



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UNA GUÍA DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS FOTOVOLTAICOS A NIVEL COMERCIAL**

**Milvia Yadira del Cid Chúa**

Asesorado por el Msc. Ing. Isaí Álvarez Sevilla

Guatemala, junio de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UNA GUÍA DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS FOTOVOLTAICOS A NIVEL COMERCIAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MILVIA YADIRA DEL CID CHÚA**  
ASESORADO POR EL MSC. ING. ISAI ÁLVAREZ SEVILLA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JUNIO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Sergio Torres Mendez
EXAMINADOR	Ing. Herbert Rolando Chávez González
EXAMINADOR	Ing. Jose Luis Alvarado
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UNA GUÍA DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS FOTOVOLTAICOS A NIVEL COMERCIAL**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha diciembre 2022.

**Milvia Yadira del Cid Chúa**



EEPFI-PP-0632-2022  
Guatemala, 26 de abril de 2022

Director  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial  
Presente.

Estimado Ing. Urquizú

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UNA GUÍA DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS FOTOVOLTAICOS A NIVEL COMERCIAL**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Gestión y Políticas Energéticas Ambientales - Formulación, Gestión, Seguimiento y Evaluación de Proyectos Energéticos - Evaluación de proyectos de inversión**, presentado por la estudiante **Milvia Yadira Del Cid Chua** carné número **9012607**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Energía Y Ambiente.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

~~MSc. Ing. Isai Álvarez Sevilla  
Ingeniero Civil e Hidrólogo  
CIG No. 11411~~

~~Mtro. Isai Álvarez Sevilla  
Asesor(a)~~

Mtro. Juan Carlos Fuentes Montepeque  
Coordinador(a) de Maestría

Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería





EEP-EIMI-0632-2022

El Director de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UNA GUÍA DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS FOTOVOLTAICOS A NIVEL COMERCIAL**, presentado por el estudiante universitario **Milvia Yadira Del Cid Chua**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in blue ink is written over a circular official stamp. The stamp contains the text: 'UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS', 'DIRECCION', 'Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial', and 'FACULTAD DE INGENIERIA'.

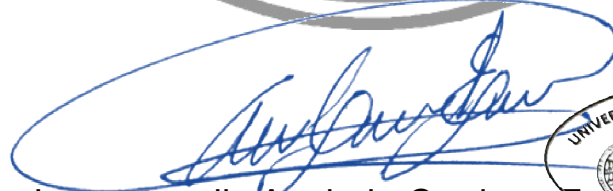
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, abril de 2022

LNG.DECANATO.OI.474.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UNA GUÍA DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS FOTOVOLTAICOS A NIVEL COMERCIAL**, presentado por: **Milvia Yadira del Cid Chúa**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada



Decana

Guatemala, junio de 2022

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por haberme permitido realizar una más de mis metas.
<b>Mis padres</b>	César del Cid (q. e. p. d.) y Milvia Chúa, por haberme guiado siempre, mi eterno agradecimiento por su apoyo.
<b>Mi esposo e hijo</b>	Alejandro y Javier López, por acompañarme en este trabajo y ser fuente de inspiración para terminarlo.
<b>Mis hermanos</b>	Claudia y César del Cid, por su apoyo y compañía durante mi vida.
<b>Mis abuelos</b>	Por sus sabias enseñanzas y consejos durante toda mi vida.
<b>Familia y amigos</b>	Por su apoyo y consejos.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser el alma <i>mater</i> que me permitió nutrirme de conocimientos.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
<b>Mis amigos</b>	Por haberme acompañado durante la carrera.
<b>Mi asesor</b>	Msc. Ing. Isaí Álvarez por haberme guiado durante el trabajo de graduación.
<b>Familia y amigos en general</b>	Por apoyarme y brindarme sus consejos y conocimientos.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	9
3.1. Formulación del problema .....	10
3.2. Delimitación del problema .....	11
4. JUSTIFICACIÓN .....	13
5. OBJETIVOS .....	15
5.1 General .....	15
5.2 Específicos .....	15
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN .....	17
7. MARCO TEÓRICO .....	19
7.1. Financiamiento .....	19
7.1.1. Aspectos generales .....	19
7.1.2. Objetivo del financiamiento .....	21
7.1.3. Usos de financiamiento .....	22

7.1.4.	Clasificación del Financiamiento .....	23
7.1.5.	Tendencia mundial en el financiamiento .....	24
7.2.	Energía Solar .....	26
7.2.1.	Aspectos generales .....	26
7.2.1.1.	Energía Solar Fotovoltaica .....	27
7.2.1.2.	Elementos en los sistemas.....	27
7.2.1.3.	Descripción del proceso .....	28
7.2.2.	Requisitos técnicos y financieros para ejecutar un proyecto solar fotovoltaico.....	28
7.2.2.1.	Diseño y dimensionamiento .....	29
7.2.2.2.	Planificación .....	29
7.2.2.3.	Monitoreo y mantenimiento .....	29
7.2.3.	Requisitos técnicos y financieros para ejecutar un proyecto solar fotovoltaico.....	30
7.2.3.1.	Planificación .....	30
7.3.	Otros beneficios no monetarios de los sistemas solares fotovoltaicos .....	34
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	35
9.	METODOLOGÍA .....	39
9.1.	Características del estudio .....	39
9.2.	Unidad de análisis .....	40
9.3.	Variables .....	40
9.4.	Fases del estudio .....	41
9.4.1.	Fase 1: revisión bibliográfica .....	41
9.4.2.	Fase 2: gestión o recolección de la información.....	42
9.4.3.	Fase 3: análisis de información .....	42
9.4.4.	Fase 4: interpretación de información .....	42

10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	43
11.	CRONOGRAMA.....	45
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	47
13.	REFERENCIAS.....	49



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Fuentes de Financiamiento .....	20
2.	Clasificación de las Fuentes de Financiamiento.....	23
3.	Energía Solar fotovoltaica .....	27
4.	Estructura del Subsector Eléctrico.....	31
5.	Tarifas Vigentes .....	32
6.	Cronograma .....	45

### TABLAS

I.	Variables.....	40
II.	Recursos necesarios para la investigación .....	47



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>\$</b>	Dólar estadounidense
<b>E</b>	Este
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>°C/h</b>	Grados Celsius por hora
<b>°</b>	Grados
<b>Hz</b>	Hercio
<b>h</b>	Horas
<b>=</b>	Igual que
<b>kW</b>	Kilovatio
<b>km</b>	Kilómetro
<b>kV</b>	Kilovoltio
<b>&gt;</b>	Mayor que
<b>MW</b>	Megavatio
<b>MWh</b>	Megavatio hora
<b>&lt;</b>	Menor que
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m.s.n.m.</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>'</b>	Pies o minutos
<b>mm</b>	Milímetro
<b>N</b>	Norte
<b>O</b>	Oeste
<b>%</b>	Porcentaje



<b>P</b>	Potencia
<b>“</b>	Pulgadas o segundos
<b>Q</b>	Quetzales
<b>S</b>	Sur
<b>Ns</b>	Velocidad angular o velocidad específica
<b>W</b>	Vatio

## GLOSARIO

<b>AMM</b>	Administrador del Mercado Mayorista.
<b>CAPEX</b>	Inversiones de capital que generan beneficios.
<b>EPC</b>	Contrato de ingeniería, adquisición y construcción equivalente a un acuerdo “llave en mano”.
<b>IVA</b>	Impuesto al valor agregado.
<b>INDE</b>	Instituto Nacional de Electrificación.
<b>MEM</b>	Mercado Eléctrico Mayorista.
<b>OPEX</b>	Costos operativos.
<b>Potencia</b>	Energía que se consume en una cantidad de tiempo. Se expresa en watts [W] o sus múltiplos: kilowatt [kW]; megawatt [MW].
<b>PPA</b>	Acuerdo de compraventa de energía eléctrica.
<b>SNI</b>	Sistema Nacional Interconectado.
<b>SAT</b>	Superintendencia de Administración Tributaria.

