entrada de efectivo (FEt) descontados a una tasa (k) equivalente al costo de capital de la empresa. (Gitman & Zutter, 2012)

$$VPN = \sum_{t=1}^{n} \frac{FE_t}{(1+k)^t} - FE_0$$

Para calcular el Valor Presente Neto es necesario establecer los flujos de fondos, el monto de inversión inicial y determinar el periodo de tiempo de evaluación, la fórmula aplica la sumatoria de todos los flujos descontados a valor presente, es decir cuál es el valor actual de una cantidad futura de dinero.

2.4.3. Tasa interna de retorno

Es la tasa o porcentaje de rendimiento que ganarán los inversionistas de la empresa si invierten en el proyecto al recibir las entradas y salidas de efectivo esperadas en el flujo de caja.

La tasa interna de retorno (TIR) equivale a la tasa de interés producida por un proyecto de inversión con pagos (valores negativos) e ingresos (valores positivos) y que ocurren en periodos regulares de tiempo. Evaluar un proyecto por TIR consiste en encontrar la tasa de interés en la que se cumplan las condiciones básicas para iniciar o aceptar un proyecto de inversión: “obtener una rentabilidad positiva”. (Chicaiza, 2013)

Es importante tomar en cuenta que la tasa interna de retorno no es igual a la tasa de rendimiento mínima requerida por los inversionistas, ya que únicamente representa el rendimiento que se obtendrá cuando el VPN de los flujos establecidos sea igual a cero. Sin embargo, si el valor presente neto es mayor que cero la tasa interna de retorno será

mayor que el costo de capital o tasa descuento utilizada en el cálculo, esto nos permite determinar que la inversión es aceptable.
Matemáticamente, la TIR es el valor de k en la ecuación del VPN que hace que este sea igual a cero:

$$\$0 = \sum_{t=1}^{n} \frac{FE_t}{(1 + TIR)^t} - FE_0$$

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{FE_t}{(1 + TIR)^t} = FE_0$$

Los criterios de decisión para tomar las decisiones de aceptar o rechazar con base a la tasa interna de retorno:

- Si la TIR es mayor que el costo de capital, se acepta el proyecto.
- Si la TIR es menor que el costo de capital, se rechaza el proyecto.

Estos criterios garantizan que, si la empresa acepta el proyecto, gane por lo menos su rendimiento requerido y que le permita aumentar el valor de mercado de la empresa y, por lo tanto, la riqueza de sus dueños. (Gitman & Zutter, 2012)

2.4.4. Flujos de efectivo

Elaborar los flujos de efectivo de una inversión consiste en determinar los ingresos y egresos netos proyectados derivados de las operaciones del proyecto, es decir, todo lo relacionado a las salidas y los ingresos de efectivo neto resultado de las ventas, los costos y gastos principalmente.

El flujo de caja o flujo de efectivo, que es necesario proyectar cuando se evalúan proyectos, no debe confundirse con el flujo de tesorería, el cual es un flujo de caja que se proyecta a plazos muy cortos y que permite saber, al tesorero, cuando faltará o sobrará

efectivo y, por lo tanto, actuar en consecuencia. Lo que se busca en el flujo de caja de un proyecto es estimar los ingresos y egresos en efectivo que se producirán en un horizonte temporal de largo plazo (la vida del proyecto) y saber cuánto de ese efectivo se puede retirar, sin que esto afecte la marcha del proyecto. (Lira, 2013)

Los flujos de efectivo de cualquier proyecto pueden incluir tres componentes básicos (Gitman & Zutter, 2012):

- Inversión inicial: Salida de efectivo relevante incremental de un proyecto propuesto, en el tiempo cero.
- Entradas y salidas operativas de efectivo: Entradas de efectivo netas incrementales, después de impuestos, generadas durante la vida de un proyecto.
- Flujo final de efectivo: Flujo de efectivo no operativo, después de impuestos, que ocurre en el último año de un proyecto. Por lo regular, se atribuye a la liquidación del proyecto.

2.4.5. Costo de Capital

El costo de capital no es más que la tasa promedio que los accionistas esperan recibir anualmente si en lugar de invertir su dinero en la empresa lo hicieran en otra de solvencia equivalente. (Rodriguez, 2017)

El costo de capital representa la tasa de retorno exigida a la inversión realizada en un proyecto para compensar el costo de oportunidad de los recursos destinados a él y el riesgo que deberá asumir. Con ella se descontarán los flujos futuros proyectados para calcular su valor actual neto. Esto requiere, en primer lugar, determinar una tasa que pueda ser considerada como el equivalente a una tasa libre de riesgo y que sea representativa de la mejor opción segura a la que podría acceder el inversionista, a la cual se le agrega una prima por cada tipo de riesgo asociado específicamente con el proyecto. (Sapag, 2011)

Considerando que una inversión está formada por una estructura compuesta por capital propio y deuda o financiamiento, el costo promedio ponderado de capital o WACC (Weight average cost capital) se calcula multiplicando el costo de cada forma de financiamiento por su proporción en la estructura de capital, para luego sumar los valores ponderados, obteniendo la tasa promedio ponderada de descuento o costo de capital para evaluar la inversión. (Sapag, 2011)

Como se representa en la siguiente fórmula:
WACC = we x ke + wd x kd x (1 - t)
We = Porcentaje de capital propio
ke = Costo de capital propio
wd = Porcentaje de la deuda
kd = Costo de la deuda
t= tasa impositiva (escudo fiscal)

2.4.6. Relación beneficio-costo

La relación beneficio-costo compara el valor actual de los beneficios proyectados con el valor actual de los costos, incluida la inversión. El método lleva a la misma regla de decisión del VAN, ya que cuando este es 0, la relación beneficio-costo es igual a 1. Si el VAN es mayor que 0, la relación es mayor que 1, y si el VAN es negativo, esta es menor que 1. (Sapag, 2011)

Este método toma la sumatoria de los flujos de ingresos netos descontados a la tasa de descuento establecida, el resultado se divide dentro de la sumatoria de egresos descontados.

3. METODOLOGÍA

La problemática planteada se puede abordar de diferentes formas y obtener resultados diferentes, por lo que es necesario que a continuación se incluya la metodología de investigación utilizada para resolver el problema de investigación relacionado con la evaluación financiera de un proyecto de inversión de paneles solares en una empresa de almacenaje de materiales eléctricos ubicada en el municipio de Guatemala.

El contenido del capítulo incluye: la definición del problema; objetivo general y objetivos específicos; método científico; y, las técnicas de investigación documental y de campo, utilizadas. En general, la metodología presenta el resumen del procedimiento usado en el desarrollo de la investigación.

3.1. Definición del Problema

El problema de investigación que actualmente tiene la empresa responde a la siguiente pregunta ¿Es viable y rentable financieramente el proyecto de inversión de paneles solares en una empresa de almacenaje de materiales eléctricos en el municipio de Guatemala?

La necesidad de evaluar financieramente un proyecto de inversión se caracteriza en que permite a la administración y a los accionistas analizar la rentabilidad del proyecto y poder tomar una mejor decisión sobre invertir. La importancia de tomar en cuenta aspectos como el valor del dinero en el tiempo, el costo de oportunidad, el rendimiento que tendrá el capital a invertir, la estructura con la que deberá ser financiada la ejecución del proyecto, así como el análisis de los posibles riesgos que involucra este tipo de inversiones.

La empresa de almacenaje de materiales eléctricos ubicada en el municipio de Guatemala cuenta con un amplio espacio sobre los techos de las bodegas y a la vez cuenta con la experiencia en la comercialización de materiales eléctricos tales como

paneles solares; pero no cuentan con información financiera que respalde la viabilidad del proyecto y el riesgo al que están expuestos.

El problema de investigación de la empresa actualmente es la toma de decisión de invertir en la construcción de una planta de generación de energía solar en el municipio de Guatemala. Derivado de la oportunidad de aprovechar el espacio en los techos de las diferentes bodegas con que cuenta para hacer inversiones en materia de energía renovable, lo que ha generado la necesidad de evaluar financieramente este proyecto.

Habitualmente los administradores de algunas empresas analizan la rentabilidad de la inversión únicamente desde el punto de vista de la utilidad que obtendrán al poner en marcha la producción de energía renovable, derivado de la venta de Megavatios, es decir bajo la elaboración de un estado de resultados simple en el que se determina un margen de utilidad proyectado, sin tomar en cuenta aspectos importantes como el valor del dinero en el tiempo.

La propuesta de solución que se plantea al problema de investigación financiero en una empresa de almacenaje de materiales eléctricos consiste en elaborar un modelo de evaluación financiera como herramienta para determinar la factibilidad financiera y evaluar el riesgo que está expuesto el proyecto de inversión en energía solar, con el objetivo de maximizar las utilidades de la empresa e inversionistas.

3.2. Delimitación del problema

Como parte de la definición del problema, es importante definir la especificación del problema, derivado que brinda una mejor comprensión y sirve de base para definir la unidad de análisis, el período y el ámbito geográfico que comprende la investigación relacionada con la evaluación financiera de un proyecto de inversión de paneles solares.

3.2.1. Unidad de Análisis

Empresa de almacenaje de materiales eléctricos.

3.2.2. Período por investigar

Proyecciones financieras a veinticinco años a partir del año 2021.

3.2.3. Ámbito Geográfico

Municipio de Guatemala

3.3. Objetivos

Para darle solución a la necesidad planteada en la justificación, es necesario determinar los propósitos o fines de la presente investigación para lo cual se establecen objetivos relacionados con la evaluación financiera de un proyecto de inversión de paneles solares en una empresa de almacenaje de materiales eléctricos, ubicada en el municipio de Guatemala.

3.3.1. Objetivo General

Realizar una evaluación financiera de un proyecto de inversión de paneles solares en una empresa de almacenaje de materiales eléctricos, ubicada en el municipio de Guatemala.

3.3.2. Objetivos Específicos

- Establecer el monto de la inversión inicial, así como los ingresos y egresos que generará la inversión para construir el flujo de efectivo proyectado a través del estudio técnico que determine las características del equipo necesario y la capacidad de producción.

- Proponer la estructura de capital y la tasa de rendimiento mínima esperada a utilizar en las herramientas de evaluación financiera; Valor Presente Neto VPN, Tasa Interna de Rendimiento TIR, Relación Beneficio/costo B/C, periodo de recuperación de la inversión, rentabilidad.

- Analizar el riesgo de la inversión mediante el método de escenarios, para identificar variables críticas y contemplar alternativas.

3.4. Justificación

Con el propósito de cumplir con las metas establecidas en el plan de negocios de la empresa es necesario analizar iniciativas clave del negocio de proyectos existentes, así como de nuevos proyectos que se está evaluando financieramente implementar. Analizar casos de alianzas corporativas, ampliar las líneas de productos existentes, la promoción, venta y utilización de paneles solares e inversores, lo cual permitiría cumplir con la meta de mejorar la rentabilidad actual de la empresa.

La energía eléctrica es un recurso esencial para el desarrollo de la economía de nuestro país, sin embargo, el precio de venta en los últimos años se ha mantenido o aumentado. En ese sentido, es importante tener en cuenta que la energía renovable, es mucho más barata que la que se produce por derivados del petróleo.

Evaluar financieramente la posibilidad de invertir en un proyecto de paneles solares en una empresa de Almacenaje de Materiales Eléctricos permite determinar la rentabilidad de implementar un sistema fotovoltaico en los techos de nuestros almacenes para inyectar energía eléctrica a la red de distribución y así obtener ingresos adicionales a los del giro normal de la operación, sacando el máximo provecho de los espacios ya existentes.

El enfoque de vista financiero permite tomar decisiones más acertadas a los administradores de las grandes empresas y les permite no solo generar más utilidades sino a garantizar la sostenibilidad del negocio, brindar credibilidad a quienes han invertido su capital en la empresa y en consecuencia ser atractivos para futuros inversionistas y clientes.

La evaluación financiera brinda información acerca de la rentabilidad del proyecto y es de gran valor para los accionistas para la toma de decisiones sobre invertir o no en el proyecto. El mercado actualmente exige a las empresas dinamismo y proactividad, lo que impulsa a los administradores a considerar proyectos futuros de la organización cada vez con mayor precisión.

Por tal motivo, las proyecciones financieras cobran mayor relevancia ya que son fundamentales para la toma decisiones que beneficiarán el futuro de la empresa. Es acá donde cobra relevancia contar con un adecuado modelo de evaluación financiera que permita determinar la factibilidad financiera de un proyecto de inversión en paneles solares con el objetivo de maximizar las utilidades de la empresa e inversionistas.

3.5. Método

La presente investigación sobre la evaluación financiera de un proyecto de inversión de paneles solares en una empresa de almacenaje de materiales eléctricos ubicada en el municipio de Guatemala se fundamenta en el método científico.

La investigación se realizó a través de un enfoque cuantitativo con un alcance correlacional o explicativo, a través del análisis de la relación que tienen las variables de inversión inicial, ingresos y egresos, estructura de capital, tasa de rendimiento mínima esperada, valor presente neto, tasa interna de retorno, relación beneficio costo, periodo de recuperación. Se basa en el análisis de las variables sin manipulación deliberada, debido a que los flujos de efectivo futuros se basan en variables ya establecidas.

