



Diseño de una plantilla para la evaluación financiera, de proyectos de generación solar, para autoconsumo sin venta de excedentes, del sector residencial

Oscar Arnulfo Poloche Loaiza

21872026509

Universidad Antonio Nariño

Programa Maestría En Gerencia Financiera y Tributaria

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Gestión de la Innovación

Bogotá, Colombia

2022

**Diseño de una plantilla para la evaluación financiera, de proyectos de generación solar,
para autoconsumo sin venta de excedentes, del sector residencial**

Oscar Arnulfo Poloche Loaiza

21872026509

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Gerencia Financiera y Tributaria

Director (a):

William Alexander Malpica Zapata

MBA, especialista en finanzas, Contador Público

Universidad Antonio Nariño

Programa Maestría En Gerencia Financiera y Tributaria

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Gestión de la Innovación

Bogotá, Colombia

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado: “**Diseño de una plantilla para la evaluación financiera, de proyectos de generación solar, para autoconsumo sin venta de excedentes, del sector residencial**”, Cumple con los requisitos para optar Al título de Magíster en Gerencia Financiera y Tributaria.

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

Tabla de Contenido

Resumen.....	6
Abstract.....	6
Introducción	7
1. Planteamiento del problema	8
2. Objetivos.....	8
2.1 Objetivo General.....	8
2.2 Objetivos Específicos.....	8
3. Justificación	9
4. Estado del Arte	10
4.1 Gases de Efecto Invernadero GEI.....	11
4.2 Ley 1715 de 2014.....	12
4.3 Energías Renovables No Convencionales en Colombia.....	13
4.4 Energía Solar Residencial en Colombia	16
5. Marco Teórico.....	17
5.1 Variables Financieras.....	17
5.1.1 Variables financieras de entrada.....	18
5.1.2 Variables Financieras de Procesamiento	19
5.1.3 Variables financieras de salida	20
5.2 Componentes de un Sistema Fotovoltaico Residencial Aislado.....	21
5.3 Consideraciones Para un Sistema Fotovoltaico Residencial	25
5.3.1. Factor de Planta de un Sistema Fotovoltaico.....	26
6. Metodología.....	28
7. Resultados.....	29
7.1 Recolección de Datos Para Evaluación del Proyecto	31
7.2 Captura de datos para la evaluación financiera.....	40

7.3 Procesamiento de datos.....	42
7.3.1 Cálculo del Valor de la Factura Anual	43
7.3.2 Cálculo de Ingresos	45
7.3.3 Cálculo de los Egresos.....	48
7.3.4 Cálculo de Otros Indicadores	50
7.3.5 Cálculo de Indicadores de Evaluación.....	51
7.4 Entrega Evaluación Financiera	53
8. Discusión.....	55
9. Usos y limitaciones.....	56
10. Conclusiones	56
Anexos	57
Referencias.....	57

Lista de figuras

Figura 1. Ley 1715 del 2014.....	12
Figura 2. Matriz Energética Colombia 2019.....	14
Figura 3. Proyectos energía solar 2021.....	16
Figura 4. Sistema Solar Residencial Aislado.....	21
Figura 5. Estructura Fotovoltaica.....	22
Figura 6. Paneles Solares	22
Figura 7. Regulador de Carga Eléctrico.....	23
Figura 8. Batería de carga eléctrica.....	24
Figura 9. Inversor de Corriente Eléctrica.....	25
Figura 10. Distribución típica del consumo de un cliente residencial	25
Figura 11. Conceptualización Documento.....	29
Figura 12. Factura Servicio Electricidad. Consumos Históricos.	32

Figura 13. Factura con Estrato, CU y consumo mínimo resaltado	33
Figura 14. Valor kWh	33
Figura 15. Valor a subsidiar	34
Figura 16. Flujo Caja	49

Lista de tablas

Tabla 1. Energías Renovables en Colombia	14
Tabla 2. Proyectos Vigentes en Colombia por Potencia Instalada	15
Tabla 3. Ítem de ingreso.....	31
Tabla 4. Descripción de unidades y cantidades	37
Tabla 5. Captura de datos.....	40
Tabla 6. Captura de datos para ejemplo.....	42
Tabla 7. Tabla para el calculo de la factura	43
Tabla 8. Valor CU del kWh	45
Tabla 9. Deducción impuesto sobre la renta.....	47
Tabla 10. Depreciación Acelerada	48
Tabla 11. Factor de descuento	50
Tabla 12. Valor actual por periodo especifico	51
Tabla 13. Flujo caja.....	52
Tabla 14. Resultado	54

Resumen

En el mundo los países hoy en día están uniendo esfuerzos para disminuir la huella de carbono en el planeta, a lo cual el estado colombiano se ha sumado y lo está haciendo desde diferentes frentes, uno de ellos es la implementación masiva de sistemas de generación de energía eléctrica amigable con el medio ambiente, entre las que sobresale la generación de energía por medio de tecnología Solar o Fotovoltaica. Dado lo anterior y en aras de contribuir desde la academia a la masificación de este esfuerzo mundial y nacional, se desarrolla la plantilla aquí expuesta, la cual busca ser una herramienta útil y confiable para las personas de cualquier estrato social del país que estén interesadas en evaluar la viabilidad financiera de implementar en su casa de residencia, un sistema de generación solar para autoconsumo sin venta de excedentes. La plantilla aquí desarrollada se diseño teniendo en cuenta las características propias del mercado energetico colombiano para el sector residencial.

Palabras clave: Matriz Energética, generación fotovoltaica, viabilidad economica, sostenibilidad.

Abstract

In the world, countries today are joining efforts to reduce the carbon footprint on the planet, to which the Colombian state has joined and is doing so from different fronts, one of them is the massive implementation of electricity generation systems. environmentally friendly electrical energy, among which the generation of energy through Solar or Photovoltaic technology stands out. Given the above and in order to contribute from the academy to the massification of this global and national effort, the template presented here is developed, which seeks to be a useful and reliable tool for people of any social stratum in the country who are interested in Evaluate the financial feasibility of implementing a solar generation system for self-consumption without the sale of surpluses in your residence. The template developed here was designed taking into account the characteristics of the Colombian residential sector energy market.

Keywords: Energy Matrix, photovoltaic generation, economic viability, sustainability.

Introducción

En razón al cambio climático que se presenta hoy en día, desde la Organización de Naciones Unidas ONU, se han trazado directrices vinculantes para que los países pertenecientes a la ONU, ejecuten proyectos que tiene como fin mitigar el cambio climático y Colombia como país perteneciente a la ONU participa activamente en esta directriz. El país ha trazado una ruta de acción y se encuentra en proceso de implementación de estas energías y resulta fundamental revisar si las acciones emprendidas por el país están involucrando a la mayor parte de la población, sin embargo, esto se trata de una inversión donde los interesados deben revisar desde que tan rentable es invertir en generación de energías eléctricas amigables con el medio ambiente hasta que tan tolerable financieramente significa colaborar con el medio ambiente.