<b>Spot</b>	Costo del MWh en Guatemala.
<b>TIR</b>	Tasa Interna de Retorno.
<b>VAN</b>	Valor Actual Neto.
<b>Tensión</b>	Diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos, medida en Voltios.
<b>Transformador</b>	Dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico.
<b>Vatio</b>	Unidad de medida de potencia.

# 1. INTRODUCCIÓN

Mediante la creación de la guía para obtener fuentes de financiamiento, se espera que exista una mayor aceptación en términos de ejecución de los proyectos de energía solar a nivel comercial en Guatemala, para que tanto las empresas que quieran adquirir los mismos puedan conocer un poco más acerca de las opciones que harían viable sus proyectos, como también, para que las empresas que los ofrecen puedan explicar con más detalles a los clientes finales, los beneficios, riesgos, costos y otros, de las opciones propuestas.

Se principiará con la recolección de información en distintas entidades que ya ofrecen la opción de financiar proyectos solares, mediante la banca nacional, empresas ejecutoras de proyectos solares, y/o fondos nacionales de inversión, así como otras fuentes que se encuentren disponibles. También se espera analizar algunas fuentes internacionales de financiamiento. Es aquí donde el presente proyecto puede generar mucho valor, pues se tendría centralizada toda la información de requisitos, intereses, mensualidades o costos de alquiler de equipos, cada opción tendrá su forma particular de operar.

Al analizar y comparar todas las fuentes investigadas, se darán a conocer las ventajas, desventajas y particularidades de cada una, dejando como resultado una matriz con la que puedan evaluar las opciones presentadas y analizadas en este trabajo de investigación, mediante la recopilación, evaluación, comparación y el análisis, se puede dejar una guía clara y concreta, para que sea de utilidad a las empresas finales y empresas que instalan los proyectos solares.

Adicional, se presentará una evaluación financiera de un proyecto base de 500 kw, para poder comparar las tasas de interés, mensualidades, tasa interna de retorno y otros indicadores financieros, para presentar un análisis no solo cualitativo, sino también cuantitativo que pueda ejemplificar de forma numérica las diferencias en cada fuente evaluada.

En el primer capítulo, se empieza con una breve descripción del marco referencial del presente estudio, donde se toma en cuenta información relacionada con el tema en cuestión, estudios previos relacionados a la investigación propuesta, antecedentes de utilidad al trabajo de graduación, se busca principalmente en estudios de otros países información innovadora referente al tema investigado.

En el segundo capítulo se presenta todos los conceptos e información del marco teórico, siendo la base conceptual de las variables sobre las cuales se da soporte para la conceptualización del tema evaluado, se definen los conceptos, los usos, las opciones y otros aspectos importantes a tomar en cuenta en el presente proyecto.

La recopilación de información de campo y el desarrollo del trabajo prácticamente se llevan a cabo en el tercer capítulo, se busca toda la información necesaria para los análisis comparativos y financieros necesarios para el análisis posterior.

En el cuarto capítulo se presentarán los resultados obtenidos, los cuadros resúmenes de cada una de las opciones evaluadas, con ventajas y desventajas de cada una de ellas, analizando de forma cualitativa cada una de ellas y al mismo tiempo haciendo análisis cuantitativo de los indicadores financieros.

Y, por último, en el quinto capítulo se discutirán los resultados obtenidos, comparando todas las opciones evaluadas, mediante cuadros resúmenes se dejarán las tablas comparativas de los análisis de la información recolectada, para una fácil visualización, comprensión y evaluación.



## 2. ANTECEDENTES

Para promover que se puedan ejecutar más proyectos de energías renovables y eficiencia energética, se han efectuado varios estudios acerca de formas para lograr obtener financiamiento, los cuales ayudarán como soporte para la presente investigación. Aquí se mencionan algunos que aportan información importante:

En la tesis *Evaluación del crowdfunding como alternativa de financiación para las Pymes colombianas del sector energético, que desarrollan proyectos de eficiencia energética y fuentes no convencionales de energía renovable* (Moreno, 2020), se plantea el análisis comparativo del *Crowdfunding* con otras opciones disponibles en Colombia, se hace un caso de estudio de una instalación de paneles solares. Presentando las diferentes opciones, marco legal, beneficios, riesgos y comparativo económico de estos. También se presentan ejemplos de normativa internacional y casos. Cobra relevancia la siguiente parte:

Las pequeñas y medianas empresas colombianas de servicios energéticos, como parte de su modelo de negocio, realizan la inversión inicial requerida para la puesta en marcha del proyecto, para lo cual requieren fuentes de financiación con tasas asequibles, que les permitan viabilizar el esquema de venta de energía por debajo de las tarifas de red y demás servicios a precios competitivos. (Moreno, 2020, p.11)

Acá vemos la importancia de que se pueda contar con fuentes de financiamiento que les apoyen a disminuir sus costos.



Otra referencia importante es el estudio *Salir de la oscuridad, La energía solar y el valor del modelo de financiamiento PAYGo para los consumidores* (Zollmann, J., et. al., 2017), Dentro de este, se evalúan fuentes para obtener capital para instalar sistemas residenciales fotovoltaicos, este es un método de micro pagos y más flexible, orientado a personas de pocos recursos que no cuentan con electricidad, para ellos realmente es una forma de contar con ese recurso, como se titula el artículo presentado en el foro, es una fuente novedosa de financiamiento, pues no tienen cuotas fijas, dan un año para efectuar los pagos, hay diferentes opciones de descuento y de fijar cuotas moratorias. Se explica claramente la forma novedosa en la siguiente cita, “Los clientes pagan las unidades a lo largo del tiempo, efectuando pequeños pagos frecuentes, a menudo en condiciones mucho más flexibles que las que ofrecen los modelos de financiamiento tradicionales y el micro financiamiento.” (Zollmann, J., et. al., 2017, p. 5).

También se ha revisado la tesis de maestría *¿Es negocio invertir en Generación Eléctrica Solar en Argentina? Análisis del negocio de generación renovable y evaluación de proyectos de generación eléctrica solar fotovoltaica de gran escala en Argentina.* (Bassani, 2021). En Argentina se han promovido leyes para el fomento de proyectos renovables, y la meta es cubrir el 20 % del consumo nacional con este tipo de renovables para el año 2025, se espera un fuerte crecimiento específicamente de la energía solar fotovoltaica, debido al aumento en tecnología, generación y a la disminución en los costos globales de instalación y mantenimiento, por ello el documento es de mucho aporte para evaluar financieramente las propuestas antes de ser ejecutados. Da un aporte de análisis financiero:

Finalmente, se realiza un análisis de las condiciones técnicas, económicas y financieras determinantes para desarrollar los proyectos de generación de

energía eléctrica solar fotovoltaica. A fin de evaluar la rentabilidad de los proyectos de generación fotovoltaica y su atractivo como negocio, se realiza la evaluación financiera, con un modelo en Microsoft Excel® de desarrollo propio. (Bassani, 2021, p.12)

Para tomar en cuenta la tendencia en la oferta, se evalúa el estudio: *Innovación Financiera para una Economía Sostenible*. (Alonso y Marqués, 2019) En donde se buscan cada vez más formas novedosas de financiamiento, por otro lado, las instituciones financieras también buscan la forma de innovar en la oferta de estos servicios, hay muchas opciones que actualmente se pueden ofrecer en España, como lo mencionan en el documento:

Se analizan las innovaciones que están surgiendo en el camino hacia unas finanzas sostenibles en relación con 1) la aparición de nuevos proveedores y servicios en los mercados, 2) la creación de nuevos productos financieros con criterios de sostenibilidad, 3) la adaptación de la política de gestión de riesgos financieros, y 4) las interacciones entre los avances tecnológicos y el cambio climático. (Alonso y Marqués, 2019, p. 1)

Y por último, en el estudio *Crowdfunding for renewable and sustainable energy projects: An exploratory case study approach, Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Low y Lam, 2016). Cobra importancia, porque mediante casos de estudio reales, se visualiza como las plataformas de *Crowdfunding* han podido financiar diferentes categorías de proyectos de energía renovables, esta es una opción mediante la cual diversos inversionistas pueden ayudar a ejecutar proyectos con capital privado. Los casos de éxito presentados son en varios países y de distintas tecnologías, mostrando el alcance de esta fuente de financiamiento. El modelo de *crowdfunding* es una nueva alternativa,

apoyando a emprendedores, cuando no pueden optar a ofertas de crédito tradicionales. (Low y Lam, 2016, p. 2)

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Derivado de la búsqueda para disminuir costos y aumentar eficiencia, y/o también para mitigar los efectos del calentamiento global, mediante la generación de electricidad propia con fuentes renovables de energía, las empresas están buscando ser auto productoras de energía solar fotovoltaica, y se encuentran muchas veces con limitadas opciones de financiamiento externo, no tienen suficiente información y desconocen las diferencias entre las opciones que encuentran en el mercado financiero, por esta razón posponen o cancelan la ejecución de los proyectos solares dentro de sus empresas, cuando no cuentan con fondos propios para el proyecto.

#### Contexto general

Se ha visto interés en la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en las empresas, lamentablemente al conocer el monto de inversión y al no contar con capital propio para invertir en los proyectos, estos se quedan a la espera de alguna fuente externa de financiamiento. Las empresas no cuentan con suficiente información de las opciones, requisitos, tramites, condiciones y diferencias. Por lo que muchas veces los proyectos quedan solo en la etapa de diseño.

#### Descripción del problema

La instalación de sistemas solares fotovoltaicos a nivel comercial, por el tamaño de estos, tienen regularmente altos costos de inversión, la inversión es atractiva para las empresas, pues reduce los costos en electricidad, lamentablemente no todas tienen la posibilidad de invertir esos montos. Los

proyectos quedan esperando una opción financiera externa que pueda ayudar a ejecutar el proyecto, es aquí donde las empresas no cuentan con suficiente información para obtener esos fondos. Hay varias fuentes de financiamiento locales y también internacionales, aunque no son muy conocidas, cada una tiene diferente enfoque, condiciones, ventajas y desventajas. Es de mucha importancia para la ejecución de los proyectos, poder contar con una guía, donde se pueda consultar acerca de esas diferencias, y así evaluar la opción que mejor se acomode a las necesidades particulares de cada empresa.

### **3.1. Formulación del problema**

Vemos la necesidad de las empresas de encontrar fuentes de financiamiento para poder ejecutar los proyectos de energía solar, no solo para reducir costos, pues también está el tema de responsabilidad social empresarial, y la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, y de aquí surge nuestro problema central, como y donde pueden encontrarlas, y que diferencias hay entre la oferta que se encuentra disponible.

Pregunta central

¿Cómo se pueden financiar en Guatemala proyectos fotovoltaicos a nivel comercial con capital externo de la empresa, y que diferencias presentan las opciones disponibles?

Preguntas auxiliares

Para responder a esta interrogante se deberán contestar las siguientes preguntas auxiliares:

- ¿Cuáles son los requisitos para obtener capital de inversión para ejecutar un proyecto fotovoltaico en Guatemala?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de las opciones de financiamiento disponibles para las empresas que quieren instalar proyectos solares fotovoltaicos a nivel comercial en Guatemala?
- ¿Qué aspectos financieros se utilizarían para el análisis de las fuentes de capital externo de inversión para instalar los sistemas fotovoltaicos?

### **3.2. Delimitación del problema**

Los proyectos solares fotovoltaicos dependiendo de en donde y la finalidad que tengan, se pueden separar en proyectos de carácter privado, donde la inversión y la propiedad es de empresas o personas particulares, y están también los proyectos de ayuda social o carácter público, donde la inversión la hace el gobierno o fondos internacionales de ayuda, en este caso la propiedad puede ser comunitaria o particular.

También dependiendo del tamaño del proyecto, se pueden dividir los sistemas solares fotovoltaicos en:

- Residenciales, son sistemas pequeños para uso doméstico.
- Comercial, son sistemas para empresas, fabricas, hoteles u otros.
- Gran escala, son sistemas de generación como granjas solares.

El presente trabajo estará centrando el análisis en proyectos de carácter privado a nivel comercial, se estará tomando como base para los análisis un proyecto de 500 kW.



## 4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo principal la investigación y creación de una guía con diferentes opciones de financiamiento para proyectos de energía solar fotovoltaica a nivel comercial, es de vital importancia el crecimiento energético en el área de energías renovables, para poder reducir la generación de CO<sub>2</sub> en el país, y que se pueda reducir la dependencia energética de fuentes no renovables de energía eléctrica, como parte de los objetivos que tenemos como país, para cumplir lo acordado en función de mitigación al cambio climático, la promoción y fomento de este tipo de proyectos de energía solar se alinea con las políticas de planificación energética que tenemos planificadas en el plan nacional de energía 2017-2032.

Se busca la creación de una fuente de información que ayude a la ejecución de los proyectos, y que sea de apoyo para los clientes finales o empresas que deseen la instalación solar en sus industrias o comercios, como para las empresas que hacen las instalaciones o que venden los proyectos solares.

Mediante esta guía se pretende tener la información consolidada de los requisitos legales, técnicos, financieros, administrativos, evaluando la complejidad de las opciones más comunes y viables para financiar proyectos fotovoltaicos en nuestro país, así como las ventajas y desventajas que cada una presenta, pues son varios los puntos a considerar en cada una de ellas.

El factor del financiamiento externo es muy importante para las empresas, pues muchos proyectos quedan en la parte de diseño, la inversión en este tipo



de proyectos solares a nivel comercial es grande, y las empresas no cuentan con fondos propios para la ejecución de estos, es aquí donde cobra importancia este estudio, pues busca promover la ejecución de los proyectos, teniendo análisis y resúmenes prácticos con opciones para que puedan encontrar, conocer, comparar y evaluar fuentes de financiamiento que se acoplen a las necesidades de cada empresa en particular. Esto sería un beneficio para las empresas finales, para las empresas que brindan el servicio de ejecución de los proyectos y también para la población en general, porque se busca el fomento de proyectos de energía solar.

Adicional, mediante la instalación de proyectos de energía solar, se busca también el ahorro de costos para las empresas, crecimiento de trabajo en el sector energético renovable del país, y ayudar la generación de energía con fuentes renovables y menos contaminantes. Al incrementar las empresas a nivel comercial con sistemas fotovoltaicos, estas se vuelven autor productoras de energía eléctrica, inyectarían también excedentes a la red de transmisión en muchos casos y eso también es aprovechable y de beneficio, y al mismo tiempo disminuye el consumo de otras fuentes de energía no renovables.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 General**

Crear de una guía para obtener fuentes de financiamiento para ejecución de proyectos fotovoltaicos a nivel comercial en Guatemala

### **5.2 Específicos**

1. Dar a conocer los requisitos legales y técnicos de los diferentes sistemas de financiamiento ofrecidos para el mercado fotovoltaico en Guatemala.
2. Evaluar las diferentes opciones de financiamiento a las que pueden optar las empresas para instalar proyectos solares fotovoltaicos a nivel comercial y dar a conocer sus ventajas y desventajas.
3. Comparar y evaluar las diferentes formas de financiamiento. Tomar de base un proyecto de 500 kw.