A continuación, se detalla la forma en la que se aplicaron las tres fases del método científico:

- La fase Indagatoria se realizó a través de la recolección de información financiera relacionada con la inversión inicial, ingresos y egresos, estructura de capital, tasa de rendimiento mínima esperada, además, estudios de bibliografía, también con el apoyo de tesis como referencias.
- La fase demostrativa se realizó por medio de observación directa, entrevistas de personal y herramientas financieras, como valor presente neto, tasa interna de retorno, relación beneficio costo, periodo de recuperación.
- La fase expositiva se realizó por medio de gráficos y tablas que muestran los análisis y proyecciones realizados.

El diseño que se utilizó en el desarrollo de la investigación fue el experimental derivado que es un estudio que busca la recolección de datos y la evaluación de cifras financieras en un determinado momento, con el fin de brindar un análisis sobre la factibilidad financiera del proyecto de inversión en paneles solares para tomar la mejor decisión para la empresa.

3.6. Técnicas de Investigación aplicadas

Las técnicas son reglas y operaciones para el manejo de instrumentos, en la realización del trabajo profesional de graduación. En general, son herramientas comúnmente empleadas en la aplicación del método de investigación científico. Las técnicas de investigación documental y de campo aplicadas en la presente investigación son las siguientes:

3.6.1. Técnicas de investigación documental

Las técnicas de investigación documental utilizadas en la revisión bibliográfica fueron recursos como libros, tesis, publicaciones en páginas web y artículos electrónicos;

algunas de las técnicas utilizadas para la investigación documental fueron: lectura analítica, subrayado, resumen, fichas bibliográficas y citas.

3.6.2. Técnicas de investigación de campo

Las técnicas de investigación de campo utilizadas para la recolección y análisis de datos financieros y de flujos de fondos son:

- Entrevistas: al personal técnico y financiero a cargo de la planificación del proyecto de inversión en paneles solares (ver anexo 1).
- Análisis financiero: Se utilizó para obtener algunas razones financieras y relaciones que facilitan la toma de decisiones.
- Observación directa: Se llevó a cabo a través de verificar la información financiera obtenida en la determinación de la inversión inicial, flujos de ingresos y egresos que tiene el proyecto de inversión.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo contiene los resultados de la investigación y análisis relacionados con la evaluación financiera de un proyecto de inversión de paneles solares en una empresa de almacenaje de materiales eléctricos, ubicada en el municipio de Guatemala.

A continuación, se desarrolla el análisis y determinación de la inversión inicial, los flujos de ingresos y egresos proyectados del proyecto, de igual forma se propone la estructura de capital y la tasa de rendimiento mínima esperada para los inversionistas. Posteriormente se realiza la determinación de la tasa de retorno, valor actual neto, periodo de recuperación, relación beneficio/costo; por último, se analiza el riesgo de la inversión mediante el método de escenarios.

4.1. Determinación de la inversión inicial, flujos de ingresos y egresos proyectados

Es necesario identificar el valor de la inversión inicial para el proyecto de inversión de paneles solares derivado que es el punto de partida y permitirá determinar posteriormente el capital a invertir y la necesidad de financiamiento. De igual forma, es necesario determinar los ingresos y egresos futuros del proyecto para realizar los flujos de caja proyectados.

Esta información se logró identificar gracias a entrevistas realizadas al personal técnico que tiene a su cargo el desarrollo del proyecto y participó en el estudio y diseño técnico (ver anexo 1) enfocando el tema en aspectos fundamentales, tales como, metros cuadrados de espacio disponible en los techos, cantidad de paneles solares a instalar, vida útil promedio de los paneles solares, porcentaje de pérdida en la generación de energía

4.1.1. Inversión inicial

De acuerdo con la información técnica obtenida (ver anexo 2), para desarrollar el proyecto de inversión de paneles solares se debe contar con un espacio físico. El equipo está compuesto principalmente por paneles fotovoltaicos, los inversores, transformador, los acoples y medición. Además, se requieren algunos elementos adicionales como mano de obra, supervisión y estudios.

En el espacio físico a utilizar, se busca aprovechar el amplio espacio con que se cuenta sobre los techos de las bodegas de almacenamiento de la empresa que se encuentran ubicadas en la zona 8 de la ciudad de Guatemala. De acuerdo con el análisis técnico son nueve áreas techadas las que se utilizaran, como se puede apreciar en la siguiente figura:

Figura 4. Esquema de ubicación de paneles solares
Fuente: imagen tomada de Google Maps.

A continuación, se presenta el detalle de los metros cuadrados por área disponibles para la instalación de los paneles solares:

Tabla 1
Espacio físico disponible en bodegas para Instalación de paneles solares
Área en Metros cuadrados

Ubicación	Área m^2
Bodega Central	4,600
Bodega Materiales T1	350
Bodega Materiales T2	320
Área Operativa C1	320
Área Garita S1	320
Área Operativa CO1	70
Bodega Materiales T3	300
Área Parqueo 1	350
Área Taller 1	500
TOTAL	**7,130**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación.

La cantidad de metros cuadrados disponibles que se describen en la tabla 1 de las nueve áreas identificadas en el análisis técnico suman un total de 7,130 metros cuadrados de espacio disponible en los techos y permitió al personal técnico establecer la cantidad idónea de paneles solares que se pueden instalar y por ende la cantidad de los demás insumos necesarios para la inversión inicial.

En el mercado mundial existe una diversidad de paneles solares fotovoltaicos, sin embargo, para este proyecto se seleccionaron los paneles solares fotovoltaicos tipo monocristalino de 410w, debido a que se obtienen mejores resultados en cuanto a eficiencia eléctrica y eficiencia en instalación.

La vida útil efectiva, definida por la cantidad de años en que los paneles solares pueden razonablemente esperarse a que funcionen antes de ser objeto de reemplazo, abarca un período considerado entre los 25 a los 30 años, aunque la vida útil de funcionamiento es de más de medio siglo. Por lo anterior, no se tiene contemplado realizar un reemplazo durante los años de la proyección.

Los inversores son los dispositivos que transforman la corriente continua o directa en corriente alterna, con la amplitud y frecuencia requerida por el usuario final de la corriente

que usualmente es el distribuidor. En el diseño del proyecto de generación solar se ha planificado disponer de 18 Inversores Solares Trifásicos de 62 KW.

El rubro de Instalación de paneles solares incluye los gastos de instalación y mano de obra de los paneles solares por un valor de Q.1000.00 cada uno, dentro de los gastos de instalación se consideran los gastos de preparación de los techos que corresponde al montaje de los soportes, fijación de la cubierta y de las placas solares, por último, la conexión a los inversores.

Adicional a los elementos descritos, los demás valores más representativos están relacionados con el costo de mano de obra de media tensión, centros de transformación y licencias. A continuación, se presenta la tabla resumen con los elementos de la inversión inicial que se deben considerar para el proyecto de generación solar:

Tabla 2
Inversión Inicial para el proyecto de paneles solares
cifras en quetzales

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Inversor Solar trifásico de 62 KW	18	40,300.00	725,400.00
Equipo de monitoreo y control SMA	1	15,000.00	15,000.00
Panel Solar fotovoltaico 410w monocristalino	2460	820.00	2,017,200.00
Instalación Panel Solar (Mano de obra)	2460	1,000.00	2,460,000.00
Transformador, Acople y CTs de medición	1	500,000.00	500,000.00
Reconectador	1	100,000.00	100,000.00
Mano de obra MT	1	250,000.00	250,000.00
Supervisión	1	68,640.00	68,640.00
Estudios de Cargas	1	100,000.00	100,000.00
Equipo de computo	1	11,587.50	11,587.50
Software monitoreo SMA	1	98,250.00	98,250.00
Licenciamiento PVSYST	1	50,000.00	50,000.00
Licencia para integrar los inversores	1	718,097.34	718,097.34
Total			**7,114,174.84**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación.

Cabe mencionar que, para los rubros de equipos y materiales, los datos se obtienen de proveedores externos (ver anexo 3) para el rubro de mano de obra, se obtienen de cotizaciones internas de empresas relacionadas derivado que, para mejorar la rentabilidad del grupo, se busca adquirir algunos servicios con empresas relacionadas.

Como puede apreciarse en la Tabla 2, se determinó que el total de la inversión inicial es de Q. 7,114,174.84. Adicionalmente, los paneles solares fotovoltaicos monocristalinos con una capacidad de 410 watts representan el rubro más representativo de desembolso que se debe realizar en el proyecto de generación solar debido a que representa la base del proyecto.

4.1.2. Flujo de ingresos proyectados

Derivado que el proyecto que se está analizando tiene como objetivo la obtención de ingresos a través de la generación de energía solar, la base para generar esos ingresos es la planta de generación solar tomando en cuenta que se espera adquirir 2460 paneles solares con una capacidad de 410 Wp identificados en la tabla 2 y considerando la radiación horaria estimada para la ciudad de Guatemala por Solargis y publicado por el Grupo del Banco Mundial (ver anexo 4), se procede a la cuantificación de la energía que el proyecto generará en forma mensual y anual en la siguiente tabla:

Tabla 3
Proyección de Generación de energía anual
Expresado en KWh

Ubicación	Área m^2	Paneles 410 Wp	Potencia Instalada KW (Paneles x Capacidad)	Horas Promedio	Días Promedio	Generación Mensual KWh (potencia x H x D)	Generación Anual KWh
Bodega Central	4,600	1,592	653	4.26	30	83,418	1,001,011
Bodega MT1	350	120	49	4.26	30	6,288	75,453
Bodega MT2	320	110	45	4.26	30	5,764	69,165
Área C1	320	110	45	4.26	30	5,764	69,165
Área GS	320	110	45	4.26	30	5,764	69,165
Área CO1	70	24	10	4.26	30	1,258	15,091
Bodega MT3	300	103	42	4.26	30	5,397	64,764
Área P1	350	120	49	4.26	30	6,288	75,453
Área T1	500	171	70	4.26	30	8,960	107,521
TOTALES		**2,460**	**1,009**			**128,899**	**1,546,789**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación

De acuerdo con la potencia instalada que corresponde al resultado de multiplicar la cantidad de paneles solares por su capacidad de potencia y tomando en cuenta las horas promedio de irradiación al día se determinó que la capacidad de generación mensual de kilovatios para el proyecto de paneles solares es de 128,899 kilovatios hora según lo indica la tabla 3 y el total de capacidad de generación anual es de 1,546,789 kilovatios hora.

Posteriormente, se calculan las pérdidas o degradación técnica de los paneles solares, para obtener la energía real que la planta solar aportará a la red (Sistema Interconectado Nacional) para ser vendida en el mercado no regulado de grandes usuarios a través de uno de los comercializadores que forma parte las empresas del grupo.

Se estima un porcentaje de degradación técnica en paneles solares con base en la Guía para la evaluación de elegibilidad de financiación de proyectos de eficiencia energética del Banco de Desarrollo de América Latina y de acuerdo a las especificaciones del proveedor de paneles solares de 0.71% en el año 1 y de igual forma se aplica el mismo

% al año siguiente sobre la base del año anterior, por lo que la producción de energía entregable para la venta en el primer año disminuiría de 1,546,788.96 KWh a un valor de 1,535,806.76 KWh.

Derivado de las pérdidas en rendimiento de los paneles solares y considerando los años de vida útil del proyecto, es importante calcular la generación de energía anual para los siguientes años que tiene considerado el proyecto, tal y como se detalla a continuación:

Tabla 4
Proyección real de Generación energía anual
Expresado en KWh

Año	Rendimiento Paneles	Generación Anual en KWh
2023	99.29%	1,535,807
2024	98.58%	1,524,825
2025	97.87%	1,513,842
2026	97.16%	1,502,860
2027	96.45%	1,491,878
2028	95.74%	1,480,896
2029	95.03%	1,469,914
2030	94.32%	1,458,931
2031	93.61%	1,447,949
2032	92.90%	1,436,967
2033	92.19%	1,425,985
2034	91.48%	1,415,003
2035	90.77%	1,404,020
2036	90.06%	1,393,038
2037	89.35%	1,382,056
2038	88.64%	1,371,074
2039	87.93%	1,360,092
2040	87.22%	1,349,109
2041	86.51%	1,338,127
2042	85.80%	1,327,145
2043	85.09%	1,316,163
2044	84.38%	1,305,181
2045	83.67%	1,294,198
2046	82.96%	1,283,216
2047	82.25%	1,272,234

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación

Se puede apreciar en la Tabla 4 que durante el primer año de operación los paneles solares tendrán un rendimiento del 99.29% por lo cual será factible generar energía equivalente a 1,535,806.76 kilovatios. Al final del último año de operación del proyecto durante el año 25, el rendimiento de los paneles habrá disminuido significativamente hasta obtener un rendimiento de 82.25% por lo que únicamente se generarán 1,272,233.92 kilovatios de energía solar.

Después de haber calculado la generación real de energía por los veinticinco años de operación de la planta fotovoltaica, se procede a realizar el cálculo de los ingresos netos a obtener durante los 25 años de operación.

Para determinar la proyección de ingresos se considera establecer un contrato de suministro y venta de energía eléctrica con una de las empresas del grupo que se dedica a la comercialización de energía en el mercado no regulado. El contrato de suministro de energía será favorable para ambas filiales debido a que la energía producida será completamente renovable y amigable con el medio ambiente, y se buscará que el precio pactado sea igual o inferior al precio promedio del mercado no regulado.