Colombia, tiene sus particularidades como por ejemplo que la matriz energética del país es considerada limpia esto no implica que no afecte negativamente a múltiples interesados, razón por la que también debe diversificar el mix energético y para lograrlo el país se ha valido de las múltiples experiencias de otras latitudes del mundo y ha realizado las reformas y ajustes en política energética para llevar a cabo la diversificación. En el territorio nacional la tecnología renovable más implementada hasta el momento es la Fotovoltaica y esto se debe desde la ubicación privilegiada del país en el planeta hasta la normatividad realizada por la estado colombiano, teniendo esto resultados satisfactorios en los grandes consumidores de energía como el industrial y el comercial, sin embargo, no sucede lo mismo con el sector residencial y consumidores energéticos de pequeña escala.

Este documento está enmarcado en la gestión de la innovación, porque su producto final es el desarrollo de una plantilla dirigida al usuario residencial que le permite evaluar la viabilidad financiera de proyectos de generación solar para autoconsumo sin venta de excedentes del sector residencial. Como se entiende que muchas personas, no tienen conocimientos sobre finanzas ni energía fotovoltaica, en el desarrollo de este escrito se realiza una breve pero interesante explicación de los factores más relevantes de ambos temas, obviamente colocando mayor énfasis en el tema financiero.

1. Planteamiento del problema

Durante el año 2021 la implementación de proyectos solares presento un crecimiento acelerado en el mundo, países como China, Alemania y Estados Unidos lideraron el crecimiento a nivel mundial, en Latinoamérica la pauta la marcan México, Brasil y Chile, y la razón para esta expansión acelerada de tecnología fotovoltaica en el mundo, es debido a la implementación de políticas acertadas, como ampliación de la escala de mercados energéticos solares, reducción de precios, estrategias claras definidas por los gobiernos, buena estructuración financiera e institucional, métodos competitivos de adquisiciones, junto con la disminución de riesgos (Banco Mundial;, 2021).

En este sentido Colombia ha trazado una estrategia similar a la descrita, claro está introduciendo en las políticas el funcionamiento propio del país, es así como se ha logrado que los sectores industrial y comercial sean dinámicos, perceptivos y participativos en la adopción dinámica para la ejecución de este tipo de proyectos. Sin embargo, se evidencia que la implementación de generación de energía eléctrica con tecnología fotovoltaica en el sector residencial hasta el momento ha sido baja, a pesar que desde el estado hay una política estatal clara, reglamentada, conveniente financiera y tributariamente para los interesados, razón por la cual es necesario buscar formas para vincular al sector residencial a este tipo de proyectos.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Diseñar una plantilla de evaluación financiera, de proyectos de generación solar de autoconsumo y sin venta de excedentes a la red para casas residenciales.

2.2 Objetivos Específicos

Implementar en la plantilla de Evaluación Financiera los incentivos financieros y tributarios de la ley 1715 del 2014, correspondientes a proyectos de generación solar de autoconsumo y sin venta de excedentes a la red para casas residenciales.

Programar la plantilla de valoración financiera, para que tenga la capacidad de evaluar, los proyectos de generación solar de autoconsumo y sin venta de excedentes a la red para casas residenciales, de cualquier persona, teniendo en cuenta el estrato social donde se encuentra ubicado el inmueble.

3. Justificación

Para el desarrollo de proyectos de Energía Solar, la política estatal ha definido varios incentivos financieros y tributarios, que aplican para los sectores industrial, comercial y residencial (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2014), encontrándose una activa participación de los sectores industrial y comercial, en contraposición del sector residencial donde se observa que la implementación de energía solar es muy baja, es así como para el año 2022 se tienen vigentes 178 proyectos de energía solar de los cuales 4 proyectos corresponde a baja escala entre 0 y 1MW Mega-Vatios, los otros 174 proyectos generan energía arriba de 1MW (UPME, 2022). Al revisar las posibles razones de la escasa participación del sector residencial, se encuentra que en bibliografía como en internet hay bastante información para proyectos de mediana a gran envergadura y/o o experiencias de otros países, lo cual no aplica para las condiciones propias del sector residencial colombiano, debido a las grandes diferencias que se pueden encontrar con respecto a otros sectores y países. Una diferencia fundamental entre los tres sectores, es que el industrial y el comercial, tienen los recursos económicos para contratar expertos con conocimientos profesionales en finanzas y técnica fotovoltaica, en cambio en el sector residencial no sucede esto, incluso puede suceder que una parte de la población tenga los conocimientos técnicos y financieros, pero quedan limitadas porque no cuenta con las herramientas adecuadas, como pueden ser hardware y licencias de software que les permitan simular sus proyectos solares.

Por otra parte, la mayoría de los colombianos no tienen una cultura y educación financiera, siendo esto relevante porque no se entienden conceptos como inversión, rentabilidad, costos, gastos entre otros conceptos de inversión de proyectos. También hay que tener en cuenta que el tema de energía solar es relativamente nuevo en el país y su componente técnica es de mediana complejidad y esto hace que para muchas personas el tema sea confuso.

Hasta el momento se han indicado algunas razones de la baja implementación de la fotovoltaica en el sector residencial, ahora, se hará enfoque en explicar el ¿para qué? se requiere tener involucrado al sector residencial en la implementación de proyectos de generación solar. Colombia necesita diversificar su matriz energética y en la fotovoltaica hay excelentes oportunidades para su masificación, aunque es necesario aclarar que no es la única opción debido a que esta pertenece a un grupo más amplio, que desde la política dictada por el Ministerio de Minas y Energía en el país se denomina Energías Renovables No Convencionales, las cuales tiene como característica común que son formas de generación energética consideradas en el mundo como amigables con el medio ambiente. Lograr involucrar a la mayor población posible del sector residencial contribuye al país a cumplir sus compromisos adquiridos internacionalmente en materia medio ambiental. La participación masiva de los colombianos en el desarrollo de Energías Renovables No Convencionales ayuda al país a definir de forma más eficiente la política energética, lo cual a su vez puede contribuir al país hacer más competitivo, debido que al bajar los precios de la energía los costos de producción también bajan.

La plantilla que se desarrolla en este documento busca ser una herramienta útil y sencilla de evaluación financiera de proyectos para aquellos inversionistas residenciales que tengan motivación por esta nueva tecnología de generación eléctrica. La guía también pretende contribuir a la escasa bibliografía de evaluación de este tipo de proyectos a nivel nacional, debido a que los investigadores, encuentran mas relevantes hacer estudios de grandes inversiones, lo cual tiene como consecuencia que se queda por fuera de la investigación lo que sucede a pequeña escala, como es el caso del sector residencial.

4. Estado del Arte

En este capítulo se contextualizara al lector sobre las razones que han llevado a Colombia a implementar energías amigables con el ambiente, se expondrá la ley que el estado colombiano ha desarrollado para permitir el ingreso de nuevos inversionista en el sector energético, también se expondrá con base en la información gubernamental el estado actual de estas tecnologías en el país y por último se indicara la pertinencia de este documento y porque está dirigido a los

propietarios de casas del sector residencial que tienen intereses en generar energía eléctrica a partir de la tecnología solar pero sin vender sus excedentes a la red.