## **6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

Las empresas dejan los proyectos de autoconsumo de energía solar muchas veces en la etapa de diseño, les parece atractivo, les favorece en el tema financiero ya que podrían reducir el costo de energía eléctrica, pero lamentablemente no cuentan con capital propio para la inversión y no conocen otros tipos de financiamiento, ni las diferencias entre los mismos, para evaluar la viabilidad del proyecto solar.

El trabajo busca fomentar la ejecución de proyectos solares a nivel comercial, por lo que con el presente proyecto se espera una reducción de los gases de efecto invernadero que genera el consumo excesivo de energía eléctrica tradicional. Al cliente final también tendría ahorros en el gasto mensual de energía eléctrica de las empresas distribuidoras.

La guía busca ser una fuente de información de opciones de financiamiento para la ejecución de proyectos solares a nivel comercial, para que las empresas puedan revisar, evaluar y comparar las opciones con que cuentan disponibles en el mercado financiero.

A nivel global, el mercado financiero se ha ido diversificando, creando nuevas fuentes de financiamiento, apoyando principalmente las energías renovables, el objetivo común de la población en general debería ser mitigar los efectos del calentamiento global, muchas de estas nuevas fuentes de financiamiento están recién llegando a nuestro país, poder contar con un resumen de algunos de ellos, sería de beneficio para las empresas que deseen instalar proyectos solares.

Se busca aumentar la viabilidad y ejecución de los proyectos solares, esto contribuye a la generación de energías renovables y ayuda al medio ambiente, al aprovechar recursos renovables del cual tenemos un gran potencial en nuestro país.

La maestría al encontrarse entre el marco de Energía y Ambiente involucra todo análisis para la gestión y uso eficiente de la energía, aspectos técnicos, económicos, ambientales, en el uso y aprovechamiento de recursos energéticos, impactos económicos y financieros en proyectos energéticos, en el área de energías renovables, se incluye el diseño y operación de proyectos solares.

## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. Financiamiento**

El financiamiento se puede decir que lo componen una serie de fuentes, que, al hacer uso de ellas, es que muchas empresas pueden ejecutar los proyectos que tienen planificados, algunos de estas actividades a realizar pueden ser para operación, inversión, crecimiento y otros. (Drimer, 2008)

#### **7.1.1. Aspectos generales**

Al hablar de financiamiento encontramos también, que estructuralmente los fondos pueden venir de fuentes internas y/o externas a la organización, como lo menciona Drimer:

Se denomina estructura de financiamiento a la combinación de todas las fuentes de financiamiento que permiten adquirir los recursos activos que emplean las organizaciones. Está conformada por el endeudamiento, que son recursos aportados por terceros, y el patrimonio neto, que son los recursos propios de las organizaciones, aportados inicialmente por sus asociados. (Drimer, 2008, p.17)

También se podría decir que el financiamiento se compone de dos partes fundamentales, la primera que viene proveniente del uso que se le quiere dar, es decir cómo se piensan usar los fondos, y la segunda que hace referencia de donde se van a obtener los fondos para invertir, estos se pueden obtener de diferentes fuentes, acá detalla Lira una forma clara y compacta:

Las 3 maneras en las que una empresa puede generar recursos: la primera, se origina por los fondos, que la empresa genera producto de sus operaciones, como las utilidades que se retienen; la segunda: que proviene de los fondos adicionales que se piden a los accionistas; y la tercera se deriva del dinero que se puede obtener de los terceros, en este caso familia, amigos, agiotistas e instituciones financieras. (Lira, 2009, p. 20)

Figura 1. **Fuentes de Financiamiento**

Recursos generados internamente	Utilidades Retenidas
Aporte Accionistas	Capital adicional
Deuda de terceros	Proveedores Familia Agiotistas Sistema financiero

Fuente: elaboración propia, utilizando Word.

En la actualidad, las empresas tienen que ser competitivas, ser solventes para su funcionamiento, adquirir bienes y servicios, y para eso deben valerse de opciones internas o externas de financiamiento, como lo menciona Robles:

Para las empresas privadas, en las que el propósito es el fin lucrativo (obtener ganancias financieras), los recursos financieros se convierten en los más importantes, ya que el objetivo es hacer más dinero con el que aportan los socios o accionistas. (Roman, 2012, p. 15)

Se podría decir entonces que el objetivo del financiamiento es brindar apoyo al fortalecimiento, al crecimiento, y a la estabilidad de las empresas, toda inversión debería ir siempre con la finalidad del aumento de la rentabilidad en la misma, propiciando su crecimiento económico.

### **7.1.2. Objetivo del financiamiento**

Se puede decir que el principal objetivo del financiamiento es obtener liquidez para llevar a cabo las actividades planificadas por la empresa en una ventana de tiempo determinada, asegurando de esta forma la realización de estas. Las etapas como las clasifica Perdomo son una serie de pasos cronológicos, detallados a continuación:

- Previsión de la necesidad de fondos: se hace evaluación de donde se pueden obtener.
- Previsión de la transacción: se revisan las instituciones financieras que han brindado apoyo financiero en situaciones anteriores, haciéndose un análisis cualitativo y cuantitativo de todas.
- Negociación: de las opciones estudiadas en el inciso anterior, se evalúan algunas, para poder solicitarles los requisitos y condiciones del actual requerimiento que se tenga en la empresa, se evalúan y se toma la más beneficiosa para ese determinado proyecto.
- Mantenimiento en la vigencia del financiamiento: mientras exista el contrato acordado entre la empresa solicitante y la empresa que da el financiamiento, ambas mantienen comunicación, para garantizar los acuerdos, los pagos y las condiciones, también se pueden negociar



cambios durante el transcurso de este, pudiéndose renegociar algunas características particulares., como adelanto en pagos, montos adicionales, atrasos y otros.

- Pago del financiamiento: se tienen que cumplir los montos tanto de pagos como de condiciones ofrecidas por el ente que proporciona el capital, en los plazos y fechas establecidos.
- Renovación del financiamiento: es para volver a evaluar alguna opción de obtener más capital de trabajo o inversión siempre para la misma empresa que lo necesita y con la misma empresa que lo ofrece u otra que lo puede absorber.

Este es un proceso muy bien detallado por Perdomo, el cual podemos utilizar de base para nuestro análisis. (Perdomo, 2003)

### **7.1.3. Usos de financiamiento**

Como se ha mencionado, el financiamiento es vital en algunos momentos de cualquier empresa, pues es quien empuja lo engranajes de esta, haciendo trabajar el corazón, algunas de las funciones para las cuales los gerentes se ven forzados de buscar financiamiento son:

- Sembrar dinero, es decir, toda inversión inicial que pretende poner a funcionar la organización y buscar adelante la recuperación de la inversión hecha.
- Flujo de Caja, se necesita muchas veces financiamiento para cumplir con los requerimientos operacionales, como pagos de salarios y algunos proveedores.