El precio promedio del megavatio acordado es de US$ 64.00 dólares de acuerdo con la proyección del comportamiento del precio spot. Es importante mencionar que el precio de la energía en el mercado de oportunidad promedio según estadísticas del Administrador del Mercado Mayorista (AMM) de febrero a julio 2021 fue de US$66.08 con meses como junio y julio por arriba de los US$70.00, como se puede apreciar en la siguiente gráfica:

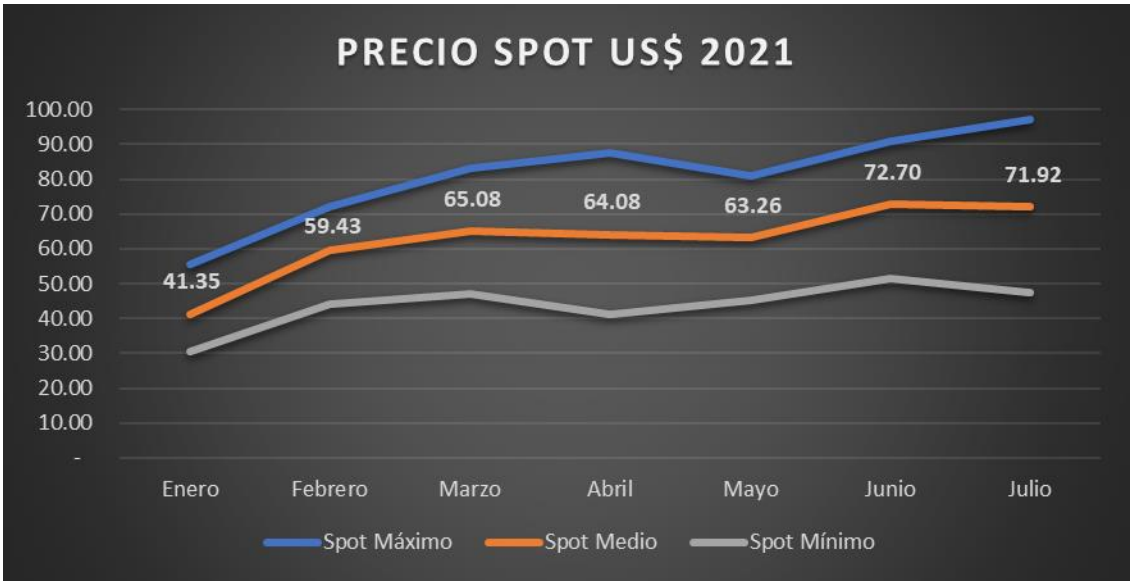


Figura 5. Precios de la energía en el mercado de oportunidad
Fuente: Elaboración propia con base a información del Administrador Mercado Mayorista (AMM)

Luego de acordar el precio de venta inicial del megavatio hora de US$ 64.00 dólares equivalente a un precio de venta en kilovatios hora de US$ 0.064, se estableció un crecimiento anual del 1.70% en el precio considerando afectaciones en el precio derivado de la inflación externa (USA) adicional a las condiciones contractuales que se revisarán cada año, previo a determinar el nuevo precio.

Derivado que el precio acordado está dado en dólares de EEUU, se consideró un tipo de cambio promedio proyectado con base en estimaciones realizadas por la Dirección de Planeación Financiera de casa matriz y que de acuerdo con las políticas internas de la empresa establece como obligatorio su utilización para la realización de proyecciones financieras (ver anexo 5). Para la elaboración del escenario macroeconómico por parte de casa matriz, toman en cuenta información de instituciones que se dedican a la consultoría económica y financiera como Consultores para el Desarrollo, S.A.(COPADES), Central American Business Intelligence (CABI), Bloomberg y Focus Economics.

A continuación, se presenta la tabla resumen con los elementos de generación anual de energía y precio de venta por kilovatio hora que se deben considerar para determinar la proyección de ingresos del proyecto de generación solar:

Tabla 5
Proyección de Ingresos de Generación de energía anual
Expresado en quetzales

Año	Generación Anual en KWh	Precio Anual en US$	Ingresos en US$	Tipo de cambio	Ingresos en Quetzales
2023	1,535,807	0.064	98,291.63	7.73	759,304.63
2024	1,524,825	0.065	99,247.78	7.74	767,687.59
2025	1,513,842	0.066	100,208.03	7.75	776,122.84
2026	1,502,860	0.067	101,172.25	7.76	784,609.48
2027	1,491,878	0.068	102,140.29	7.77	793,146.56
2028	1,480,896	0.070	103,112.00	7.78	801,733.09
2029	1,469,914	0.071	104,087.24	7.79	810,368.00
2030	1,458,931	0.072	105,065.83	7.80	819,050.19
2031	1,447,949	0.073	106,047.62	7.81	827,778.49
2032	1,436,967	0.074	107,032.42	7.82	836,551.68
2033	1,425,985	0.076	108,020.05	7.83	845,368.47
2034	1,415,003	0.077	109,010.34	7.84	854,227.51
2035	1,404,020	0.078	110,003.07	7.85	863,127.40
2036	1,393,038	0.080	110,998.05	7.86	872,066.65
2037	1,382,056	0.081	111,995.08	7.87	881,043.72
2038	1,371,074	0.082	112,993.92	7.88	890,057.00
2039	1,360,092	0.084	113,994.36	7.89	899,104.80
2040	1,349,109	0.085	114,996.16	7.90	908,185.36
2041	1,338,127	0.087	115,999.07	7.91	917,296.83
2042	1,327,145	0.088	117,002.85	7.92	926,437.31
2043	1,316,163	0.090	118,007.23	7.93	935,604.80
2044	1,305,181	0.091	119,011.95	7.94	944,797.23
2045	1,294,198	0.093	120,016.72	7.95	954,012.42
2046	1,283,216	0.094	121,021.27	7.96	963,248.12
2047	1,272,234	0.096	122,025.28	7.97	972,502.00
Totales			**2,751,500.48**		**21,603,432.15**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación

Como se aprecia en la Tabla No. 5, los kilovatios generados serán de 1,535,807 durante el primer año de operación, los cuales serán vendidos a un precio de US$ 0.064 el kilovatio hora, generando ingresos para el primer año por un total de Q. 759,304.63.

Los megavatios producidos tendrán una disminución del 0.71% cada año, debido a la pérdida en el rendimiento de los paneles fotovoltaicos establecida en la Tabla 4. El precio del megavatio tendrá un incremento de 1.70% cada año, de acuerdo con el contrato de suministro y venta de energía pactado con la Comercializadora, y al final de los 25 años se tendrán ingresos por generación de energía de fuente solar equivalentes a Q. 21,603,432.15.

4.1.3. Flujo de egresos proyectados

La proyección del flujo de egresos se realiza para estimar lo relacionado con los gastos de operación, impuestos, depreciaciones del proyecto de paneles solares.

4.1.3.1. Costos Operativos

Los gastos de operación incluyen a una persona como gestor de planta con perfil de estudiante de ingeniería eléctrica que se encargará del monitoreo de la energía generada y tendrá como tarea secundaria ayudar en la debida y constante limpieza de los paneles solares.

Los gastos de mantenimiento incluyen a dos técnicos, insumos de limpieza y equipo de protección personal. Los técnicos tendrán como única tarea estar continuamente limpiando los paneles solares con el objeto de que la captación de la radiación sea uniforme.

Los gastos de telemetría corresponden al pago de servicios de medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema a través de un tablero de control diseñado acorde a las necesidades del proyecto. De igual forma, se tiene contemplado un monto para una suscripción anual a Office 365 y adicional un estimado para soportar gastos varios.

Se puede determinar que los costos operativos del proyecto de generación de energía solar a través de paneles solares son relativamente bajos y están conformados en pocos rubros que a continuación se detallan:

Tabla 6
Proyección costos operativos primer año
Expresado en quetzales

Descripción	Monto en Q.
Gastos de Mantenimiento	27,235.64
Gastos de Operación	85,800.00
Telemetría	1,039.91
Suscripción Office 365	927.00
Gastos Varios	10,000.00
Total	**125,002.55**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación

Los costos operativos tendrán un aumento del 3.7% anual con relación con el año inmediato anterior con base en el incremento por inflación proyectado para Guatemala, de acuerdo con el promedio proyectado para los siguientes cinco años según las proyecciones de COPADES, como se puede apreciar a continuación:

Tabla 7
Proyección Quinquenal Tasa de Inflación

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	QUINQUENIO HISTÓRICO					ACTUAL	QUINQUENIO HISTÓRICO				
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
TASA DE INFLACIÓN													
Según variación del IPC fin del período	% anual	3.1%	4.2%	5.7%	2.3%	3.4%	4.8%	4.2%	3.7%	3.8%	3.6%	3.6%	3.6%
Promedio anual	% promedio		4.4%	4.5%	4.0%	3.4%	3.2%	4.5%	4.0%	3.8%	3.7%	3.6%	3.6%

Fuente: COPADES, con base en datos del BANGUAT, INE, Ministerio de Finanzas, otras fuentes oficiales y estimaciones propias.

4.1.3.2. Carga tributaria

Se determina que el régimen de impuesto sobre la renta que mejor le conviene adoptar al proyecto es el Régimen Opcional Simplificado Sobre Ingresos de Actividades Lucrativas, el cual establece un porcentaje del 5% sobre los primeros Q30,000 de ingresos y el 7% sobre los ingresos brutos adicionales, derivado que, para considerar el régimen general, el impuesto se calcula sobre la utilidad operativa, es decir, se toma en cuenta para el cálculo los gastos operativos y las depreciaciones, los cuales en el presente proyecto no son representativos por lo que no se recomienda considerar el régimen general.

Adicionalmente, es importante tomar en cuenta que la opción de inversión se desarrollará dentro del marco de la Ley de Incentivos a la Generación con Energía Renovable, Decreto No. 52-2003, del Congreso de la República de Guatemala, por lo que gozará de los siguientes beneficios fiscales:

- Exención de derechos arancelarios para las importaciones, incluyendo el impuesto al Valor Agregado -IVA-, cargas y derechos consulares sobre la importación de maquinaria y equipo, utilizados exclusivamente para la generación de energía en el área donde se ubiquen los proyectos de energía renovable.

- Exención del pago del Impuesto Sobre la Renta. Este incentivo tendrá vigencia exclusiva a partir de la fecha inicio de entrega, por un período de diez (10) años.

Por lo anterior, la empresa gozará de exención de impuestos por un período de 10 años, contados a partir de la emisión de la resolución de exención por parte de la Superintendencia de Administración Tributaria –SAT–.

Es importante mencionar que la exención antes mencionada, únicamente se otorga a las personas individuales y jurídicas que desarrollen directamente los proyectos y solamente

aplica a la parte que corresponda a dicho proyecto, es decir, que la exención no aplica a las demás actividades que realicen en la empresa.

Por lo anterior, el proyecto de generación de energía solar únicamente pagará Impuesto Sobre la Renta durante los últimos quince años de la proyección estimada. La carga tributaria por concepto de Impuesto Sobre la Renta se detalla a continuación:

Tabla 8
Proyección Impuesto sobre la Renta por pagar
Expresado en quetzales

Año	Ingresos en Quetzales	ISR Por Pagar
2023	759,304.63	
2024	767,687.59	
2025	776,122.84	
2026	784,609.48	
2027	793,146.56	
2028	801,733.09	
2029	810,368.00	
2030	819,050.19	
2031	827,778.49	
2032	836,551.68	
2033	845,368.47	58,575.79
2034	854,227.51	59,195.93
2035	863,127.40	59,818.92
2036	872,066.65	60,444.67
2037	881,043.72	61,073.06
2038	890,057.00	61,703.99
2039	899,104.80	62,337.34
2040	908,185.36	62,972.97
2041	917,296.83	63,610.78
2042	926,437.31	64,250.61
2043	935,604.80	64,892.34
2044	944,797.23	65,535.81
2045	954,012.42	66,180.87
2046	963,248.12	66,827.37
2047	972,502.00	67,475.14
	21,603,432.15	**944,895.57**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación

4.1.3.3. Depreciaciones y Amortizaciones

Los conceptos por depreciaciones y amortizaciones corresponden a gastos no desembolsables del proyecto de generación de energía solar, y está constituido por la depreciación de los activos fijos y la amortización de los activos intangibles.

Los gastos anuales que no representan salida de efectivo en el proyecto de generación de energía solar ascienden a Q. 426,581.57, correspondiente a Q. 253,312.10 por concepto de depreciaciones y Q. 173,269.47 por concepto de amortizaciones.

Los gastos no desembolsables por concepto de depreciaciones y amortizaciones se describen a continuación:

Tabla 9
Proyección anual de depreciaciones y amortizaciones
Expresado en quetzales

Descripción	Valor del Activo	Vida Útil	Monto Anual
Proyecto Generación Solar	6,236,240.00	25	249,449.60
Equipo de Computo	11,587.50	3	3,862.50
Software monitoreo SMA	98,250.00	5	19,650.00
Licenciamiento PVSYST	50,000.00	5	10,000.00
Licencia para integrar los inversores	718,097.34	5	143,619.47
Total			**426,581.57**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación

Los activos fijos y todos los gastos necesarios descritos en la tabla 9 para la instalación del proyecto de generación solar, como inversores, paneles, transformadores, Equipo de monitoreo, Mano de obra, estudios y otros, se les consideran un período de vida útil de 25 años, tomando en cuenta que los paneles fotovoltaicos son los activos que tendrán mayor depreciación y su vida útil a nivel internacional oscila entre los 25 y 30 años. Para

el caso del equipo de cómputo se consideró una vida útil de 3 años y para el software una vida útil de 5 años.