4.1 Gases de Efecto Invernadero GEI

Para combatir el cambio climático se está erradicando o mitigando los gases de efecto invernadero debido a sus comprobados efectos adversos sobre el medio ambiente. El uso intensivo de combustibles fósiles genera gases de efecto invernadero, los cuales fluyen hacia la atmósfera terrestre, teniendo como efecto que no permiten salir la radiación térmica procedente de la tierra hacia el espacio y esto a su vez es causante del aumento de la temperatura media del planeta. Los gases de efecto invernadero producidos por las actividades humanas son dióxido de carbono, óxido nitroso, metano y algunos halocarbonos. (Villa, 2007).

La importancia de mitigar los gases de efecto invernadero GEI y llevarlos a valores tolerables, es por la cantidad de efectos negativos que estos gases ejercen sobre las actividades normales del planeta como afectación de los recursos hídricos disponibles, pérdida de biodiversidad, empobrecimiento del genotipo de las especies, pérdida en la capacidad de adaptación de las especies, aparición de plagas y enfermedades, afectación a la agricultura, pérdidas económicas por cambios extremos climáticos. (Maqueda , María ; Carbonell , María ; Martínez , Elvira; Flórez , Mercedes;, 2005)

Desde la ONU se coordina la lucha contra el cambio climático mundial, para lo cual se han adoptado diversidad de políticas que pretenden acelerar la introducción en los mercados de las nuevas tecnologías de generación energética denominadas amigables con el ambiente, debido a que no se basan en combustibles fósiles y por tanto su emisión de gases de efecto invernadero es en proporción mucho menor (Naciona Unidas, s.f.). Una de las políticas adoptadas en materia económica es interesar a las personas con incentivos financieros por ejemplo con la eliminación de aranceles e incentivos tributarios lo cual ayuda a viabilizar este tipo de inversiones. Colombia como país en vía de desarrollo y perteneciente a la ONU, también tiene el compromiso de contribuir a la mitigación del CO₂ y su recorrido a nivel de legislación lo inicia con la Ley 1715 de 2014, la cual incentiva a los inversionista a desarrollar este tipo de proyectos por medio de beneficios tributarios y financieros.

4.2 Ley 1715 de 2014

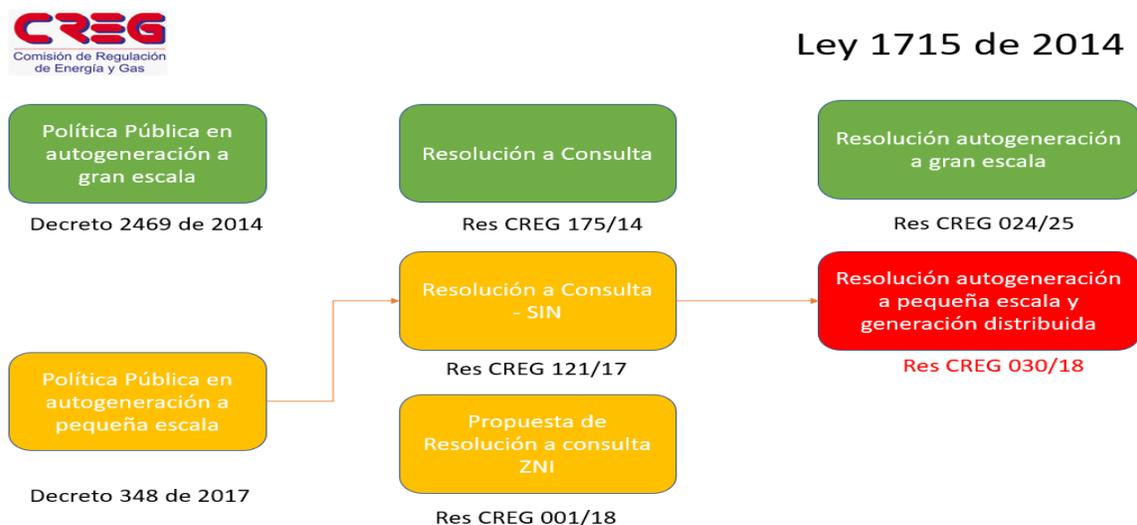
El estado colombiano por medio de la Ley 1715 de 2014, implementa la política de Energías Renovables No Convencionales, con el fin de diversificar la Matriz Energética del país, estando esta ley acorde a las necesidades nacionales y alineada con los compromisos internacionales en materia medio ambiental.

La importancia de la Ley 1715 de 2014 es porque promueve en Colombia la utilización de fuentes no convencionales de energía eléctrica e impulsa por medio de beneficios a quienes quieren invertir en la generación de energías renovables, Los beneficios que ofrece son:

- Los inversionistas de proyectos energéticos renovables tienen la posibilidad de deducir anualmente de su impuesto a la renta hasta el 50% del total de la inversión por un periodo de 5 años.
- Los elementos, equipos, maquinaria y servicios utilizados en el proyecto quedaran exentos de IVA.
- La importación de maquinaria, equipos e insumos, utilizados en el proyecto quedan exentos de aranceles.
- A los invasores en tecnologías amigables con el ambiente se les permite hacer depreciación acelerada de los equipos utilizados en el proyecto.

La 1715, se divide en dos frentes de trabajo, siendo una la Política Pública de Generación a Gran Escala y la otra la Política Pública de Generación a Pequeña Escala, esto se menciona porque este documento está encaminado hacia el segundo frente porque de acuerdo a la ley a los usuarios residenciales que deseen generar, les aplica la resolución CREG 30 del 2018. Obsérvese el figura 1.

Figura 1. Ley 1715 del 2014



Fuente: CREG

Ahora se hace necesario indicar cuales son las tecnologías limpias que contempla la ley 1715 y como desde el año 2014 estas se han estado introduciendo en el país, debido a que esto constituye una medida directa de la efectividad financiera que tiene esta ley para atraer a inversionista para que ejecuten este tipo de proyectos.