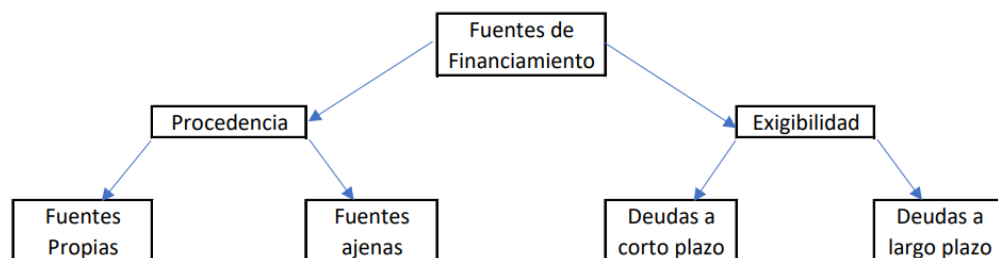
- Expansión, cuando es necesaria la inversión para el crecimiento de la organización.
- Reparaciones, a veces surgen imprevistos, y es necesario recurrir a inversiones fuera de lo presupuestado.
- Otras inversiones, se ve forzada a incurrir en buscar financiamiento para proveerse de nuevos bienes o activos.

#### 7.1.4. Clasificación del Financiamiento

Algunos autores clasifican de estas dos formas, según menciona Dominguez y Crestelo, (2009):

- Según su nivel de exigibilidad
- Según su procedencia

Figura 2. Clasificación de las Fuentes de Financiamiento



Fuente: elaboración propia, utilizando Word.

Al hablar de exigibilidad, esto va de la mano al tiempo y condiciones negociadas, pueden ser de corto y largo plazo, regularmente se toman como fuentes a corto plazo para operar, con tiempos contractuales menores a un año, en donde se necesita de forma inmediato efectivo; y de largo plazo, son inversiones más formales, que conllevan regularmente la adquisición de activos

o fuertes inversiones en infraestructura o equipos. Aquí los tiempos contractuales son regularmente mayores de un año y dependiendo de los montos, estos pueden ampliarse hasta 15 o 20 años.

Dependiendo de su procedencia, como se ha manifestado, las fuentes para obtener capital pueden ser fuentes propias, cuando son los fondos proporcionados por los accionistas o la misma empresa o fuentes ajenos, cuando se recurre a buscar apoyo financiero en entidades financieras nacionales o internacionales. (Dominguez y Crestelo, 2009, p. 5)

#### **7.1.5. Tendencia mundial en el financiamiento**

Con la finalidad de alinearse con los objetivos de desarrollo sostenible, el mercado financiero también busca como apoyar y sumarse al fomento de las energías no contaminantes o dependientes del carbón, hay varias fuentes de financiamiento que ha cobrado auge en la actualidad, adicional a la banca tradicional, como mencionan en el documento de “Innovación financiera para una economía sostenible”,

El cambio climático constituye sin duda uno de los elementos de riesgos más importantes que afrontará nuestra sociedad en las próximas décadas. El sector financiero desempeña un papel fundamental en este reto, tanto por su exposición y las consiguientes implicaciones patrimoniales que pueden derivarse de la materialización de este riesgo como por su labor de canalización de las inversiones necesarias para transformar nuestra economía en un modelo sostenible. (Alonso y Marqués, 2019, p. 24)

A continuación, se detallan algunos de las opciones disponibles para financiar y fomentar de este tipo de proyectos:

- Créditos verdes: estos se promocionan en el país, por varias empresas de instalación de proyectos solares o energías renovables, se tratan de financiamientos con condiciones especiales para empresas que quieran invertir en energía renovable, eficiencia energética y reducción del impacto ambiental. Abajo detalladas las ventajas:
  - Tasas de interés preferenciales
  - Plazos de gracia en la construcción
  - Plazos hasta 12 años, dependiendo de la los componentes
  - Montos máximos dependen del proyecto e institución financiera
  - Disponibles pagos en Quetzales y otros.
  
- PPA, cuyo nombre completo es: *Power Purchase Agreement*, es un Contrato para venta de energía, en el cual un vendedor acuerda venderla al comprador establecido en el mismo, y éste a hacer uso de ella en un tiempo específico y con precio fijado y que es rentable para ambas partes, es decir, obteniendo el comprador un precio más económico que el del mercado habitual y para el vendedor, es un precio que hace rentable el proyecto. Al finalizar el contrato, puede ser que antes de vencido el plazo, el comprador del servicio tiene la opción de adquirir la instalación en su totalidad. Es una alternativa para asegurar la generación solar y fomentar la inversión en energías renovables.
  
- *Leasing*: es un contrato de arrendamiento pactado entre ambas empresas, la que adquiere los servicios y la que los presta, se hace un pago mensual de renta del sistema instalado, y quien está pagando por la renta, pueden adquirir los activos del proyecto al terminar del contrato.

- *Crowdfunding*: Lo definen como una alternativa emergente de financiamiento que conecta las personas que donan, prestan o invierten dinero directamente con aquellas que necesitan financiación para un proyecto específico, y generalmente se hace por convocatorias públicas en Internet.
- Exim-bank: la misión es apoyar la adquisición de productos hacia mercados internacionales, proporcionando tasas preferenciales, para la región han estado presentes ofreciendo sus servicios desde US, Corea del Sur, India, y otros.

## **7.2. Energía Solar**

Gracias al sol, podemos hacer uso y aprovechar la energía que se recibe, tanto la que se obtiene del calor captado, que se puede transformar en energía térmica, como también aprovechar la luz, y así transformarla en energía fotovoltaica.

### **7.2.1. Aspectos generales**

En resumen, podemos decir que es el resultado del aprovechar el potencial recibido del sol, y que es transformada para beneficio de los seres humanos. Esta se separa en energía solar fotovoltaica, la que aprovecha la radiación y la energía solar térmica, que aprovecha el calor generado por los rayos solares.

### 7.2.1.1. Energía Solar Fotovoltaica

Es la energía que se obtiene al captar la radiación solar por medio de una célula fotovoltaica, y transformándola en energía eléctrica, básicamente lo componen diferentes equipos, cada uno con una función en específica, pero que en conjunto logran esa transformación.

Figura 3. **Energía Solar fotovoltaica**



Fuente: Imagen de [OpenClipart-Vectors](#) en [Pixabay](#),  
OpenClipart-Vectors / 27385 images (2013).

### 7.2.1.2. Elementos en los sistemas

Los sistemas solares fotovoltaicos, básicamente se dividen en tres grupos:

- Sistemas atados a la red eléctrica, estos inyectan los excedentes producidos a la red eléctrica nacional.

- Sistemas aislados, estos sistemas están diseñados para alimentar las instalaciones específicas, a diferencia del anterior, suelen tener almacenamiento de energía.
- De bombeo, se usa la energía del sol para bombear agua para consumo humano, ganado o riego.

### **7.2.1.3. Descripción del proceso**

Como menciona Lamigueiro, en el efecto fotoeléctrico se basa la función de las celdas fotovoltaicas en los paneles solares, la corriente provocada por la iluminación se aprovecha en los circuitos y se genera la corriente. (Lamigueiro, 2011, p. 47)

La luz o rayos solares son captados por los paneles solares y transformados en energía eléctrica en forma de corriente directa, regularmente son colocados en los techos de edificaciones o sobre el suelo, usando en ambos casos estructuras de fijación al lugar donde se han designado. Estos paneles se colocan en serie o en paralelo, y por medio de cables la energía captada es llevada hasta los inversores, que son los que pueden transformar la corriente directa en corriente alterna y de esta forma puede ser utilizada en los hogares, industria, comercio, y otros. También puede ser almacenada en baterías, si es que el diseño y el sistema las tiene incluidas.

### **7.2.2. Requisitos técnicos y financieros para ejecutar un proyecto solar fotovoltaico**

Para la ejecución de un proyecto, es necesario cumplir con ciertos requerimientos técnicos y financieros, pues se busca validar la viabilidad de

ambos aspectos, cuando se quiere ejecutar un proyecto solar, es necesario validar que es técnicamente posible y financieramente rentable.