4.2. Determinación de estructura de capital y tasa de rendimiento mínima esperada a utilizar en las herramientas de evaluación financiera: Valor Presente Neto VPN, Tasa Interna de Rendimiento TIR, Relación Beneficio/costo B/C, periodo de recuperación de la inversión.

Luego de establecer el valor de la inversión inicial del proyecto de generación solar es necesario determinar la estructura de capital óptima que aplicará la empresa en la ejecución del proyecto de inversión, corresponde al análisis del porcentaje de la inversión inicial que se cubrirá con capital propio y a través de un financiamiento externo con una entidad bancaria. Adicionalmente, se presentan los resultados de la evaluación financiera del flujo de fondos netos descontados y de los indicadores financieros evaluados como el Valor presente neto, Tasa interna de rendimiento, relación beneficio costo y periodo de recuperación de la inversión.

4.2.1. Determinación de Estructura de Capital

Se determina la composición de la estructura de capital que aplicará la empresa para la ejecución del proyecto de inversión en paneles solares, a partir del valor de la inversión inicial del proyecto de generación solar establecido en la Tabla 2, que asciende a la cantidad de Q. 7,114,174.84. Es necesario a través del modelo de evaluación financiera estimar por medio de escenarios el porcentaje que aportaran los inversionistas y el porcentaje que se financiará a través de un préstamo bancario.

La estructura de capital óptima de la empresa viene dada por aquel valor del ratio de endeudamiento que hace máximo el valor de la empresa o mínimo el costo del capital medio ponderado. Por lo antes expuesto, se determinó que el monto para financiar será de 55% de la inversión total, es decir Q 3,912,796.16 y los socios aportaran un 45% por un total de Q 3,201,378.68, de igual forma, se establece con la entidad financiera

condiciones de financiamiento similares a las que actualmente maneja con las demás empresas del grupo.

Se realizo el análisis de un escenario considerando una estructura de capital con un 45% de financiamiento bancario y un 55% de aporte de capital de los socios. El resultado obtenido es un Costo de Capital Promedio Ponderado de 8.44% mayor al 7.92% establecido para el proyecto. Adicionalmente, el escenario presenta una Tasa Interna de Retorno menor al Costo de Capital Promedio Ponderado y un Valor Actual Neto negativo.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de los diferentes escenarios de la composición de estructura de capital, se estableció que los porcentajes de composición de estructura de capital óptimos para la evaluación financiera son 55% de financiamiento bancario y 45% de aportes de capital de los socios.

Considerando que se espera una rentabilidad sobre una inversión en activos, la capacidad de endeudamiento es más elevada, por lo que los socios prefieren que la empresa se endeude en mayor proporción con relación al aporte de fondos propios. Adicional del hecho que el costo financiero de la deuda es más bajo que el del capital del inversionista, la rentabilidad del proyecto mejorará a medida que se considere mayor financiamiento y, por lo tanto, su valor se verá maximizado.

La tasa de interés activa promedio de enero a agosto 2021 según el Banco de Guatemala está en 12.25% y el banco otorgará una tasa de descuento en la tasa de 6.65%, lo que resulta en una tasa final para el financiamiento de 5.60% con un periodo de gracia de tres años, la primera amortización a capital será al final del cuarto año, el plazo será de 15 años y se realizarán 12 pagos anuales por concepto de abonos a capital.

El detalle de los costos por financiamiento de la deuda que se contratara con el banco por un total de Q. 3,912.796.16 se describe a continuación:

Tabla 10
Proyección costos por financiamiento de la Inversión
Cifras en quetzales

Año	Saldo Inicial	Pago	Intereses	Amortización	Saldo Final
2022	3,912,796.16	219,116.59	219,116.59	-	3,912,796.16
2023	3,912,796.16	219,116.59	219,116.59	-	3,912,796.16
2024	3,912,796.16	219,116.59	219,116.59	-	3,912,796.16
2025	3,912,796.16	545,182.93	219,116.59	326,066.35	3,586,729.82
2026	3,586,729.82	526,923.22	200,856.87	326,066.35	3,260,663.47
2027	3,260,663.47	508,663.50	182,597.15	326,066.35	2,934,597.12
2028	2,934,597.12	490,403.79	164,337.44	326,066.35	2,608,530.78
2029	2,608,530.78	472,144.07	146,077.72	326,066.35	2,282,464.43
2030	2,282,464.43	453,884.35	127,818.01	326,066.35	1,956,398.08
2031	1,956,398.08	435,624.64	109,558.29	326,066.35	1,630,331.73
2032	1,630,331.73	417,364.92	91,298.58	326,066.35	1,304,265.39
2033	1,304,265.39	399,105.21	73,038.86	326,066.35	978,199.04
2034	978,199.04	380,845.49	54,779.15	326,066.35	652,132.69
2035	652,132.69	362,585.78	36,519.43	326,066.35	326,066.35
2036	326,066.35	344,326.06	18,259.72	326,066.35	-
Totales		**5,994,403.72**	**2,081,607.56**	**3,912,796.16**	

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación.

El total de los costos por financiamiento de la deuda que se contratara con el banco asciende a un total de Q. 2,081,607.56 según lo establecido en la tabla 10.

4.2.2. Costo de capital promedio ponderado

El Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP) se calcula a partir de dos fuentes de capital disponibles, los costos del patrimonio (o capital accionario) y del endeudamiento a través de un préstamo con una entidad bancaria, ponderados ambos por su participación en el financiamiento del proyecto de inversión de paneles solares. La primera fuente de capital es a través de un préstamo, el cual se espera adquirir a una tasa del 5.6% anual, el préstamo es gestionado en quetzales y es el equivalente al 55% de la inversión requerida. La otra fuente es la aportación por parte de los socios, los cuales contribuyen con el 45% de la inversión inicial; asimismo, los socios requieren una tasa de rendimiento por su aporte como mínimo de un 10.77% (TREMA) como se muestra

en la Tabla 4, al efectuar el método de costos de capital promedio ponderado, resulta una tasa requerida de rendimiento para la opción de inversión de 7.92%, tal y como se detalla a continuación:

Tabla 11
Costo de Capital Promedio Ponderado
Cifras en quetzales

Fuente de Financiamiento	Estructura del capital	% esperado	Tasa ponderada
Aporte de los socios	45.00%	10.77%	4.84%
Financiamiento externo	55.00%	5.60%	3.08%
Costo de Capital Promedio Ponderado			**7.92%**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación.

4.2.3. Tasa de rendimiento mínima aceptable

Es la tasa razonable que los inversionistas esperan recibir por una inversión rentable y debe ser más alta que la que brinda un banco u otra inversión que presente un mínimo de riesgo y se encuentra compuesta por la sumatoria de los siguientes componentes:

- Tasa Libre de Riesgo
- Beta apalancada
- Rendimiento de Mercado
- Riesgo País

Para determinar el costo de capital del inversionista con base en la metodología CAPM, se toma la tasa de rendimiento de mercado y se le resta la tasa rendimiento promedio de bonos del tesoro y el resultado es multiplicado por la beta de la industria. Al resultado obtenido de la operación anterior, se le suma la tasa libre de riesgo y el riesgo país.

Los valores que se están tomando en cuenta para la tasa libre de riesgo, riesgo país, Beta de la industria y rendimiento de mercado, fueron tomados según los criterios y cálculos de (Damodaran, 2021) profesor de finanzas corporativas y valoración en la Stern

School of Business de la Universidad de Nueva York y de acuerdo con la política establecida por la casa matriz de la empresa.

Tabla 12
Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable -TREMA-
Cifras en Quetzales

Descripción	Porcentaje
Tasa libre de riesgo	**5.08%**
Rendimiento Mercado	**2.62%**
Rendimiento Mercado Ajustado Beta	**3.27%**
Riesgo país	**2.42%**
Beta de la industria de energía	**1.25**
Costo capital	**10.77%**

Fuente: Elaboración propia, con base en metodología del Capital Assets Price Model (CAPM)

Luego de aplicar la metodología CAPM para determinar la tasa de rendimiento mínima aceptable se obtuvo como resultado una tasa de rendimiento mínima aceptable –TREMA– de 10.77% para el presente proyecto como se puede apreciar en la tabla 12.

4.2.4. Evaluación financiera de la inversión del proyecto de paneles solares

Para determinar la viabilidad financiera del proyecto de generación solar, se debe realizar la evaluación financiera de la opción de inversión en energía renovable de fuente solar a través de la instalación de paneles solares aprovechando el espacio de los techos de las bodegas de almacenamiento, para lo cual es necesario utilizar herramientas de evaluación financiera tales como: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Relación Beneficio-Costo (B/C), Período de recuperación de la inversión y rentabilidad de la inversión.

4.2.4.1. Flujo de fondos netos descontados

La proyección del Flujo de fondos netos descontados del proyecto que se presenta a continuación en la tabla No. 13, incluye el monto del préstamo bancario, así como las

condiciones de contratación acordadas considerando la tasa de interés del 5.6% para determinar los gastos financieros. Asimismo, muestra la información correspondiente a los ingresos y egresos de la operación del proyecto de generación de energía solar, durante los veinticinco años que se estima dure el proyecto, también se incluyen el impuesto sobre la renta, así como los gastos de depreciaciones y amortizaciones, pero estos últimos gastos no afectan el flujo de fondos que se generan.

Para determinar el Valor actual neto de los flujos de fondos descontados se está considerando el 7.92% de Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP) establecido en la tabla 11 considerando la opción de inversión a través de dos fuentes de financiamiento: la primera es por financiamiento externo, a través de un préstamo bancario que cobra una tasa de interés del 5.6% y la segunda es por aportes de capital de los socios que esperan una Tasa de Rendimiento Mínima del 10.77%.

Tabla 13

Proyección flujo de fondos descontado - Proyecto Generación Energía Solar (Años del 0 al 10)

Expresado en Quetzales

	Descripción	2022 Año 0	2023 Año 1	2024 Año 2	2025 Año 3	2026 Año 4	2027 Año 5	2028 Año 6	2029 Año 7	2030 Año 8	2031 Año 9	2032 Año 10
	Ingresos	-	759,305	767,688	776,123	784,609	793,147	801,733	810,368	819,050	827,778	836,552
(-)	Costos Operativos	-	125,003	129,628	134,424	139,398	144,555	149,904	155,450	161,202	167,166	173,352
	Mantenimiento		27,236	28,243	29,288	30,372	31,496	32,661	33,870	35,123	36,422	37,770
	Operación (personal)		85,800	88,975	92,267	95,681	99,221	102,892	106,699	110,647	114,741	118,986
	Telemetría		1,040	1,078	1,118	1,160	1,203	1,247	1,293	1,341	1,391	1,442
	Gastos Varios		10,000	10,370	10,754	11,152	11,564	11,992	12,436	12,896	13,373	13,868
	Software		927	961	997	1,034	1,072	1,112	1,153	1,195	1,240	1,286
	EBITDA		**634,302**	**638,060**	**641,699**	**645,212**	**648,591**	**651,829**	**654,918**	**657,848**	**660,612**	**663,200**
(-)	Depreciaciones	-	253,312	253,312	253,312	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450
(-)	Amortizaciones	-	173,269	173,269	173,269	173,269	173,269	-	-	-	-	-
(-)	Intereses	-	219,117	219,117	219,117	219,117	200,857	182,597	164,337	146,078	127,818	109,558
	Utilidad Operativa	**-**	**(11,396)**	**(7,638)**	**(3,999)**	**3,376**	**25,015**	**219,783**	**241,131**	**262,321**	**283,345**	**304,192**
(-)	Impuesto Sobre la Renta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Utilidad Neta	**-**	**(11,396)**	**(7,638)**	**(3,999)**	**3,376**	**25,015**	**219,783**	**241,131**	**262,321**	**283,345**	**304,192**
(+)	Depreciación	-	253,312	253,312	253,312	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450
(+)	Amortización	-	173,269	173,269	173,269	173,269	173,269	-	-	-	-	-
(-)	Inversión Inicial	(7,114,175)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+)	Prestamo	3,912,796	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-)	Amortización Préstamo		-	-	-	326,066	326,066	326,066	326,066	326,066	326,066	326,066
	Flujo de Fondos	**(3,201,379)**	**415,185**	**418,943**	**422,582**	**100,029**	**121,668**	**143,166**	**164,514**	**185,704**	**206,728**	**227,576**
	Flujo de Fondos Acumulados		**(2,786,193)**	**(2,367,250)**	**(1,944,667)**	**(1,844,638)**	**(1,722,970)**	**(1,579,805)**	**(1,415,291)**	**(1,229,586)**	**(1,022,859)**	**(795,283)**

CCPP	**7.92%**
VAN	**267,786**
TIR	**8.73%**
PRI	**13.33**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación

Tabla 13 (Continuación)

Proyección flujo de fondos descontado - Proyecto Generación Energía Solar (Años del 11 al 25)