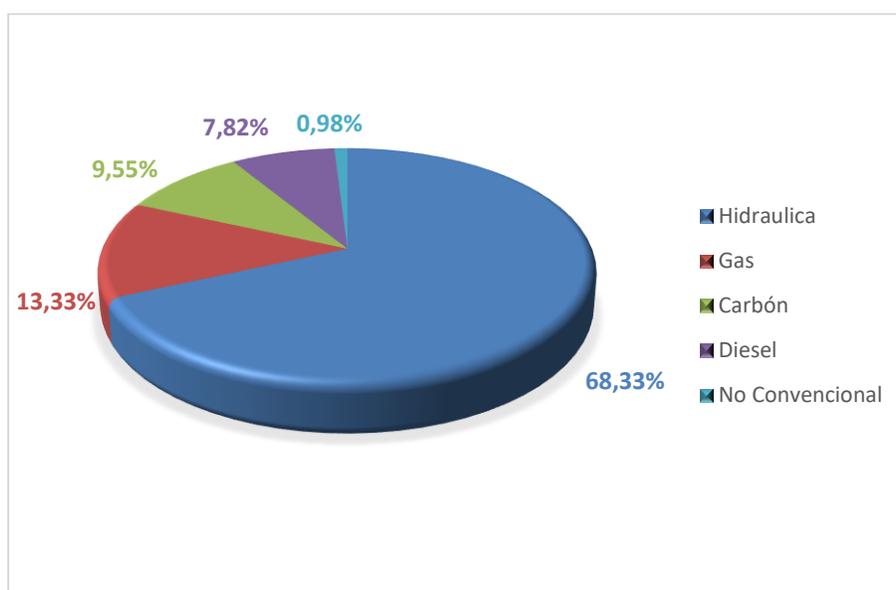
4.3 Energías Renovables No Convencionales en Colombia

Para la nación es necesario cambiar las fuentes de generación de energía eléctrica de forma eficiente por dos razones, la primera razón es porque aproximadamente el 30% de la matriz es dependiente de recursos finitos basados en fósiles como: carbón, petróleo y el otro 70% depende de las grandes hidroeléctricas y juntos son los responsables de efectos nocivos sobre el medio ambiente. La segunda razón es por los compromisos adquiridos en materia ambiental por el país en el COP21, que tienen como meta la reducción de un 20% de las emisiones del país para el año 2030 y de un 40% si el país recibe apoyo financiero internacional. Para llegar a las metas planteadas y de acuerdo a los estudios realizados el país deberá lograr colocar en circulación por lo menos 1 millón de vehículos eléctricos, dedicados de estos un 60% al transporte público y de carga, el otra 40% al transporte privado, donde el suministro de energía eléctrica para la funcionalidad de estos vehículos deberá realizarse con fuentes de energía renovables diferentes al agua, esta para evitar la vulnerabilidad de la posible escasez de este recurso a causa de los

efectos por el cambio climático. (Corredor D, 2018). En esta política energética, la generación fotovoltaica es una excelente opción, porque la ubicación del país en el Ecuador hace que se tenga el recurso de forma inagotable, es amigable con el medio ambiente, además la generación fotovoltaica es sencilla de instalar, sus costos tienen tendencia a la baja, requieren poco mantenimiento y su vida útil es larga. (Gómez Ramírez, Murcia Murcia, & Cabeza Rojas, 2017).

Sin embargo, las energías renovables no convencionales, aún tienen un papel escaso en Colombia, solamente entre energía solar fotovoltaica (9,8 MW) y energía eólica (18,4 MW) suman el 0,98% de la generación de energía en la Matriz Energética Nacional (Cortés & Arango, 2017), obsérvese figura 2.

Figura 2. Matriz Energética Colombia 2019



Fuente: UPME

Del Informe de Registro de Proyectos de Generación de la UPME del 28 de febrero del 2022, donde solo se especifica el histórico de la implementación de las Energías Renovables No Convencionales en Colombia se obtiene la tabla 1 (Unidad de Planeación Minero Energética UPME, 2021). Obsérvese que en este grupo la tecnología Solar representa el 77.9% siendo esta la de mayor crecimiento en el país.

Tabla 1. Energías Renovables en Colombia

Energías Renovables No Convencionales						
Año	Biomasa	Eólica	Hidráulico	Solar	Térmica	Total
2020	0,30%	1,40%	3,80%	11,00%		16,50%
2021	0,70%	4,50%	8,30%	55,20%	0,70%	69,40%
2022		2,40%		11,70%		14,10%
Total	1,00%	8,30%	12,10%	77,90%	0,70%	100,00%

Fuente UPME

En el mismo informe la UPME también publica, los proyectos vigentes al 28 de febrero del 2022 y los clasifica en tipo de energía y potencia, tal como se puede observar en la tabla 2.

Tabla 2. Proyectos Vigentes en Colombia por Potencia Instalada

Número de Proyectos Vigentes por Rango de Potencia						
Rango	BIOMASA	EÓLICO	HIDRÁULICO	SOLAR	TÉRMICO	Total
0-1 MW				4		4
1-10 MW	2	3	19	97		121
10-20 MW	1		5	5		11
20-50 MW		3	2	44		49
50-100 MW		18	2	28	2	50
Mayor a 100 MW	3	24	28	178	2	235

Fuente: UPME

De la tabla 3 observemos la celda que intercepta la fila 0-1MW la columna Solar, se aprecia que en este rango de potencia en el país solo hay 4 proyectos vigentes de los 178 que tiene en total la Solar y este dato es importante porque la generación residencial se encuentra dentro de este rango, indicando que a baja escala de potencia la Solar tiene una muy baja participación.

De acuerdo a lo expresado por Miguel Lotero quien es el viceministro de Energía, indica que en el año 2018, el país contaba con 30 Mega Vatios de energía renovable lo cual subió hasta los 250 mega Vatios finalizando el 2020 y para finales del año 2021 se cerró con otros 500 mega Vatios operativos, con una inversión cercana a los 1.8 billones de pesos, que provienen de 37

emprendimientos de los cuales 36 son de energía solar y uno es eólico (Energía Estratégica, 2022). Obsérvese la figura 3, la distribución de los 37 proyectos de energía en el país.

Figura 3. Proyectos energía solar 2021.



Fuente: Energía Estratégica.

4.4 Energía Solar Residencial en Colombia

Con base en los datos, la tecnología solar resulta ser la fuente de generación energética en la que más se invierte recursos económicos en el país y de acuerdo con la información existente es posible encontrar bastantes estudios financieros y técnicos desarrollados por académicos como por organizaciones, sobre la implementación de esta tecnología a gran escala es decir de aquellos

proyectos que requieren grandes cantidades de recursos financieros, a pesar de que la ley 1715 del 2014, tiene la capacidad de llegar a diversidad de escalas financieras.

Al realizar una búsqueda exhaustiva sobre la implementación de energía solar en el sector residencial del país, se evidencia que es muy poca la información encontrada al respecto. Es muy común encontrar información sobre la instalación de sistemas fotovoltaicos, ventas de kit de energía solar, sin embargo, los proveedores de estos kit no indican de donde o como se calcula el tamaño del kit. Con respecto al análisis financiero de este tipo de inversión se puede indicar que la información es casi nula y esta falta de información en parte puede explicar la razón de la baja implementación de la energía solar a baja escala.

Vale la pena indicar que se encontró un video de la CREG de una exposición celebrada el miércoles 11 de abril del 2018, en la ciudad de Barranquilla, donde se explica a los usuarios cómo producir y vender energía eléctrica al sistema, sin embargo la explicación allí dada a pesar que involucra el sector residencial y explica ampliamente los beneficios de la ley 1714 del 2014, no tipifica las condiciones propias del país, debido a que no se tiene en cuenta los subsidios otorgados a los estratos sociales en la inversión, ya que como veremos más adelante estos tienen un impacto relevante en este tipo de inversiones. De esto se desprende la importancia de este trabajo, la cual es dar una herramienta de análisis técnico financiera para aquellas personas que tengan algún interés bien sea financiero y/o de aportar al cuidado del medio ambiente.