#### **7.2.2.1. Diseño y dimensionamiento**

Pensando en que la finalidad es que la energía generada sea consumida, de aquí es el origen para el diseño del sistema solar, es necesario saber cuánta es la demanda de energía, y dependiendo de las regulaciones, tarifas, costos y otros factores, se trabaja en el diseño y dimensionamiento de este. Puede usarse para el mismo el mecanismo de retribución, buscando aquí el máximo de generación posible, para obtener los mayores ingresos con la venta de la energía. Y puede también usarse el balance neto, cuando se hace ese dimensionamiento para cubrir la mayor cantidad de carga posible con la generación solar, tratando de no inyectar excedentes a la red eléctrica. (Lamigueiro, 2011, p.64)

#### **7.2.2.2. Planificación**

Es importante tener un plan general del proyecto para visualizar claramente las fechas de compra de materiales, ingresos de los mismo, validación de las fechas de los pagos a recibir y ejecutar, inicio de obras, fecha de finalización de la instalación, comisionamiento e inicios calendarizados del proyecto solar. Las fechas deben de estar planificadas para la correcta ejecución de este en un cronograma general que incluya las actividades y el presupuesto a ejecutar.

#### **7.2.2.3. Monitoreo y mantenimiento**

Es importante definir como se hará el monitoreo de generación del proyecto, muchas marcas de inversores cuentan con su sistema individual de monitoreo, se tiene que revisar y validar previo la compra, y validar si se



necesitaran dispositivos, licencias u otros componentes desde la etapa del diseño, para que este todo incluido dentro de la planificación y el presupuesto. Adicional hay que establecer el plan de mantenimiento y proyectar también los costos asociados a él.

### **7.2.3. Requisitos técnicos y financieros para ejecutar un proyecto solar fotovoltaico**

Para conseguir las aprobaciones, también es necesario cumplir con ciertos requerimientos de parte del ente que regula la instalación, pues ha que cumplir con ciertos procedimientos para conseguir las aprobaciones para instalar un sistema solar y poderlo conectar a la red eléctrica nacional.

#### **7.2.3.1. Planificación**

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) es el órgano técnico del Ministerio de Energía y Minas (MEM), actúa como regulador del subsector eléctrico y vela por cumplir la ley de electricidad, también por el beneficio del destinatario final y revisa las adjudicaciones, concesiones, regulaciones de tarifas y otros. Fue creada por la Ley General de Electricidad, Decreto 93-96, publicado en el diario oficial en 1996.

Figura 4. Estructura del Subsector Eléctrico



Fuente: Comisión nacional de Energía Eléctrica (2021) Información Credenciales.

En la “Ley de la Tarifa Social para el Suministro de Energía Eléctrica, decreto número 96-2000”, hace mención en el artículo 4:

La tarifa social para el suministro de energía eléctrica, en sus componentes de potencia y energía, será calculada como la suma del precio de compra de la energía eléctrica, referido a la entrada de la red de distribución y del valor agregado de distribución -VAD-. El precio de compra de la energía eléctrica por parte del distribuidor que se reconozca en la tarifa deber reflejar estrictamente la condición obtenida en la licitación abierta según lo establece el artículo 3 de este decreto. La Comisión de Energía Eléctrica publicara el pliego tarifario respectivo. (Ley de Tarifa Social Para El Suministro de Energía Eléctrica)

Figura 5. **Tarifas Vigentes**

<b>Tarifa Social</b>				
Tarifa	Nov 2021 – Ene 22	Feb - Abr 22	Variación	Variación
	Q/kWh	Q/kWh	Q/kWh	%
DEOCSA TS	1.929	1.977	0.048	2.5%
DEORSA TS	1.834	1.884	0.049	2.7%
EEGSA TS	1.258	1.281	0.023	1.8%

<b>Tarifa No Social</b>				
Tarifa	Nov 2021 – Ene 22	Feb - Abr 22	Variación	Variación
	Q/kWh	Q/kWh	Q/kWh	%
DEOCSA TS	2.060	2.108	0.048	2.3%
DEORSA TS	1.929	1.978	0.049	2.6%
EEGSA TS	1.346	1.369	0.023	1.7%

Fuente: CNEE, (2022) *Boletín de prensa Ajuste tarifario febrero-abril 2022*.

La Tarifa Social en Guatemala, actualmente se aplica a todo usuario con consumo entre 61 y 88 kWh mensual. Es aplicada actualmente a aproximadamente 2.8 millones de familias guatemaltecas, según artículo publicado en el diario la Hora, pero a partir de abril del presente año, este límite será ampliado a 100 kWh. (Álvarez, A., 2022)

Adicional se tiene también la NORMA TÉCNICA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA RENOVABLE Y USUARIOS AUTOPRODUCTORES CON EXCEDENTES DE ENERGÍA, RESOLUCIÓN CNEE-227-2014, Guatemala, 25 de agosto de 2014, de la CNEE En el artículo 6 de dicha norma tenemos las obligaciones del Generador distribuido renovable:

El Interesado en participar como GDR está obligado a:

- Presentar ante el Distribuidor la solicitud de Dictamen de Capacidad y Conexión, utilizando el formulario autorizado adjuntando la información indicada en el mismo.
- Entregar la información técnica de sus instalaciones, solicitada por el Distribuidor o la CNEE, para la adecuada evaluación de la información del Interesado, relacionada con el proyecto que desea conectar.
- Construir y cubrir los costos de la línea y equipamiento o instalaciones, necesarios para llegar al Punto de Conexión, incluyendo el último elemento de maniobras entre las instalaciones del GDR y las existentes del Distribuidor.
- Cumplir las condiciones que la CNEE establezca en la resolución de autorización, tanto para la debida conexión como para la operación de sus instalaciones.
- Cubrir los costos de las modificaciones o ampliaciones de las instalaciones de distribución, adyacentes al Punto de Conexión, y que la CNEE, considerando el Dictamen de Capacidad y Conexión del Distribuidor, determine y autorice, después de la evaluación pertinente de dichos costos. (NORMA TÉCNICA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA RENOVABLE Y USUARIOS AUTOPRODUCTORES CON EXCEDENTES DE ENERGÍA)

En Guatemala, “Un sistema de paneles solares absorbe la luz del sol durante el día, la inyecta a la red de distribución y genera un crédito que se ve reflejado en la factura por el servicio prestado por las distribuidoras de energía.” (Corzo, 2018)

### **7.3. Otros beneficios no monetarios de los sistemas solares fotovoltaicos**

La región de países de América Latina tiene la ventaja de contar con una baja dependencia energética de los combustibles derivados del petróleo, para la generación, esto, gracias a la riqueza de fuentes hídricas principalmente para la generación de electricidad, y al promover proyectos solares, se contribuye con la mitigación del cambio climático. (Vergara, Isbell, Ríos, Gómez, y Alvez, 2014)

También están otras certificaciones, actualmente muchas empresas se hacen llamar “verdes”, esto conlleva una mayor responsabilidad al entorno o ambiente, y se logran de esta forma beneficios que contribuyen al ambiente, pero al mismo tiempo dan un beneficio adicional a la marca, o empresa que la obtienen, pues hay una mejor percepción de la imagen social de esta. (Vargas, Rivera, Martínez y Colón, 2011)

## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

### 1. MARCO REFERENCIAL

1.2 Antecedentes

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Financiamiento

2.1.1. Aspectos generales

2.1.2. Objetivos del financiamiento

2.1.3. Usos del financiamiento

2.1.4. Clasificación del financiamiento

2.1.5. Tendencia mundial para Empresas de energías renovables.

#### 2.2. Energía Solar

2.2.1. Aspectos generales

2.2.1.1. Energía solar fotovoltaica

2.2.1.2. Elementos en los sistemas

- 2.2.1.3. Descripción del proceso
- 2.2.2. Requisitos técnicos y financieros para ejecutar un proyecto solar fotovoltaico.
  - 2.2.2.1. Diseño y dimensionamiento
  - 2.2.2.2. Planificación
  - 2.2.2.3. Monitoreo y mantenimiento
- 2.2.3. Requisitos legales para ejecutar un proyecto solar fotovoltaico
  - 2.2.3.1. Marco Legal
- 2.3. Otros beneficios no monetarios de la instalación de sistemas solares fotovoltaicos.