Expresado en Quetzales

	Descripción	2033 Año 11	2034 Año 12	2035 Año 13	2036 Año 14	2037 Año 15	2038 Año 16	2039 Año 17	2040 Año 18	2041 Año 19	2042 Año 20	2043 Año 21	2044 Año 22	2045 Año 23	2046 Año 24	2047 Año 25
	Ingresos	845,368	854,228	863,127	872,067	881,044	890,057	899,105	908,185	917,297	926,437	935,605	944,797	954,012	963,248	972,502
(-)	Costos Operativos	179,766	186,417	193,314	200,467	207,884	215,576	223,552	231,824	240,401	249,296	258,520	268,085	278,004	288,290	298,957
	Mantenimiento	39,167	40,617	42,119	43,678	45,294	46,970	48,708	50,510	52,379	54,317	56,326	58,411	60,572	62,813	65,137
	Operación (personal)	123,389	127,954	132,688	137,598	142,689	147,968	153,443	159,121	165,008	171,113	177,444	184,010	190,818	197,879	205,200
	Telemetría	1,495	1,551	1,608	1,668	1,729	1,793	1,860	1,929	2,000	2,074	2,151	2,230	2,313	2,398	2,487
	Gastos Varios	14,381	14,913	15,465	16,037	16,630	17,246	17,884	18,546	19,232	19,943	20,681	21,446	22,240	23,063	23,916
	Software	1,333	1,382	1,434	1,487	1,542	1,599	1,658	1,719	1,783	1,849	1,917	1,988	2,062	2,138	2,217
	EBITDA	**665,603**	**667,811**	**669,813**	**671,600**	**673,160**	**674,481**	**675,553**	**676,362**	**676,896**	**677,141**	**677,085**	**676,712**	**676,008**	**674,958**	**673,545**
(-)	Depreciaciones	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450
(-)	Amortizaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-)	Intereses	91,299	73,039	54,779	36,519	18,260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Utilidad Operativa	**324,855**	**345,322**	**365,584**	**385,631**	**405,450**	**425,032**	**426,103**	**426,912**	**427,446**	**427,692**	**427,635**	**427,262**	**426,559**	**425,508**	**424,095**
(-)	Impuesto Sobre la Renta	58,576	59,196	59,819	60,445	61,073	61,704	62,337	62,973	63,611	64,251	64,892	65,536	66,181	66,827	67,475
	Utilidad Neta	**266,279**	**286,126**	**305,765**	**325,186**	**344,377**	**363,328**	**363,766**	**363,939**	**363,835**	**363,441**	**362,743**	**361,727**	**360,378**	**358,681**	**356,620**
(+)	Depreciación	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450
(+)	Amortización	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-)	Inversión Inicial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+)	Prestamo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-)	Amortización Préstamo	326,066	326,066	326,066	326,066	326,066	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Flujo de Fondos	**189,662**	**209,510**	**229,149**	**248,569**	**267,760**	**612,777**	**613,215**	**613,389**	**613,285**	**612,891**	**612,193**	**611,176**	**609,827**	**608,130**	**606,070**
	Flujo de Fondos Acumulados	**(605,621)**	**(396,111)**	**(166,963)**	**81,607**	**349,367**	**962,144**	**1,575,359**	**2,188,748**	**2,802,033**	**3,414,924**	**4,027,116**	**4,638,293**	**5,248,120**	**5,856,250**	**6,462,320**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación

La proyección de flujo de fondos descontado del proyecto de paneles solares desarrollado en la Tabla 13 se elaboró con un horizonte de proyección establecido de acuerdo con la vida útil de los paneles solares por un período de veinticinco años, considerando el valor de la inversión inicial, el flujo de ingresos y egresos previamente detallado, así como la tasa de descuento del 7.92%, acorde al Costo de Capital Promedio Ponderado identificado en la tabla 11, el resultado obtenido de la evaluación financiera fue positivo para determinar la factibilidad del proyecto de inversión en paneles solares, el resultado de la determinación del Valor Actual Neto (VAN) es un valor positivo de Q. 267,786.43 y de la Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 8.73% mayor a la tasa de rendimiento mínima esperada. A continuación, se analizan los resultados de los indicadores financieros obtenidos:

Valor actual neto

Para determinar el Valor actual Neto, es necesario proyectar el flujo de ingresos y egresos durante los 25 años que durará el proyecto, posteriormente, se determinó el Flujo de Fondos Neto descontado trayendo la suma de dichos flujos futuros a valor presente utilizando la tasa requerida para el proyecto, Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP) de 7.92%, por último, se procede a restar el valor de la inversión inicial del año cero para así determinar el Valor Actual Neto que para el presente proyecto es un valor positivo de Q. 267,786.43, lo que demuestra que la opción productiva es financieramente viable. A continuación, se presentan los cálculos realizados:

Tabla 14
Valor Actual Neto
Expresado en Quetzales

Año	Flujo de fondos		Tasa de descuento		Flujo de fondos descontado
Año 1	415,185.50	/	(1 + 7.92%) ^1	=	384,698.63
Año 2	418,943.36	/	(1 + 7.92%) ^2	=	359,676.64
Año 3	422,582.39	/	(1 + 7.92%) ^3	=	336,160.57
Año 4	100,029.00	/	(1 + 7.92%) ^4	=	73,729.24
Año 5	121,668.09	/	(1 + 7.92%) ^5	=	83,093.87
Año 6	143,165.78	/	(1 + 7.92%) ^6	=	90,596.20
Año 7	164,513.97	/	(1 + 7.92%) ^7	=	96,461.05
Año 8	185,704.22	/	(1 + 7.92%) ^8	=	100,890.31
Año 9	206,727.76	/	(1 + 7.92%) ^9	=	104,065.06
Año 10	227,575.51	/	(1 + 7.92%) ^10	=	106,147.58
Año 11	189,662.22	/	(1 + 7.92%) ^11	=	81,967.91
Año 12	209,509.52	/	(1 + 7.92%) ^12	=	83,896.77
Año 13	229,148.71	/	(1 + 7.92%) ^13	=	85,023.19
Año 14	248,569.30	/	(1 + 7.92%) ^14	=	85,456.66
Año 15	267,760.42	/	(1 + 7.92%) ^15	=	85,294.94
Año 16	612,777.11	/	(1 + 7.92%) ^16	=	180,866.39
Año 17	613,215.26	/	(1 + 7.92%) ^17	=	167,705.29
Año 18	613,388.74	/	(1 + 7.92%) ^18	=	155,434.73
Año 19	613,284.94	/	(1 + 7.92%) ^19	=	143,996.86
Año 20	612,890.75	/	(1 + 7.92%) ^20	=	133,337.48
Año 21	612,192.56	/	(1 + 7.92%) ^21	=	123,405.83
Año 22	611,176.28	/	(1 + 7.92%) ^22	=	114,154.38
Año 23	609,827.25	/	(1 + 7.92%) ^23	=	105,538.61
Año 24	608,130.30	/	(1 + 7.92%) ^24	=	97,516.85
Año 25	606,069.66	/	(1 + 7.92%) ^25	=	90,050.06
Total, Flujo de Fondos descontado					**3,469,165.11**
VAN=	**Flujo de Fondos descontado**	**-**	**Inversión inicial**		
VAN=	**3,469,165.11**	**-**	**3,201,378.68**	**=**	**267,786.43**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación

Tasa Interna de retorno

Para determinar la Tasa Interna de retorno (TIR), al igual que el Valor Actual Neto se deben considerar los flujos netos de fondo de cada año, así como la inversión inicial, el cálculo resultante es una tasa de 8.73%, la cual al comparar con la tasa de costo de capital promedio ponderado (CCPP) de 7.92% que esperan los inversionistas, se puede

determinar que es mayor y, por lo tanto, se demuestra la viabilidad financiera de la opción de inversión.

La determinación de la TIR del proyecto se hizo a través de Microsoft Excel derivado que se considera un periodo de tiempo de 25 años. A continuación, se comprueba que al utilizar la TIR para determinar el Valor Actual Neto del Proyecto da como resultado cero:

Tabla 15
Valor Actual Neto igual a cero
Expresado en Quetzales

Año	Flujo de fondos		Tasa de descuento		Flujo de fondos descontado
Año 1	415,185.50	/	(1 + 8.728%) ^1	=	381,857.97
Año 2	418,943.36	/	(1 + 8.728%) ^2	=	354,384.47
Año 3	422,582.39	/	(1 + 8.728%) ^3	=	328,768.69
Año 4	100,029.00	/	(1 + 8.728%) ^4	=	71,575.55
Año 5	121,668.09	/	(1 + 8.728%) ^5	=	80,070.97
Año 6	143,165.78	/	(1 + 8.728%) ^6	=	86,655.74
Año 7	164,513.97	/	(1 + 8.728%) ^7	=	91,584.20
Año 8	185,704.22	/	(1 + 8.728%) ^8	=	95,082.20
Año 9	206,727.76	/	(1 + 8.728%) ^9	=	97,350.00
Año 10	227,575.51	/	(1 + 8.728%) ^10	=	98,564.92
Año 11	189,662.22	/	(1 + 8.728%) ^11	=	75,550.50
Año 12	209,509.52	/	(1 + 8.728%) ^12	=	76,757.35
Año 13	229,148.71	/	(1 + 8.728%) ^13	=	77,213.51
Año 14	248,569.30	/	(1 + 8.728%) ^14	=	77,034.11
Año 15	267,760.42	/	(1 + 8.728%) ^15	=	76,320.58
Año 16	612,777.11	/	(1 + 8.728%) ^16	=	160,641.40
Año 17	613,215.26	/	(1 + 8.728%) ^17	=	147,852.13
Año 18	613,388.74	/	(1 + 8.728%) ^18	=	136,022.30
Año 19	613,284.94	/	(1 + 8.728%) ^19	=	125,082.43
Año 20	612,890.75	/	(1 + 8.728%) ^20	=	114,967.94
Año 21	612,192.56	/	(1 + 8.728%) ^21	=	105,618.85
Año 22	611,176.28	/	(1 + 8.728%) ^22	=	96,979.41
Año 23	609,827.25	/	(1 + 8.728%) ^23	=	88,997.86
Año 24	608,130.30	/	(1 + 8.728%) ^24	=	81,626.10
Año 25	606,069.66	/	(1 + 8.728%) ^25	=	74,819.47
Total, Flujo de Fondos descontado					**3,201,378.68**
VAN=	**Flujo de Fondos descontado**	**-**	**Inversión inicial**		
VAN=	**3,201,378.68**	**-**	**3,201,378.68**	**=**	**0.00**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación

Periodo de recuperación de la inversión

Uno de los indicadores que los inversionistas consultan y toman en cuenta para tomar la decisión de invertir o no en un proyecto es el período de recuperación de su inversión, el cual se describe como el plazo de tiempo que transcurre hasta que la inversión se paga a sí misma. Una opción de inversión tendrá mayor liquidez, cuanto menor sea el período de recuperación. El período de recuperación de la inversión inicial del proyecto de Generación de energía a través de paneles solares es de 13 años con 3 meses, tal y como se detalla a continuación:

Tabla 16
Período de Recuperación de la Inversión Inicial
Expresado en Quetzales

Inversión Inicial						
				-	**3,201,379**	
		Saldo	**Flujo Neto**		**Resultado**	
1 año	-	3,201,379	**415,185**	-	2,786,193	
2 años	-	2,786,193	**418,943**	-	2,367,250	
3 años	-	2,367,250	**422,582**	-	1,944,667	
4 años	-	1,944,667	**100,029**	-	1,844,638	
5 años	-	1,844,638	**121,668**	-	1,722,970	
6 años	-	1,722,970	**143,166**	-	1,579,805	
7 años	-	1,579,805	**164,514**	-	1,415,291	
8 años	-	1,415,291	**185,704**	-	1,229,586	
9 años	-	1,229,586	**206,728**	-	1,022,859	
10 años	-	1,022,859	**227,576**	-	795,283	
11 años	-	795,283	**189,662**	-	605,621	
12 años	-	605,621	**209,510**	-	396,111	
13 años	-	396,111	**229,149**	-	166,963	
14 años	-	166,963	**248,569**		81,607	
15 años		81,607	**267,760**		349,367	

Inversión no recuperada del año	81,607	**=**		**0.33**
Flujo neto fondos del año	**248,569**			

0.33	X	12	**=**	**3**	**Meses**

PERÍODO DE RECUPERACIÓN **13 años y 3 Meses**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación

Análisis Beneficio / Costo

En la tabla No. 17 se muestran los valores separados por concepto de Beneficios y Costos descontados con base en el Valor Actual Neto (VAN) y la tasa de Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP) establecida en la tabla 11, la determinación del Valor Actual Neto consiste en traer al presente el flujo neto de fondos futuros tanto de los beneficios como de los costos, con base en estos datos se calcula la relación entre los Beneficios y los Costos (B/C).

Tabla 17
Relación Beneficio / Costo
Expresado en Quetzales

Descripción	Valor Presente
Beneficios	12,840,125
Costos	12,323,240
CCPP	**7.92%**
Relación Beneficio / Costo	**1.04**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación

Derivado que el resultado obtenido en la tabla 17 es mayor a uno, indica que los beneficios superan los costes, por consiguiente, el proyecto debe ser considerado, ya que refleja que, por cada unidad monetaria de inversión, se genera únicamente Q. 0.04, es decir, cuatro centavos de quetzal adicionales, por ser mayor a 1, el índice demuestra que los socios obtienen la tasa de rendimiento requerida, más un beneficio adicional solo que únicamente de cuatro centavos por cada quetzal invertido.