5. Marco Teórico

El presente capítulo se enfocará en la conceptualización de tres tópicos que son fundamentales para entender el desarrollo de la plantilla. Los tópicos son variables financieras, componentes de un sistema fotovoltaico residencial aislado y consideraciones para un sistema fotovoltaico aislado.

5.1 Variables Financieras

Los proyectos que se estudiarán en este documento, se caracterizan por requerir una inversión baja, sin embargo, es relevante porque se trata del análisis de recursos propios de inversionista del sector residencial, que disponen de una casa y están interesados en invertir sus recursos en

este tipo de tecnologías, bien sea por motivaciones económicas como puede ser ahorrar en gastos de energía eléctrica o porque están interesados en ser amigables con el medio ambiente, pero requieren saber las implicaciones financieras que tienen este tipo de proyectos. Debido a esto se procederá a explicar las variables financieras de entrada, procesamiento y salida que se requieren para que la plantilla aquí desarrollada pueda arrojar una correcta evaluación financiera del proyecto, algunas de las variables financieras fueron estimadas tomando como referencia el trabajo de autores (Malpica & Castro, 2021) quienes realizaron estimaciones similares pero enfocadas al sector salud colombiano.

5.1.1 Variables financieras de entrada

En este documento debe entenderse como variables financieras de entradas a los datos financieros que se le solicita al inversor para que la plantilla pueda realizar los cálculos de la evaluación financiera.

Inversión

La inversión es la utilización de recursos monetarios para adquirir bienes o instrumentos de producción que el inversionista utilizara para alcanzar sus objetivos (PEUMANS, 1967)

Mantenimiento y Operación

Son todos los costos operativos que se requieren para mantener la operación funcionando en un período de tiempo determinado. (Enciclopedia Tamática, s.f.)

Tasa de Descuento

En la evaluación de proyectos es muy importante, porque sirve para traer a valor actual los pagos futuros que se pueden recibir por una inversión (Rudiger, Fischer, & Startz, 2009)

IPC

Mide la variación del costo promedio de la canasta de bienes y servicios más representativos de consumo de los hogares en un periodo determinado. En Colombia el IPC es calculado mensualmente por el DANE (Banco de la República, 2022)

Impuesto De Renta

Impuesto directo que deben pagar las personas naturales y jurídicas individualmente, que se

grava de acuerdo a las consideraciones previstas en la ley, por ingresos que aumentan el patrimonio del contribuyente (DIAN, s.f.)

Tiempo De Depreciación

Reducción del valor de un activo, por el paso del tiempo, desgaste debido al uso o por el desuso. El activo también se deprecia por factores como tecnológicos, obsolescencia, y tributarios entre otros (Sullivan, 2004)

5.1.2 Variables Financieras de Procesamiento

Son las variables que la programación de la plantilla realizara para poder ejecutar la evolución financiera del proyecto.

Ingresos por Operación

Son los aumentos de los beneficios económicos, que pueden ser por la entrada de recursos monetarios o al aumento del valor de los activos. También puede suceder por el decremento de los pasivos, dando esto el aumento del patrimonio. No se debe relacionar con el aporte de los socios al patrimonio. (Monge, 2004)

Egresos

Salida de dinero de una empresa. Para el caso que nos ocupa se asocia a los gastos relacionados con la operación del sistema fotovoltaico.

Vida Útil de un Proyecto

Es el tiempo en el cual el proyecto estará vigente y del cual se espera beneficios, puede relacionarse con la obsolescencia del activo más representativo. (IDEASAA, 2017)

Flujo de Caja

Es la estimación de las entradas y salidas de unidades monetarias que se espera se den en un periodo de tiempo determinado. Es útil porque permite hacer valoraciones y tomar decisiones anticipadas del negocio (Berry, 2015)

5.1.3 Variables financieras de salida

Para reducir los riesgos inherentes a todo proyecto de inversión se utilizan herramientas financieras que permiten valorar el proyecto. Se procede explicando los indicadores financieros con los que se evaluará el proyecto fotovoltaico de generación aislada para autoconsumo de una casa residencial.

VAN Valor Actual Neto

Indicador que es utilizado para analizar la viabilidad de una inversión. Consiste en calcular los ingresos y egresos durante el tiempo de vida útil del proyecto y traerlos a valor presente para analizar si queda algún excedente monetario (Van Horne & Wachowicz, Jr., 2010)

TIR

Tasa Interna de Retorno, es un indicador financiero que mide el interés o rentabilidad que puede otorgar un proyecto. La medida es expresada en rentabilidad, es decir, dice el porcentaje de beneficio o pérdida que podría tener una inversión (Córdoba Padilla, 2006)

Periodo de Recuperación de la Inversión Pay Back.

Es un indicador del tiempo de retorno de una inversión. Indica el período de tiempo que le tomará al proyecto devolver la cantidad invertida al inversionista (Sapag Chain, 2011)

Relación beneficio/costo.

Este indicador toma todos los ingresos y egresos presentes netos del proyecto y determina cuál es el beneficio por cada peso invertido en el proyecto. Indica cuantas veces la inversión inicial de un proyecto será retribuida. Toma los flujos de caja proyectados y los actualiza a valor presente neto y esto lo divide sobre la inversión inicial. Si la razón es mayor que 1 entonces este indicador acepta el proyecto (Córdoba Padilla, 2006)

ROI Retorno de la Inversión

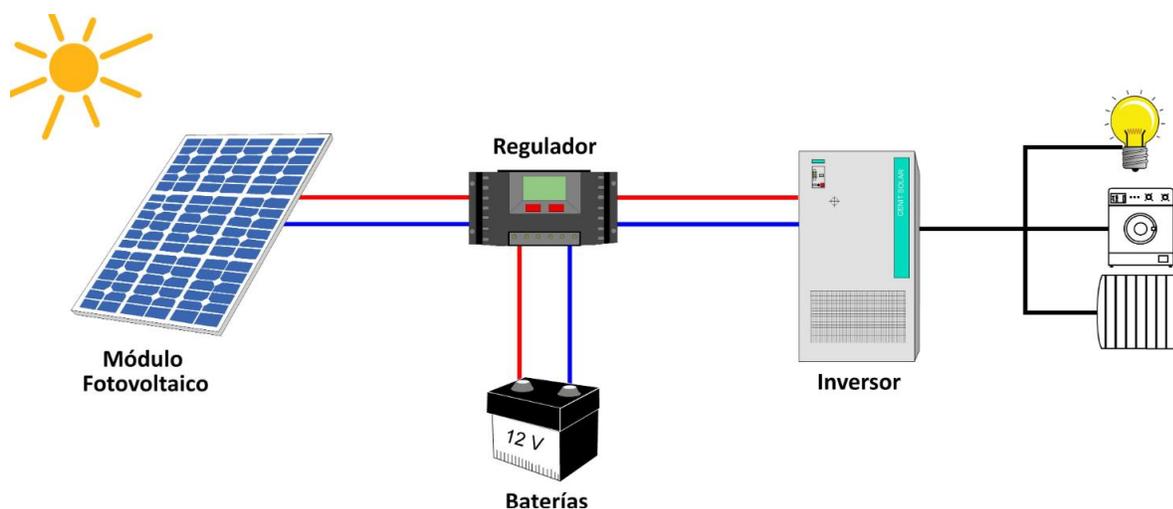
Sirve para conocer los resultados obtenidos de una inversión, muestra si la inversión ha generado beneficios o pérdidas en términos financieros. Permite conocer cuantas unidades monetarias ha generado una inversión por cada unidad monetaria invertida (Córdoba Padilla, 2006)