### 3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

- 3.1. Características del estudio
  - 3.1.1. Diseño
  - 3.1.2. Enfoque
  - 3.1.3. Alcance
  - 3.1.4. Unidad de análisis
- 3.2. Variables
- 3.3. Fases del desarrollo de la investigación
  - 3.3.1. Fase 1-Revisión Bibliográfica
  - 3.3.2. Fase 2- Gestión o recolección de la información
  - 3.3.3. Fase 3- Análisis de las diferencias entre las opciones
  - 3.3.4. Fase 4- Análisis financiero de las opciones
  - 3.3.5. Fase 5- Discusión de Resultados
  - 3.3.6. Organización de la información

#### 4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 4.1. Escenarios analizados
- 4.2. Beneficios y diferencias entre los sistemas de financiamiento encontrados.
- 4.3. Análisis financiero de los diferentes sistemas de financiamiento.
- 4.4. Discusión de resultados

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS





## **9. METODOLOGÍA**

### **9.1. Características del estudio**

El presente trabajo es una investigación de carácter cualitativo, que se enfoca durante la fase inicial en la identificación y compilación de las fuentes de información técnica, regulatoria y financiera asociadas al mercado financiero de crédito. Y las variables que se analizarán son de tipo cualitativas nominales. El método utilizado en esta primera etapa corresponde a la consulta a través de internet de las principales bases de datos, pero también Cuantitativo, pues se evaluarán indicadores financieros.

El alcance es descriptivo, pues se plantea exponer la realidad de las opciones que las empresas encuentran disponibles en nuestro país y fuera para poder tener acceso a capital de inversión.

El diseño adoptado será no experimental, pues la información a presentar en los cuadros analizados, serán originales, sin alguna manipulación, cada fuente cuenta con características independientes, y estas no pueden ser modificadas por el investigador, solamente analizadas y comparadas. El alcance de esta investigación no comprobara una hipótesis.

El estudio se efectuará evaluando las opciones financieras del mercado financiero guatemalteco y algunas fuentes a las que las empresas tienen acceso fuera de Guatemala.

## 9.2. Unidad de análisis

Para esta investigación se considera la evaluación financiera como una unidad de análisis, dado que se necesitan conocer los valores de los indicadores financieros de cada opción presentada, para evaluar y comparar los resultados entre sí, y poder hacer un cuadro comparativo. Para esto se presentará un análisis financiero completo con el costo estimado de un proyecto solar fotovoltaico de 500 kw, para las opciones evaluadas en el presente trabajo.

## 9.3. Variables

Se estará enfocando el presente trabajo en las variables de financiamiento, pues se buscarán las fuentes y se analizarán las mismas, tomando en cuenta las que se encuentran disponibles en el mercado, y los proyectos solares fotovoltaicos, analizando todos los componentes, costos, beneficios, requerimientos de su instalación.

Tabla I. Variables

<b>Variable</b>	<b>Definición teórica</b>	<b>Definición operativa</b>
Financiamiento	Es aquel que permite adquirir los recursos y/o activos que quieren adquirir las organizaciones para la ejecución de algún proyecto.	Se obtendrán listas de requerimientos, condiciones, tasas de interés o mensualidades de cada una de las fuentes evaluadas.

Continuación tabla I.

Proyecto Solar Fotovoltaico.	Es un sistema formado por un conjunto de módulos fotovoltaicos, inversor y otros componentes para la generación de energía aprovechando la energía solar.	Se obtendrán datos de costos, ahorros de costo de energía propuestos, proyecciones de vida útil.
------------------------------	---	--

Fuente: elaboración propia.

Para realizar esta medición se tomarán datos en condiciones iguales para cada uno de los escenarios y se llenará una tabla para documentar los resultados.

#### **9.4. Fases del estudio**

Se inicia al plantear la problemática y buscar información al respecto, inicia aquí toda la fase de búsqueda de información, es la base para sustentar el trabajo, se pasa a la búsqueda de información aplicada a la delimitación propuesta, para luego ser analizada y poder presentar los resultados obtenidos.

##### **9.4.1. Fase 1: revisión bibliográfica**

En la primera fase se realizará una consulta de todas las bibliografías posibles relacionadas al tema, para enriquecer los conocimientos sobre el financiamiento y los sistemas solare fotovoltaicos, para entender los conceptos, usos y opciones de cada uno de ellos.

#### **9.4.2. Fase 2: gestión o recolección de la información**

En la primera fase se realizará una consulta de campo de las opciones de financiamiento disponibles para la instalación de sistemas solares fotovoltaicos a nivel comercial para las empresas en Guatemala.

#### **9.4.3. Fase 3: análisis de información**

Durante el proceso de esta fase se hará un estudio comparativo de los beneficios y desventajas de cada opción, y adicionalmente un análisis financiero comparativo de cada opción evaluada, utilizando indicadores financieros como:

- Inversión Inicial
- TIR
- VAN
- Tiempo de recuperación de la inversión
- Gastos de operación y Mantenimiento

#### **9.4.4. Fase 4: interpretación de información**

En esta fase se evaluarán los resultados obtenidos, para una comparación más profunda de los mismos, dejando un resumen de las características particulares de cada opción presentada mediante cuadros comparativos.

## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

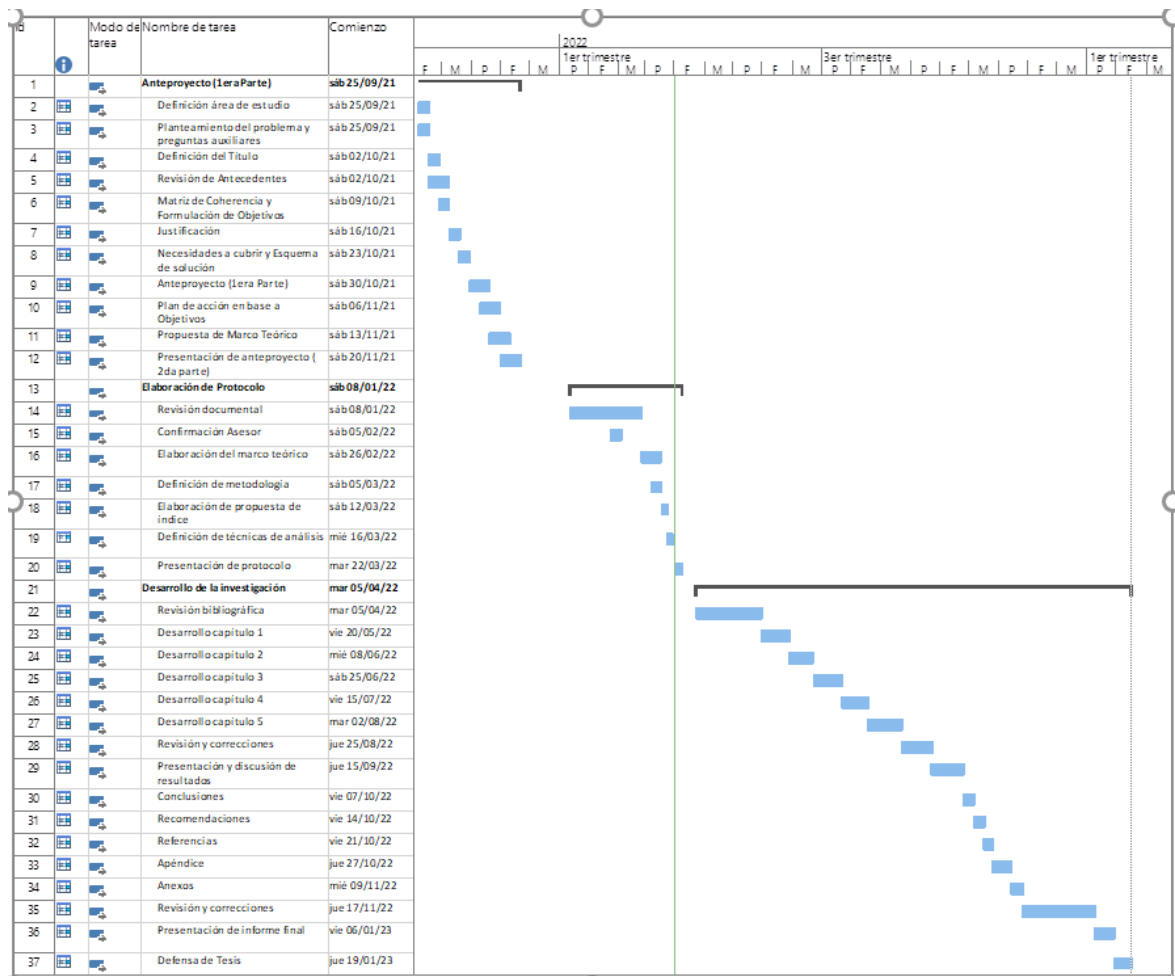
El análisis será de forma comparativa, usando como base cuadros comparativos, donde se pueda visualizar de forma rápida, ágil y eficaz las ventajas y desventajas de cada opción financiera evaluada. También se prepararán indicadores financieros como son:

- TIR
- VAN
- Tiempo de recuperación de la inversión
- Gastos CAPEX y OPEX



# 11. CRONOGRAMA

Figura 6. Cronograma



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Project.





## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizará con recursos propios del estudiante de maestría. Siendo la investigación descriptiva, se tendrán en cuenta los siguientes recursos:

Tabla II. **Recursos necesarios para la investigación**

<b>Recurso</b>	<b>Disponibilidad del Recurso</b>	<b>Fuente de Financiamiento</b>	<b>Cuantificación</b>
<b>Humano</b>	Investigador, Tutor y Asesor	Propia	Q 6.000.00
<b>Financiero</b>	Internet, Gasolina, parqueos, otros.	Propia	Q 1,000.00
<b>Tecnológico</b>	Paquete de Office, computadora e Internet	Propia	Q 6,000.00
<b>Acceso a la información</b>	Información privada disponible	-	-
<b>Permisos</b>	Sí	-	-
<b>Equipos</b>	-	-	-
<b>Infraestructura</b>	Oficina	Investigador	Q 500.00

Fuente: elaboración propia.

Siendo los recursos aportados suficientes para la investigación, se considera que es factible la realización del estudio.



### 13. REFERENCIAS

1. Arroyave, H. (2018). *Model del comportamiento de presas en cascada y visualización de software*. Bogotá, Colombia: Prentice Hall. Recuperado de <http://www.andritz.com/no-index/pf-detail?productid=9224>.
2. Álvarez, A. (2022) *Gobierno ampliará beneficiarios con Tarifa Social de energía* - La Hora. Recuperado de: <https://lahora.gt/gobierno-ampliara-beneficiarios-con-tarifa-social-de-energia/>
3. AMM. (2022). GUATEMALA 2021: *Demanda de energía a nivel*. Recuperado de: <https://rd.amm.org.gt/2022/01/31/demanda-energiadepartamental-2021/#mo>
4. Bassani, M. (2021). *¿Es negocio invertir en Generación Eléctrica Solar en Argentina?: análisis del negocio de generación renovable y evaluación de proyectos de generación eléctrica solar fotovoltaica de gran escala en Argentina*. (Tesis de Maestría) Universidad Católica Argentina.
5. CNEE (2022) *Boletín de Prensa Ajuste Tarifario Trimestral Período Febrero-Abril 2022*. Recuperado de: <https://www.cnee.gob.gt/wp/wp-content/uploads/2022/01/Boletin-Ajuste-Tarifario-Febrero-Abril-2022-2.pdf>

6. CNEE (2000) *Ley de Tarifa Social para el Suministro de Energía Eléctrica*. Recuperado de: Microsoft Word - LEY DE TARIFA SOCIAL.doc (cnee.gob.gt)
7. CNEE (2008). *Norma Técnica de Generación Distribuida Renovable y Usuarios Auto productores con Excedentes de Energía*. Recuperado de: Norma Técnica de Generación Distribuida Renovable y Usuarios Autoprodutores con Excedentes de Energía | CNEE
8. Corzo, K. (2018). *Guía para instalar un sistema de energía solar y cuánto puedes ahorrar*. Recuperado de: <https://www.soy502.com/articulo/como-convertirte-productor-energia-cuanto-ahorras-panel-32539>
9. Domínguez Fernández, I. C., y Crestelo Martínez, L. M. (2009). *Estructura de financiamiento. Fundamentos teóricos y conceptuales*. Recuperado de: <https://www.gestiopolis.com/estructura-de-financiamiento-fundamentos-teóricos-y-conceptuales/>
10. Drimer, R. L. (2008). *Teoría del Financiamiento: evaluación y aportes*. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires.
11. EEGSA. (2022). *Boletín de prensa pliego tarifario febrero-abril 2022*. Recuperado de: <https://eegsa.com/wp-content/uploads/2022/02/Bolet%C3%ADn-de-prensa-pliego-tarifario-febrero-abril-2022>

12. Francis, K.A. (2022). *La importancia del financiamiento para las empresas | Pequeña y mediana empresa - La Voz Texas*. Recuperado de: <https://pyme.lavoztx.com/la-importancia-del-financiamiento-para-las-empresas-9870.html>
13. Lira Briceño, P. (2009). *Finanzas y financiamiento*. USAID PERÚ MYPE COMPETITIVA.
14. Perpiñán Lamigueiro, Oscar. (2011). *Energía Solar Fotovoltaica*. Recuperado de: <http://procomun.wordpress.com/documentos/libroesf>
15. Roman Robles, L. C. (2012). *Fundamentos de administración financiera*. México. Red Tercer Milenio S.C.
16. Vargas, C., Rivera, J. E. D., Martínez, E. M., & Colón, P. A. (2011). *Beneficios tangibles e intangibles, imagen de responsabilidad social y el rendimiento en la inversión de las empresas certificadas "Verdes"*. Recuperado de: <https://doi.org/10.29344/07184670.31.1031>
17. Vergara, W., Isbell, P., Rios, A. R., Gomez, J. R., & Alvez, L. (2014). *Beneficios para la sociedad de la adopción de fuentes renovables de energía en América Latina y el Caribe*. Recuperado de: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Beneficios-para-la-sociedad-de-la-adopci%C3%B3n-de-fuentes-renovables-de-energ%C3%ADa-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>

18. Zollmann, J., Waldron, D, Sotiriou, A. y Gachoka, A. (2017). *Salir de la oscuridad La energía solar y el valor del modelo de financiamiento PAYGo para los consumidores*. Recuperado de: <https://www.cgap.org/sites/default/files/researches/documents/Forum-Escaping-Darkness-Dec-2017-Spanish.pdf>