4.3. Análisis de riesgo de la inversión mediante el método de escenarios, para identificar variables críticas y contemplar alternativas

Con la finalidad de analizar el riesgo de la inversión mediante el método de escenarios, para identificar variables críticas y contemplar alternativas, se evaluaron dos escenarios para el presente trabajo, el primero considerando uno de los elementos más importantes y que afectan directamente la rentabilidad del proyecto, la estructura de capital. El

segundo escenario, considera otro elemento importante y que derivado al sector al que pertenece es muy volátil, se hace referencia al precio por kilovatio vendido, ya que puede sufrir cambios repentinos.

A continuación, se analiza el siguiente escenario considerando la opción de financiamiento del proyecto únicamente a través de capital propio, para determinar la variación en los indicadores financieros y determinando si es rentable o no financiar el proyecto asumiendo todo el riesgo que conlleva su ejecución.

4.3.1. Escenario de Flujo Neto de Fondos con Capital Propio

El siguiente escenario considera la opción de financiar el total de la inversión inicial del proyecto a través de los aportes de los inversionistas, es decir, la opción de inversión se financiará únicamente con capital propio en donde el riesgo de la inversión únicamente estaría cubierto con capital propio, para lo cual es necesario calcular el rendimiento de la inversión y compararla con la tasa de rendimiento mínima aceptada por los inversionistas.

Para el presente escenario se utiliza como tasa de descuento, la tasa de rendimiento mínima aceptada del 10.77%, la cual considera únicamente la tasa mínima requerida por los inversionistas en esta opción de inversión. En este flujo neto de fondos no se incluyen el desembolso y amortizaciones del préstamo bancario, así como los intereses correspondientes.

En la siguiente tabla se detalla el flujo neto de fondos considerando que la inversión inicial es financiada con capital propio de los inversionistas.

Tabla 18
Proyección flujo de fondos descontado – Capital Propio (Años del 0 al 10)
Expresado en Quetzales

	Descripción	2022 Año 0	2023 Año 1	2024 Año 2	2025 Año 3	2026 Año 4	2027 Año 5	2028 Año 6	2029 Año 7	2030 Año 8	2031 Año 9	2032 Año 10
	Ingresos	-	759,305	767,688	776,123	784,609	793,147	801,733	810,368	819,050	827,778	836,552
(-)	Costos Operativos	-	125,003	129,628	134,424	139,398	144,555	149,904	155,450	161,202	167,166	173,352
	Mantenimiento		27,236	28,243	29,288	30,372	31,496	32,661	33,870	35,123	36,422	37,770
	Operación (personal)		85,800	88,975	92,267	95,681	99,221	102,892	106,699	110,647	114,741	118,986
	Telemetría		1,040	1,078	1,118	1,160	1,203	1,247	1,293	1,341	1,391	1,442
	Gastos Varios		10,000	10,370	10,754	11,152	11,564	11,992	12,436	12,896	13,373	13,868
	Software		927	961	997	1,034	1,072	1,112	1,153	1,195	1,240	1,286
	EBITDA		**634,302**	**638,060**	**641,699**	**645,212**	**648,591**	**651,829**	**654,918**	**657,848**	**660,612**	**663,200**
(-)	Depreciaciones	-	253,312	253,312	253,312	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450
(-)	Amortizaciones	-	173,269	173,269	173,269	173,269	173,269	-	-	-	-	-
(-)	Intereses	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Utilidad Operativa	**-**	**207,721**	**211,478**	**215,117**	**222,493**	**225,872**	**402,380**	**405,468**	**408,399**	**411,163**	**413,751**
(-)	Impuesto Sobre la Renta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Utilidad Neta	**-**	**207,721**	**211,478**	**215,117**	**222,493**	**225,872**	**402,380**	**405,468**	**408,399**	**411,163**	**413,751**
(+)	Depreciación	-	253,312	253,312	253,312	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450
(+)	Amortización	-	173,269	173,269	173,269	173,269	173,269	-	-	-	-	-
(-)	Inversión Inicial	(7,114,175)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+)	Prestamo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-)	Amortización Préstamo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Flujo de Fondos	**(7,114,175)**	**634,302**	**638,060**	**641,699**	**645,212**	**648,591**	**651,829**	**654,918**	**657,848**	**660,612**	**663,200**
	Flujo de Fondos Acumulados		**(6,479,873)**	**(5,841,813)**	**(5,200,114)**	**(4,554,902)**	**(3,906,311)**	**(3,254,481)**	**(2,599,564)**	**(1,941,715)**	**(1,281,103)**	**(617,903)**

TREMA	**10.77%**
VAN	**(1,666,563)**
TIR	**7.41%**
PRI	**11.98**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación

Tabla 18 (Continuación)
Proyección flujo de fondos descontado – Capital Propio (Años del 11 al 25)
Expresado en Quetzales

	Descripción	2033 Año 11	2034 Año 12	2035 Año 13	2036 Año 14	2037 Año 15	2038 Año 16	2039 Año 17	2040 Año 18	2041 Año 19	2042 Año 20	2043 Año 21	2044 Año 22	2045 Año 23	2046 Año 24	2047 Año 25
	Ingresos	845,368	854,228	863,127	872,067	881,044	890,057	899,105	908,185	917,297	926,437	935,605	944,797	954,012	963,248	972,502
(-)	Costos Operativos	179,766	186,417	193,314	200,467	207,884	215,576	223,552	231,824	240,401	249,296	258,520	268,085	278,004	288,290	298,957
	Mantenimiento	39,167	40,617	42,119	43,678	45,294	46,970	48,708	50,510	52,379	54,317	56,326	58,411	60,572	62,813	65,137
	Operación (personal)	123,389	127,954	132,688	137,598	142,689	147,968	153,443	159,121	165,008	171,113	177,444	184,010	190,818	197,879	205,200
	Telemetría	1,495	1,551	1,608	1,668	1,729	1,793	1,860	1,929	2,000	2,074	2,151	2,230	2,313	2,398	2,487
	Gastos Varios	14,381	14,913	15,465	16,037	16,630	17,246	17,884	18,546	19,232	19,943	20,681	21,446	22,240	23,063	23,916
	Software	1,333	1,382	1,434	1,487	1,542	1,599	1,658	1,719	1,783	1,849	1,917	1,988	2,062	2,138	2,217
	EBITDA	**665,603**	**667,811**	**669,813**	**671,600**	**673,160**	**674,481**	**675,553**	**676,362**	**676,896**	**677,141**	**677,085**	**676,712**	**676,008**	**674,958**	**673,545**
(-)	Depreciaciones	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450
(-)	Amortizaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-)	Intereses	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Utilidad Operativa	**416,153**	**418,361**	**420,364**	**422,150**	**423,710**	**425,032**	**426,103**	**426,912**	**427,446**	**427,692**	**427,635**	**427,262**	**426,559**	**425,508**	**424,095**
(-)	Impuesto Sobre la Renta	58,576	59,196	59,819	60,445	61,073	61,704	62,337	62,973	63,611	64,251	64,892	65,536	66,181	66,827	67,475
	Utilidad Neta	**357,578**	**359,165**	**360,545**	**361,705**	**362,637**	**363,328**	**363,766**	**363,939**	**363,835**	**363,441**	**362,743**	**361,727**	**360,378**	**358,681**	**356,620**
(+)	Depreciación	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450
(+)	Amortización	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-)	Inversión Inicial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+)	Prestamo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-)	Amortización Préstamo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Flujo de Fondos	**607,027**	**608,615**	**609,994**	**611,155**	**612,086**	**612,777**	**613,215**	**613,389**	**613,285**	**612,891**	**612,193**	**611,176**	**609,827**	**608,130**	**606,070**
	Flujo de Fondos Acumulados	**(10,876)**	**597,739**	**1,207,733**	**1,818,888**	**2,430,975**	**3,043,752**	**3,656,967**	**4,270,356**	**4,883,641**	**5,496,531**	**6,108,724**	**6,719,900**	**7,329,728**	**7,937,858**	**8,543,927**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación

Al analizar los resultados de la tabla 18 sobre el flujo neto de fondos con capital propio traído a Valor Presente, y restando la inversión inicial da un valor negativo de Q. (1,666,562.55), se determina que este escenario no es factible para el inversionista, ya que al aportar con capital propio el 100% de la inversión inicial, no solo se incrementa el riesgo para el inversionista, sino que el proyecto estaría dando un resultado negativo y no se podría considerar como una opción viable; este escenario es mucho menor al del escenario que incluye préstamo bancario y capital propio, lo cual demuestra la importancia del apalancamiento financiero.

Además, la inversión inicial, al ser ésta aportada en un 100% por los inversionistas, se recupera en 11 años y 1 mes. El resultado de la TIR es positivo equivalente al 7.41%, la cual es una tasa inferior al escenario que incluye préstamo bancario y capital propio y también es inferior a la tasa de rendimiento mínima aceptada por los inversionistas de 10.77%.

4.3.2. Escenario de Flujo Neto de Fondos con variación en el precio de venta

Derivado que el precio de venta de la energía es muy difícil de pronosticar y no se sabe con certeza si tendrá cambios positivos o negativos. A diferencia del escenario base que considera una mejora en el precio de venta influenciado por la inflación externa, para el presente escenario se consideró un escenario en donde el precio de venta se mantenga fijo, es decir con precios constantes.

El comportamiento del precio spot presentado en la tabla 5, muestra variaciones significativas durante los meses analizados, comportamientos en enero de US$41.35, en abril de US$ 64.08 y en Julio de US$ 71.92. Se determina que el precio de venta por megavatio durante toda la proyección será de US$ 64.00 equivalente a US$0.064 por kilovatio.

En la siguiente tabla se detalla el flujo neto de fondos considerando el cambio en el precio de venta:

Tabla 19
Proyección flujo de fondos descontado – con variación en el precio de venta (Años del 0 al 10)
Expresado en Quetzales

	Descripción	2022 Año 0	2023 Año 1	2024 Año 2	2025 Año 3	2026 Año 4	2027 Año 5	2028 Año 6	2029 Año 7	2030 Año 8	2031 Año 9	2032 Año 10
	Ingresos	-	759,305	754,855	750,393	745,917	741,429	736,928	732,414	727,887	723,347	718,794
(-)	Costos Operativos	-	125,003	129,628	134,424	139,398	144,555	149,904	155,450	161,202	167,166	173,352
	Mantenimiento		27,236	28,243	29,288	30,372	31,496	32,661	33,870	35,123	36,422	37,770
	Operación (personal)		85,800	88,975	92,267	95,681	99,221	102,892	106,699	110,647	114,741	118,986
	Telemetría		1,040	1,078	1,118	1,160	1,203	1,247	1,293	1,341	1,391	1,442
	Gastos Varios		10,000	10,370	10,754	11,152	11,564	11,992	12,436	12,896	13,373	13,868
	Software		927	961	997	1,034	1,072	1,112	1,153	1,195	1,240	1,286
	EBITDA		**634,302**	**625,227**	**615,969**	**606,520**	**596,874**	**587,024**	**576,964**	**566,685**	**556,180**	**545,442**
(-)	Depreciaciones	-	253,312	253,312	253,312	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450
(-)	Amortizaciones	-	173,269	173,269	173,269	173,269	173,269	-	-	-	-	-
(-)	Intereses	-	219,117	219,117	219,117	219,117	200,857	182,597	164,337	146,078	127,818	109,558
	Utilidad Operativa	**-**	**(11,396)**	**(20,471)**	**(29,729)**	**(35,316)**	**(26,702)**	**154,977**	**163,177**	**171,158**	**178,913**	**186,434**
(-)	Impuesto Sobre la Renta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Utilidad Neta	**-**	**(11,396)**	**(20,471)**	**(29,729)**	**(35,316)**	**(26,702)**	**154,977**	**163,177**	**171,158**	**178,913**	**186,434**
(+)	Depreciación	-	253,312	253,312	253,312	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450
(+)	Amortización	-	173,269	173,269	173,269	173,269	173,269	-	-	-	-	-
(-)	Inversión Inicial	(7,114,175)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+)	Prestamo	3,912,796	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-)	Amortización Préstamo		-	-	-	326,066	326,066	326,066	326,066	326,066	326,066	326,066
	Flujo de Fondos	**(3,201,379)**	**415,185**	**406,111**	**396,852**	**61,337**	**69,951**	**78,361**	**86,560**	**94,541**	**102,296**	**109,817**
	Flujo de Fondos Acumulados		**(2,786,193)**	**(2,380,082)**	**(1,983,230)**	**(1,921,893)**	**(1,851,943)**	**(1,773,582)**	**(1,687,022)**	**(1,592,481)**	**(1,490,185)**	**(1,380,368)**

CCPP	**7.92%**
VAN	**- 845,466**
TIR	**4.81%**
PRI	**1.01**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación

Tabla 19 (Continuación)
Proyección flujo de fondos descontado – con variación en el precio de venta (Años del 11 al 25)
Expresado en Quetzales