5.2 Componentes de un Sistema Fotovoltaico Residencial Aislado

Debido a que este documento es sobre evaluación financiera de proyectos con tecnología fotovoltaica, se hace necesario indicar cuales son los componentes de este sistema, sin embargo, antes de describir los componentes, se hace necesario aclarar lo que es un sistema de generación eléctrico aislado.

De acuerdo a la ley 1715 del 2014 y la resolución de la Creg 030 del 2018, debe entenderse como sistema de generación aislado los proyectos que tienen una generación menor o igual a 1000kW y que la energía generada es para autoconsumo razón por la cual no inyectan energía a la red. Aclarado lo anterior, ahora se indicará los componentes del sistema eléctrico que generalmente deben tener los sistemas de generación solar, teniendo en cuenta que se trata de un sistema aislado, obsérvese la figura 4, donde se muestra: Panel Solar, controlador, baterías e inversor.

Figura 4. Sistema Solar Residencial Aislado



Fuente: Sistema de energía solar

De la figura 4, se tiene que los paneles solares captan la radiación solar, la cuales enviada al regulador quien se encarga de regular los niveles de tensión dentro del rango predeterminado de forma que no afecte la vida útil de la batería, luego se tiene el inversor quien se encarga de volver la energía proveniente de los paneles solares las baterías de DC a AC que es la forma

estandarizada como consumimos energía en nuestros hogares. Esto es un sistema de generación aislado para autoconsumo. Lo que genera es lo que consume.

Estructura para paneles solares

En la inferior se muestra una estructura de soporte de paneles fotovoltaicos.

Figura 5. Estructura Fotovoltaica



Fuente: Sistema de energía solar

Para sostener los paneles solares es necesario usar una estructura que se recomienda hacer con materiales metálicos, debido a que estos proporcionan rigidez y durabilidad, cuestiones que son importantes porque se espera que la instalación tenga una vida de 25 años. En su instalación es muy importante saber el movimiento del sol, para que esta estructura soporte a los paneles en dirección de la radiación solar. Esto es de gran importancia, porque la inclinación de la estructura permite que la placa solar reciba la mayor cantidad de radiación solar y esto hará que el sistema no pierda eficiencia (ALRgroup, 2015)

Paneles Solares

En la figura inmediatamente inferior se muestra como lucen típicamente los paneles solares.

Figura 6. Paneles Solares



Fuente: Sistema de energía solar

Son dispositivos que usualmente son planos y se valen del efecto fotovoltaico para la generación de energía eléctrica, siendo lo normal que esta generación sea en corriente directa DC. Deben ser instalados en dirección al sol de manera que la radiación electromagnética incida sobre su superficie, lo cual garantiza mayor eficiencia en el proceso de generación de energía (Westinghouse, 2019)

Regulador de Carga

En la figura inmediatamente inferior se muestra como son típicamente los reguladores de Carga eléctrica.

Figura 7. Regulador de Carga Eléctrico



Fuente: Noticias de la ciencia

Su tarea principal es regular la cantidad de carga eléctrica que debe llegar a las baterías, debido a que estas no se pueden sobrecargar o entrar en descarga profunda, porque se vería comprometida la vida útil de las baterías. Los fabricantes suelen indicar el rango en el cual las baterías que suministran deben trabajar. Generalmente trabajan con corriente directa DC, es por eso que están conectados directamente a los paneles solares (D'addario, 2015)

Baterías

En la figura inmediatamente inferior se muestra como son típicamente las baterías de carga eléctrica.

Figura 8. Batería de carga eléctrica



Fuente: World Energy Trade

La batería es un dispositivo que por medio de procedimientos electroquímicos sirve para almacenar energía eléctrica y luego la devuelve cuando el usuario la requiera. En las baterías el ciclo de descarga significa el porcentaje máximo que es recomendable descargar la batería y esto es importante debido a que influye de manera directa en su vida útil. Es deber del fabricante indicar hasta cuanto es el valor máximo que se puede descargar una batería para no disminuir su vida útil, por ejemplo, si el fabricante indica que lo recomendable es que la batería no supere un 50% de descarga, para el caso de una batería de 1000W implica que la batería no debería trabajarse más allá de 500W, de lo contrario su vida útil será seriamente reducida (Pareja Aparicio, 2015)

Inversor de Corriente

En la figura inmediatamente inferior se muestra un típico inversor de corriente eléctrica.

Figura 9. Inversor de Corriente Eléctrica



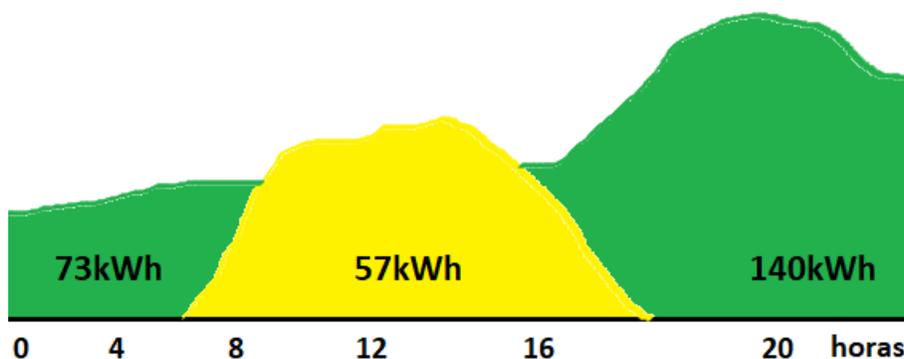
Fuente: Solar Energía

Un inversor de corriente es un dispositivo electrónico cuya función es convertir el voltaje de corriente directa CD a voltaje de corriente alterna CA. Estos dispositivos son importantes en un sistema fotovoltaico debido a que la generación eléctrica proveniente de los paneles es en corriente directa CD, la cual no puede ser suministrada directamente a los dispositivos eléctricos del hogar, porque ellos usualmente solo admiten corriente alterna, entonces es entre paneles solares y carga donde debe ser instalado el inversor. Existen inversores de 12V, 24V y hasta 48V en DC y estos en Colombia deberán transformar a voltaje AC en el rango de 110V AC para el caso monofásico y 208V AC en el caso trifásico (Edison & Delfin Cota, 2019)

5.3 Consideraciones Para un Sistema Fotovoltaico Residencial

Con base en la información de la CREG el consumo promedio de energía de un hogar colombiano es de 200kWh al mes, obteniéndose este valor de la media del consumo de todos los estratos y las regiones del país. En la figura 10 se muestra como es la distribución horaria de la demanda típica de energía eléctrica de un cliente residencial.