	Descripción	2033 Año 11	2034 Año 12	2035 Año 13	2036 Año 14	2037 Año 15	2038 Año 16	2039 Año 17	2040 Año 18	2041 Año 19	2042 Año 20	2043 Año 21	2044 Año 22	2045 Año 23	2046 Año 24	2047 Año 25
	Ingresos	714,227	709,648	705,056	700,450	695,832	691,200	686,555	681,896	677,225	672,540	667,841	663,130	658,405	653,667	648,915
(-)	Costos Operativos	179,766	186,417	193,314	200,467	207,884	215,576	223,552	231,824	240,401	249,296	258,520	268,085	278,004	288,290	298,957
	Mantenimiento	39,167	40,617	42,119	43,678	45,294	46,970	48,708	50,510	52,379	54,317	56,326	58,411	60,572	62,813	65,137
	Operación (personal)	123,389	127,954	132,688	137,598	142,689	147,968	153,443	159,121	165,008	171,113	177,444	184,010	190,818	197,879	205,200
	Telemetría	1,495	1,551	1,608	1,668	1,729	1,793	1,860	1,929	2,000	2,074	2,151	2,230	2,313	2,398	2,487
	Gastos Varios	14,381	14,913	15,465	16,037	16,630	17,246	17,884	18,546	19,232	19,943	20,681	21,446	22,240	23,063	23,916
	Software	1,333	1,382	1,434	1,487	1,542	1,599	1,658	1,719	1,783	1,849	1,917	1,988	2,062	2,138	2,217
	EBITDA	**534,462**	**523,231**	**511,741**	**499,983**	**487,947**	**475,624**	**463,002**	**450,073**	**436,824**	**423,244**	**409,322**	**395,045**	**380,401**	**365,376**	**349,958**
(-)	Depreciaciones	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450
(-)	Amortizaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-)	Intereses	91,299	73,039	54,779	36,519	18,260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Utilidad Operativa	**193,714**	**200,743**	**207,513**	**214,014**	**220,238**	**226,174**	**213,553**	**200,623**	**187,374**	**173,794**	**159,872**	**145,595**	**130,951**	**115,926**	**100,508**
(-)	Impuesto Sobre la Renta	49,396	49,075	48,754	48,432	48,108	47,784	47,459	47,133	46,806	46,478	46,149	45,819	45,488	45,157	44,824
	Utilidad Neta	**144,318**	**151,667**	**158,759**	**165,583**	**172,130**	**178,390**	**166,094**	**153,490**	**140,568**	**127,316**	**113,723**	**99,776**	**85,463**	**70,770**	**55,684**
(+)	Depreciación	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450	249,450
(+)	Amortización	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-)	Inversión Inicial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(+)	Prestamo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(-)	Amortización Préstamo	326,066	326,066	326,066	326,066	326,066	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Flujo de Fondos	**67,701**	**75,051**	**82,142**	**88,966**	**95,513**	**427,840**	**415,544**	**402,940**	**390,018**	**376,766**	**363,173**	**349,226**	**334,912**	**320,219**	**305,134**
	Flujo de Fondos Acumulado	**(1,312,667)**	**(1,237,616)**	**(1,155,474)**	**(1,066,508)**	**(970,995)**	**(543,155)**	**(127,612)**	**275,328**	**665,346**	**1,042,112**	**1,405,285**	**1,754,510**	**2,089,423**	**2,409,642**	**2,714,776**

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida de la investigación

De acuerdo con los resultados obtenidos en la tabla 19 sobre el flujo neto de fondos con variación en el precio de venta, y considerando la inversión inicial, se obtiene un valor presente neto negativo de Q. (845,466.13). derivado que el valor presente neto es negativo, de igual forma la Tasa interna de retorno de 4.81% es inferior al Costo de capital promedio ponderado de 7.92% que esperan los inversionistas.

se determina que este escenario no es viable financieramente para el inversionista, ya que, al no tener certeza del precio de venta para los años futuros y siendo conservadores se determina mantener para los años futuros el precio de venta pactado, el proyecto estaría dando un resultado negativo y no se podría considerar como una opción viable.

Este escenario es mucho menor al del escenario que incluye variación en el precio de venta de acuerdo con la inflación externa, lo cual demuestra la importancia de estimar de forma adecuada el precio de venta y establecer acciones concretas que permitan asegurar precios competitivos para así poder mantener la rentabilidad estimada del proyecto.

CONCLUSIONES

1. El valor de la inversión inicial del proyecto de generación solar asciende a la cantidad de Q. 7,114,174.84 y se compone principalmente por paneles solares, inversores, transformador, licencias, gastos de instalación y mano de obra, el cual será financiado por un préstamo bancario en un 55% de la inversión total, es decir Q 3,912,796.16 y los socios aportaran un 45% por un total de Q 3,201,378.68. Se establecen condiciones de financiamiento con una tasa de interés del 5.6% anual y con un periodo de gracia de tres años, el plazo es de 15 años y se realizarán 12 pagos anuales por concepto de abonos a capital.

2. Los inversionistas requieren para el proyecto de inversión una tasa de rendimiento por su aporte como mínimo de un 10.77% (TREMA). Adicionalmente, la tasa de rendimiento mínima aceptable representa el 45% del Costo de capital promedio ponderado y el otro 55% corresponde a la fuente de financiamiento del préstamo bancario, a una tasa de 5.6%. El resultado obtenido como costo de capital promedio ponderado (WACC) es de 7.92%; esta tasa de descuento establecida permitió determinar el Valor Actual Neto de los Flujos de fondos descontados del presente proyecto.

3. El resultado de la evaluación financiera del proyecto de inversión de paneles solares en una empresa de almacenaje de materiales eléctricos en el municipio de Guatemala determina que el proyecto de inversión es viable, según lo demuestran los principales resultados: Valor Actual Neto (VAN) de Q. 267,786.43, una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 8.73%, el Período de recuperación de la inversión es de 13 años con 3 meses.

4. El resultado del Análisis del primer escenario de Flujo Neto de Fondos con 100% de capital propio presenta un valor negativo de Q. (1,666,562.55), lo que demuestra que esta opción de financiamiento de proyecto, no se considera como un escenario factible, ya que al aportar con capital propio el 100% de la inversión inicial, no solo se

incrementa el riesgo para el inversionista, sino que el proyecto estaría dando un resultado negativo y no se podría considerar como una opción viable; este escenario es mucho menor al del escenario que incluye préstamo bancario y capital propio, lo cual demuestra la importancia del apalancamiento financiero.

5. El resultado del Análisis del segundo escenario de Flujo Neto de Fondos con variación en el precio de venta presenta un Valor Actual Neto negativo de Q. (845,466.13) y una Tasa Interna de Retorno de 4.81%, lo que demuestra que, al considerar un escenario conservador con el precio de venta constante, el proyecto no es viable financieramente y estaría destruyendo valor para la empresa. Este escenario es menor al del escenario base que considera un incremento en el precio de venta, lo cual demuestra la importancia de estimar de forma adecuada el precio de venta y sus posibles variaciones.

RECOMENDACIONES

1. Completar el estudio de factibilidad del proyecto con estudios de impacto ambiental, legal y de mercado para poder presentarlo juntamente con los escenarios propuestos a la junta directiva para su discusión y aprobación. Para posteriormente realizar la inversión del proyecto de inversión de paneles solares en la empresa de almacenaje de materiales eléctricos en el municipio de Guatemala de acuerdo con los acuerdos establecidos en la aprobación de dicho proyecto.

2. Obtener un financiamiento externo por un valor mayor o igual al 55% de la inversión inicial haciendo uso de las sinergias del grupo al que pertenece la empresa para el desarrollo del proyecto de inversión en paneles solares, aprovechando las ventajas en las condiciones de financiamiento como tasa de interés, periodo de gracia y plazo de la deuda que ofrecen las entidades bancarias a la empresa por ser parte del grupo de filiales.

3. Se recomienda buscar precios competitivos y reducir los costos de la inversión inicial, a través de la compra de los paneles solares, inversores y licencias directamente con empresas fabricantes, así como buscar contratar la mano de obra con alguna filial del grupo o empresa contratista.

4. Se recomienda evaluar la estructura de capital derivado que, según el análisis de escenarios, financiar el proyecto con el 100% de capital propio da como resultado un valor presente neto negativo e incrementa el riesgo para el inversionista, actualmente se espera financiar el proyecto en un 55% con financiamiento externo, se podría evaluar aumentar el porcentaje de financiamiento bancario, si la institución financiera lo acepta.

5. Se recomienda actualizar los factores macroeconómicos de tipo de cambio e inflación, así como el precio de venta por kilovatio previo a la aprobación de la junta directiva y posteriormente en el desarrollo del proyecto por lo menos una vez al año. Lo anterior

se recomienda derivado que estos factores están afectos constantemente a variaciones externas como se pudo observar en el analisis del escenario con el precio de venta constante, el cual da como resultado un valor presente neto negativo y una tasa interna de retorno inferior al costo de capital promedio ponderado esperado por los inversionistas.

BIBLIOGRAFÍA

Banco Mundial. (22 de Mayo de 2019). © *2019 Grupo Banco Mundial*. Recuperado el 23 de julio de 2019, de https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2019/05/22/tracking-sdg7-the-energy-progress-report-2019

Caja Madrid Obra Social. (2006). *Guía de la Energía Solar.* Madrid: Industrias Graficas el Instalador, S. L.

Chicaiza, D. (2013). *Finanzas para no financieros.* Bogota: EDITORIAL PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.

Comisión Nacional de Energía Eléctrica. (2015). *Guía del Inversionista Mercado de Energía Eléctrica .*

Damodaran, A. (24 de 09 de 2021). *Damodaran Online*. Obtenido de Damodaran Online: https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/

Echevarría, C., Jesurun-Clements, N., Mercado, J., & Trujillo, C. (2017). *Integración eléctrica centroamericana: Génesis, beneficios y prospectiva del Proyecto SIEPAC: Sistema de Interconexión Eléctrica de los Países de América Central.* Banco Interamericano de Desarrollo.

Fe, J. (2019). *El universo de las energías renovables.* Jose manuel Fe.

Gitman, L. J., & Zutter, C. J. (2012). *Principios de administración financiera* (Decimosegunda edición ed.). (A. E. Brito, Trad.) México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

Hernández S., F. C. (2014). *Metodología de la Investigación.* México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Instituto Nacional de Estadistica Guatemala. (2018). *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda.* Guatemala.

Jutglar, L. (2012). *Generación de energía solar fotovoltaica.* Barcelona: Marcombo.

Lira, P. (2013). *Evaluación de proyectos de inversión: Herramientas financieras para analizar la creación de valor.* Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas S. A. C.

López, E. (2017). *Evaluación de proyecto de inversión: viabilidad financiera de la generación de energía fotovoltaica por medio de un huerto solar en Pereira (tesis de maestría).* Pereira: Universidad EAFIT.

Ministerío de Energía y Minas. (2016). *Informe Estadístico Dirección General de Energía.*

Ministerio de Energía y Minas. (diciembre de 2018). *Energías Renovables en Guatemala.* Obtenido de https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2019/01/Energ%C3%ADas-Renovables-en-Guatemala.pdf

Ministerio de Energía y Minas. (2020). *Informe General.* Guatemala.

Rodriguez, F. (2017). *Finanzas Corporativas: una propuesta metodológica.* Mexico: Instituto Mexicano de Contadores Públicos.

Rojas, M. E. (2017). *Estadísticas del subsector eléctrico de los países del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA).* CEPAL [Comisión Económica para América Latina y el Caribe]. México: Copyright © 2018, Naciones Unidas.

Sapag, N. (2011). *Proyectos de inversión, formulación y evaluación .* Chile: Pearson Educación de Chile S.A.

Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. Escuela de Estudios de Postgrado. (2018). *Instructivo para elaborar el Trabajo Profesional de Graduación para optar al grado académico de Maestro en Artes.* Guatemala.

Villegas, M. y. (2020). *Factibilidad financiera de un proyecto de energía solar fotovoltaica financiado mendiante un acuerdo de compra PPA (tesis de maestría).* Medellín: Universidad EAFIT.

ANEXOS

Anexo 1

Boleta de entrevista

Requerimientos técnicos para proyecto de inversión en paneles solares

Entrevista realizada a personal técnico de la empresa a cargo del proyecto

Fecha:

Nombre del entrevistado:

Área a la que pertenece:

OBJETIVO:

Conocer e identificar los elementos a considerar en la evaluación financiera de un proyecto de inversión en paneles solares.

1. ¿Cuántos metros cuadrados abarcan los espacios disponibles en el techo de las bodegas de almacenamiento para la planta?

2. ¿Cuántos paneles solares se deben instalar para tener una capacidad de 1MVA?

3. ¿Cuáles son las características que deben incluir los paneles solares?

4. ¿Cuál es la vida útil promedio de los paneles solares?

5. ¿Cuántos inversores se deben instalar en la planta solar?

6. ¿Cuál es la potencia de cada inversor a instalar?

7. ¿Qué materiales adicionales se deben considerar para instalar la planta solar?

8. ¿Cuál es el voltaje de salida de los inversores?

9. ¿Qué tipo de obras civiles se necesitan en la planta solar?

10. ¿Qué elementos considerar para el mantenimiento de la planta solar?

11. ¿Cómo funciona el sistema de monitoreo?

12. ¿Qué son protecciones eléctricas?

13. ¿Cómo se reducen las cargas estáticas?

14. ¿Cómo se entregará la energía al comercializador?

15. ¿Cuántos megavatios se pueden generar en la planta solar?

16. ¿Cuál es el porcentaje de pérdida en la eficiencia de los paneles solares?

17. ¿Cuál es el período de vida útil de los equipos a instalar?

18. ¿Qué gastos adicionales de operación se deben considerar?

19. ¿Qué licencias de software se deben adquirir para la planta solar?

20. ¿Qué estudios se deben considerar para la construcción de la planta solar?

Anexo 2

Ficha técnica Panel Solar Fotovoltaico 410w

www.jinkosolar.com

JinKO Solar
Building Your Trust in Solar

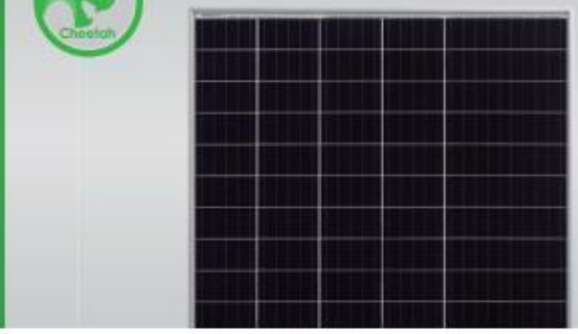
Cheetah HC 72M
390-410 Watt

MONO PERC HALF CELL MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

- Half Cell
- Mono PERC 72 Cell

PERC



KEY FEATURES

5 Busbar Solar Cell
5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules , offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.

High Efficiency
Higher module conversion efficiency (up to 20.38%) benefit from half cell structure (low resistance characteristic).

PID Resistance
Excellent Anti-PID performance guarantee limited power degradation for mass production.

Low-light Performance
Advanced glass and cell surface textured design ensure excellent performance in low-light environment.

Severe Weather Resilience
Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

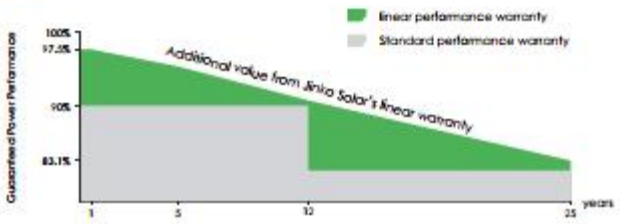
Durability Against Extreme Environmental Conditions
High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

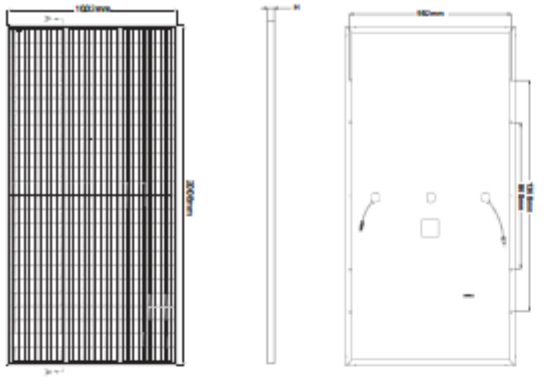
12 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty

PV CYCLE · CE · POSITIVE QUALITY · CLEAN ENERGY COUNCIL MEMBER

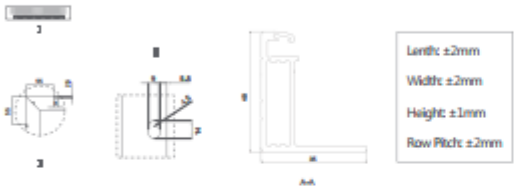
- ISO9001:2015, ISO14001:2015, OHSAS18001 certified factory
- IEC61215, IEC61730, UL1703 certified product



Engineering Drawings



Front Side Back



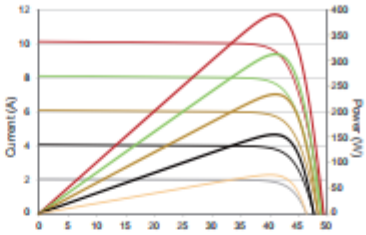
Packaging Configuration

(Two pallets =One stack)

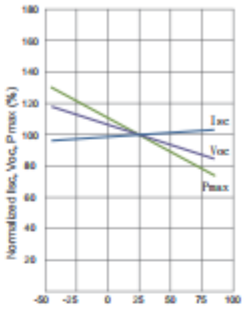
27pcs/pallet , 54pcs/stack, 594pcs/40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence

Current-Voltage & Power-Voltage Curves (390W)



Temperature Dependence of Isc,Voc,Pmax



Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono PERC 158.75×158.75mm
No.of Half-cells	144 (6×24)
Dimensions	2008×1002×40mm (79.06×39.45×1.57 inch)
Weight	22.5 kg (49.6 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TÜV 1x4.0mm², (+) 290mm, (-) 145mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM390M-72H JKM390M-72H-V		JKM395M-72H JKM395M-72H-V		JKM400M-72H JKM400M-72H-V		JKM405M-72H JKM405M-72H-V		JKM410M-72H JKM410M-72H-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	390Wp	294Wp	395Wp	298Wp	400Wp	302Wp	405Wp	306Wp	410Wp	310Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.1V	39.1V	41.4V	39.3V	41.7V	39.6V	42.0V	39.8V	42.3V	40.0V
Maximum Power Current (Imp)	9.49A	7.54A	9.55A	7.60A	9.60A	7.66A	9.65A	7.72A	9.69A	7.76A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.3V	48.0V	49.5V	48.2V	49.8V	48.5V	50.1V	48.7V	50.4V	48.9V
Short-circuit Current (Isc)	10.12A	8.02A	10.23A	8.09A	10.36A	8.16A	10.48A	8.22A	10.60A	8.26A
Module Efficiency STC (%)	19.38%		19.63%		19.88%		20.13%		20.38%	
Operating Temperature (℃)	-40℃~+85℃									
Maximum System Voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum Series Fuse Rating	20A									
Power Tolerance	0~+3%									
Temperature Coefficients of Pmax	-0.35%/℃									
Temperature Coefficients of Voc	-0.29%/℃									
Temperature Coefficients of Isc	0.048%/℃									
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2℃									

STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

Anexo 3

Cotización 1 Paneles Solares

Solar JinKO
Building Your Trust in Solar

To: [redacted]
[redacted]
Guatemala

Sales quotation

Date: [redacted]
Opportunity Name: [redacted]
Customer ID:

Dear Mr.

According to our discussion and your request, we Jinko Solar are pleased to present you our best offer defined as follows:

Product Code	Power Module (W)	Quantity (MW)	Quantity (Pcs)	Shipping Date	Price / Wp	Total Price
JKM385M-72-V	385 -410	0.22022	572	Q32019	$ 0.3025	$ 66,616.55
Total		**0.22022**				
					Total	$ 66,616.55

Incoterms 2010	CIF
Destination	Quetzal Port, Guatemala
Payment Terms	Down Payment of 10.00% by T/T within 5 business day after the PI is issued. The 90% balance by T/T at least 15 days before ETD.
Technical Specification	Please refer to attached datasheet of the modules requested
Optional	FOB, Shanghai: -0.01$/Wp
Additional Request	None
Offer Validity	05/28/2019

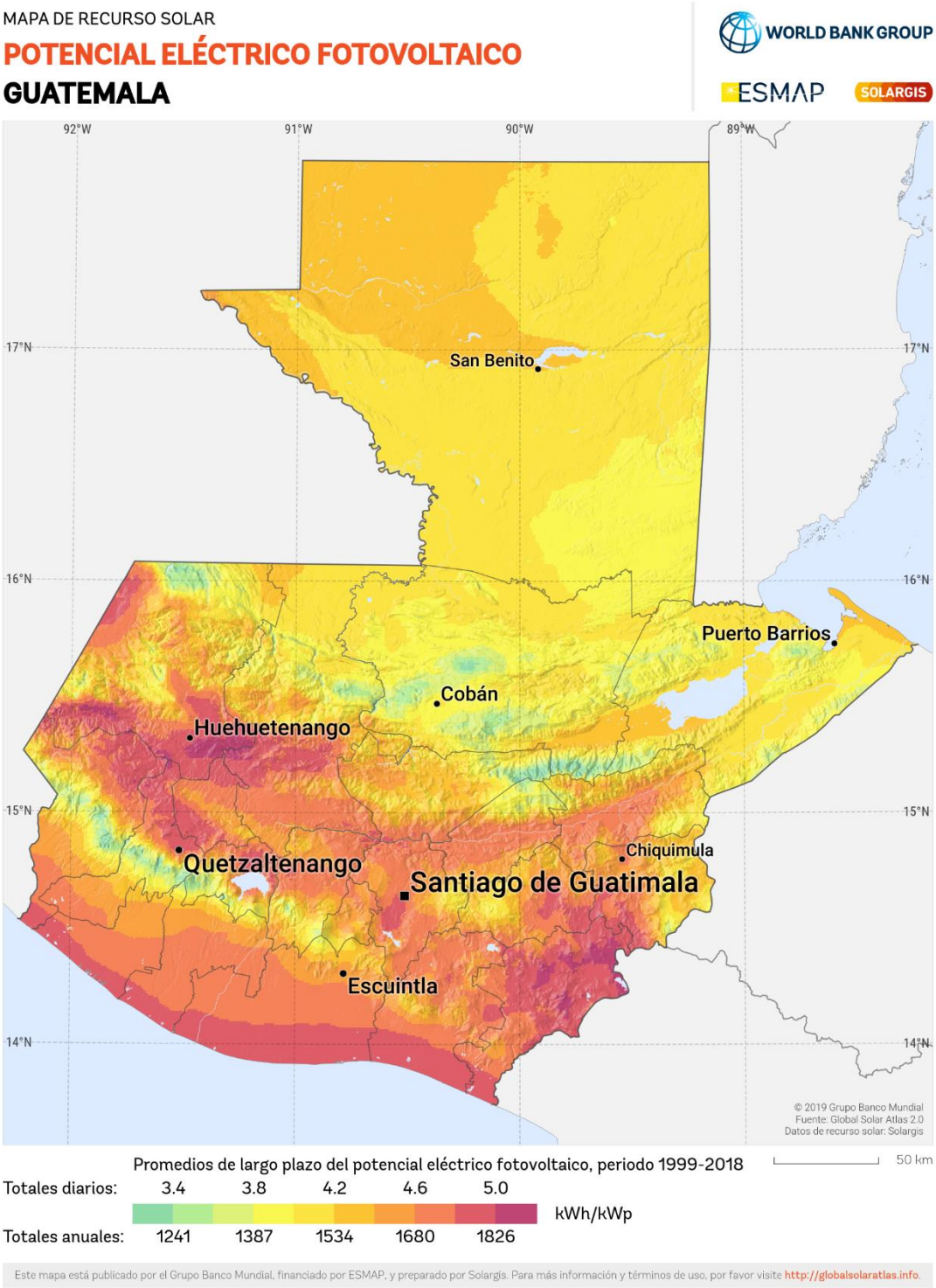
Ricardo Palacios
America and Caribbean

Thank you for trusting in JinkoSolar!

JKS NYSE
Jinko Solar Central America & Caribbean
Tel: +507 6614-3213

Anexo 4

Mapa de Potencial Eléctrico Fotovoltaico para Guatemala



Anexo 5

Escenario Macroeconómico Guatemala 2021-2040

Actualización 23 de abril de 2021

CONCEPTO	Real 2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Crecimiento PIB	-1.55%	3.20%	2.95%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%
Inflación interna (IPC)	4.8%	4.62%	4.26%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Devaluación fin de período	1.23%	-0.82%	-0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%
Tasa de cambio GTQ/USD (fin de año)	7.79	7.73	7.72	7.73	7.74	7.75	7.76	7.77	7.78	7.79	7.80

Actualización 23 de abril de 2021

CONCEPTO	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Crecimiento PIB	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	3.00%
Inflación interna (IPC)	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Devaluación fin de período	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%	0.13%
Tasa de cambio GTQ/USD (fin de año)	7.81	7.82	7.83	7.84	7.85	7.86	7.87	7.88	7.89	7.90

ÍNDICE DE TABLAS

Número	Título	Página
1	Espacio físico disponible en bodegas para Instalación de paneles solares	32
2	Inversión Inicial para el proyecto de paneles solares	33
3	Proyección de Generación de energía anual	35
4	Proyección real de Generación energía anual	36
5	Proyección de Ingresos de Generación de energía anual	39
6	Proyección costos operativos primer año	41
7	Proyección Quinquenal Tasa de Inflación	41
8	Proyección Impuesto sobre la Renta por pagar	43
9	Proyección anual de depreciaciones y amortizaciones	44
10	Proyección costos por financiamiento de la Inversión	47
11	Costo de Capital Promedio Ponderado	48
12	Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable -TREMA-	49
13	Proyección flujo de fondos descontado - Proyecto Generación Energía Solar	51
14	Valor Actual Neto	54
15	Valor Actual Neto igual a cero	55
16	Período de Recuperación de la Inversión Inicial	56
17	Relación Beneficio / Costo	57
18	Proyección flujo de fondos descontado – Capital Propio	59
19	Proyección flujo de fondos descontado – con variación en el precio de venta	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Título	Página
1	Estructura del Sistema Eléctrico de Guatemala	4
2	Matriz Energética de Guatemala 2020	6
3	Marco legal del subsector eléctrico de Guatemala	15
4	Esquema de ubicación paneles solares	31
5	Precios de la energía en el mercado de oportunidad	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Número	Título	Página
1	Boleta de Entrevista	71
2	Ficha técnica Panel Solar Fotovoltaico 410w	73
3	Cotización 1 Paneles Solares	75
4	Mapa de Potencial Eléctrico Fotovoltaico para Guatemala	76
5	Escenario Macroeconómico Guatemala 2021-2040	77