Figura 10. Distribución típica del consumo de un cliente residencial



Fuente: Cuadernos Técnicos UPME

La curva de demanda es para un cliente que consume 270kWh en el mes, pero lo relevante es la forma de la curva, porque esta es la característica típica de la demanda del sector residencial, observase que el mayor consumo se encuentra entre las 5pm hasta las 11pm, luego sigue el día desde las 5am hasta las 5pm con un consumo de 57kWh y la demanda menor es por la noche desde las 0am hasta las 5 am.

5.3.1. Factor de Planta de un Sistema Fotovoltaico

El factor de planta en el sector eléctrico, es utilizado para indicar el porcentaje de cuanto se está utilizando realmente de la capacidad efectiva instalada una central eléctrica en un periodo de tiempo (COES, 2002). En siguiente ecuación, se muestra su calculo

Ecuación 1. Cálculo del Factor de Planta

$$F_p = \frac{\text{Potencia Media Generada Realmente}}{\text{Potencia Instalada}}$$

Donde la Potencia Media Generada hace referencia a lo que realmente se generó. La Potencia Instalada es lo que se genera asumiendo el ideal que el sistema está disponible un 100%.

En Colombia se considera que el factor de planta de los sistemas fotovoltaicos esta entre un 8% y un 15%, esto es debido a que no todas las horas del día tienen radiación solar y las condiciones cambian de un lugar a otro. (CREG explicó a usuarios cómo producir y vender energía eléctrica al sistema, 2018)

Para dar mayor claridad al proceso de dimensionamiento de un sistema solar a continuación se procede a realizar un ejemplo. ¿Si tengo un sistema solar de potencia de 1kW cuantos kWh me produce este sistema en un mes?

Para resolver esta pregunta procedemos de acuerdo con la ecuación 2.

Ecuación 2. kWh de un sistema fotovoltaico.

$$kWh = 30 * 24 * X[kW] * F_p$$

En la ecuación 2, el factor 30X24 hace referencia a que la planta estaría trabajando 24 horas durante 30 días o en otras palabras que la planta trabajo durante un mes el 100% del tiempo. Mientras kW es la capacidad del sistema fotovoltaico y F_p es el factor de planta, que como se ha dicho en Colombia está entre un 8% y un 15%, donde el valor del 8% es recomendable utilizarlo cuando el predio está ubicado en regiones con menos de 5 horas de luz en el día y el del 15% es para regiones con más de 5 horas de luz diaria. Resolviendo tenemos:

$$kWh = 30 * 24 * (1kW) * (8\%)$$

$$kWh = 57$$

Significa esto que una instalación de una capacidad de 1kW se puede producir 57kWh en el mes. Para el problema que estamos resolviendo en este documento esto es relevante porque es la sustentación técnica estimada de que una instalación solar de 1kW produce en el mes 57kWh y si revisamos la figura 19, este valor corresponde a la energía que en promedio consume un hogar en horas del días, en un periodo de un mes.

Como se indicó al principio de esta sección, estos son los fundamentos sobre los cuales se desarrollará la plantilla. Se realizó una descripción de las variables financieras que serán utilizadas, se describió que es y como esta compuesto un sistema fotovoltaico y se termina indicando cual es la consumo típico de un hogar colombiano de manera que la curva pueda ser utilizada para realizar cálculos técnicos de la instalación de sistema de generación solar.

6. Metodología

Enfoque de la Investigación

Este trabajo tiene un enfoque cuantitativo porque clasifica, parametriza y luego mide variables cuantificables de acuerdo a métodos preestablecidos, permitiendo esto hacer proyecciones de valoraciones financieras.

Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo cuantitativa y descriptiva, lo primero porque se requiere del análisis de grandes volúmenes de información y es necesario realizarlo de una forma estructurada, para posteriormente seguir con su análisis y clasificación en busca de aportes a la consecución de los objetivos planteados. La investigación también es descriptiva, porque a pesar de que no realiza encuestas, si toma información de fuentes certificadas, enfocándose en una población en particular y pretende que su resultado sea una herramienta para solucionar una dificultad y no se centra en las razones o causas que producen la dificultad. Para el caso la herramienta desarrollada permite ingresar datos, los cuales procesa y devuelve la valoración de indicadores que son útiles y apoyan la toma de decisiones financieras.

Variable definidas de estudio

Encontradas las variables de este estudio, se procede a clasificarlas en variables de entrada, variables de procesamiento y variables de salida. Las variables de entrada en este proyecto son de carácter financiera y técnico fotovoltaico por ejemplo IPC, tasa de descuento, capacidad instalada en kW, degradación. Las variables de procesamiento son todas de tipo financiero y se obtienen a partir de las variables de entrada, algunas son ingresos, egresos, flujo de caja entre otras. Las variables de salida son todas indicadores financieros y son VAN, TIR, ROI etc. y son precisamente estas las que ayudan a la toma de decisiones financieras.

Fuentes de Información

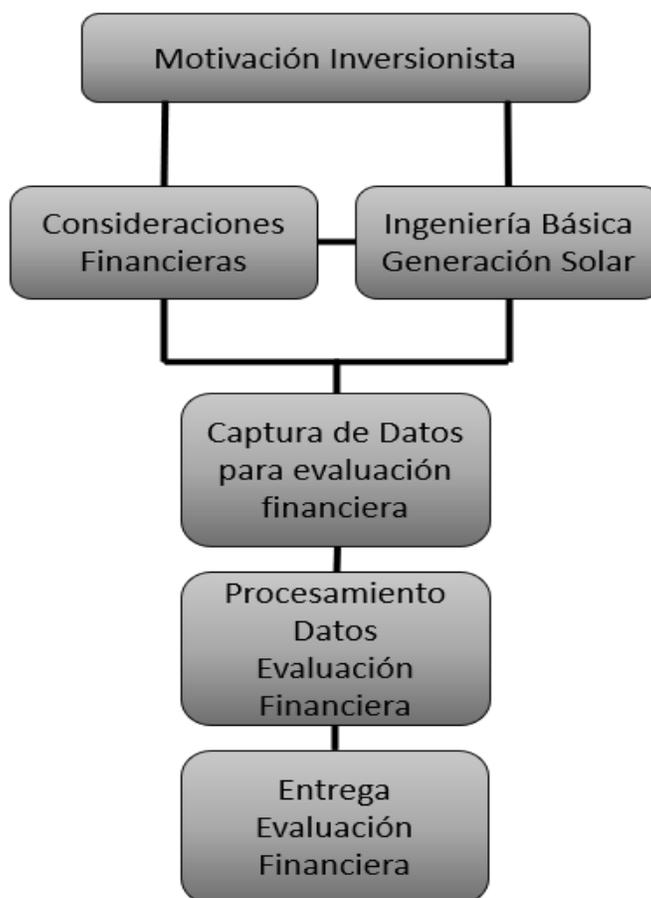
Todo este proyecto está basado en fuentes de información secundaria, se procede a la consulta de información certificada como revistas científicas, artículos de universidades, artículos de autores reconocidos, consulta de organizaciones nacionales e internacionales y lecturas de libros. Por ejemplo, se consultó al Ministerio de Minas y Energía, la CREG, UPME, lectura de autores

famosos como Baca, artículos de la universidad de los Andes, la Distrital, la UNAL y por su puesto se consultó varias tesis de la UAN.

7. Resultados

La plantilla que se presenta está orientada hacia la evaluación financiera de proyectos para inversionistas residenciales que están interesados en implementar un sistema de generación de energía solar de autoconsumo aislado en sus casas de residencia. Debido a que el tema financiero y generación solar, pueden resultar confusos, se plantea abordar de manera relevante las consideraciones financieras y también tratar lo concerniente a criterios de ingeniería básica. En la figura 11, se conceptualiza el método para trabajar los temas planteados.

Figura 11. Conceptualización Documento



Fuente: Propia

Motivación del Inversionista

Encabeza el diagrama porque el inversionista residencial debe tener algún tipo de motivación que lo haga buscar información al respecto. De esta motivación se alimenta el siguiente nivel, el cual se encuentra compuesto por Consideraciones Financieras e Ingeniería Básica.

Consideraciones Financieras

El inversionista debe considerar varias cuestiones financieras, algunas propias como la tasa de descuento y otras ajenas como el IPC. Lo importante es que debe determinarlas.

Ingeniería Básica

El inversionista de acuerdo a sus requerimientos de consumo e instalaciones propias deberá dimensionar el tamaño y las características propias de la instalación. De este proceso sale un diseño el cual se convertirá en presupuesto.

Consideraciones Financieras e Ingeniería Básica se encuentran relacionados debido a que el diseño debe ser expresado en términos monetarios es decir se convierte en la inversión inicial del proyecto siendo esto un insumo directo sobre las consideraciones financieras.

Captura de Datos

En esta parte los datos de las Consideraciones Financieras y la Ingeniería Básica que hayan sido definidos, deberán ser ingresados a la plantilla de evaluación financiera. La plantilla se ha diseñado para que sea sencilla, de fácil manipulación, por estas razones solicita en total 13 datos a los inversionistas.

Procesamiento de Datos

Se procede a explicar la forma como la plantilla en formato excel procesa financieramente los 13 datos y que dará como resultado la Evaluación Financiera de un proyecto de generación solar aislado para autoconsumo residencial.

Evaluación Financiera

Son los resultados financieros, que arroja la plantilla con base en los datos ingresados por el inversionista.

De acuerdo con el diagrama plateado se procede a desarrollar el contenido de la plantilla.

7.1 Recolección de Datos Para Evaluación del Proyecto

Para realizar la evaluación financiera es necesario recolectar los datos de ingreso que requiere la herramienta, para su posterior procesamiento y entrega de la evaluación. En la Tabla 3 se muestra cuáles son los datos de entrada que se requieren.

Tabla 3. Ítem de ingreso

Ítem	DESCRIPCIÓN
1	Demanda del Usuario kWh-año
2	Estrato Inmueble Cliente
3	Tarifa de Energía CU
4	Inmueble Ubicado a una altura superior de 1000 MSNM
5	Capacidad Sistema Fotovoltaico
6	Degradación Panel 1año. Fabricante
7	Degradación Panel Después de 1 año. Fabricante
8	Inversión Inicial
9	Mantenimiento y Operación
10	Tasa de Descuento
11	IPC Año Vigente
12	Impuesto de Renta Año Vigente
13	Tiempo de Depreciación

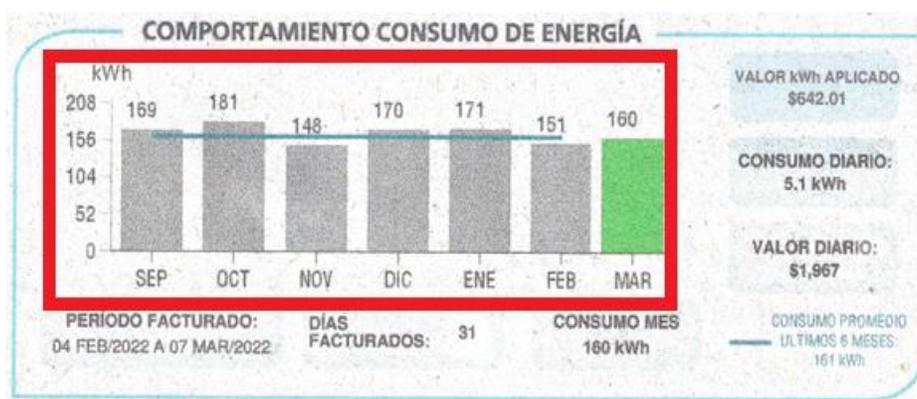
Fuente: Propia

Para obtener los datos requeridos en esta sección el usuario deberá realizar las actividades que a continuación se plantean.

Ítem 1 Demanda del Usuario kWh

El usuario residencial requiere saber cuál es su demanda de energía eléctrica anual, de acuerdo con la UPME la demanda para el sector residencial está en una media de 200kWh mes por lo tanto anualmente consumirá (200kWh) X(12meses) =2400kWh año. El valor indicado es un buen comienzo para una aproximación, pero si el usuario necesita mayor precisión, puede proceder revisado el histórico de sus facturas que le emite el Operador Comercial (Celsia, Enel etc.). En la figura 12 se muestra cómo se ubican estos consumos en la factura.

Figura 12. Factura Servicio Electricidad. Consumos Históricos.



Fuente: Propia

En la factura eléctrica el operador comercial indica los históricos de consumo durante mínimo los últimos cuatro meses atrás de la última factura generada. El usuario que esté interesado en saber su promedio de demanda anual, debe revisar los históricos registrado desde la factura hasta completar los doce meses y sobre esto aplicar una media aritmética

Ecuación 3. Indica la fórmula de una media aritmética

$$\overline{kwh} = \frac{Enero + Febrero + \dots + Diciembre}{12}$$

El resultado es el consumo anual de energía eléctrica expresado en kW año para el cliente.

Ítem 2 Estrato Social

En la figura 13 se resalta la parte donde la factura de energía indica el estrato social al que pertenece el inmueble donde se desea hacer la instalación solar.

Figura 13. Factura con Estrato, CU y consumo mínimo resaltado

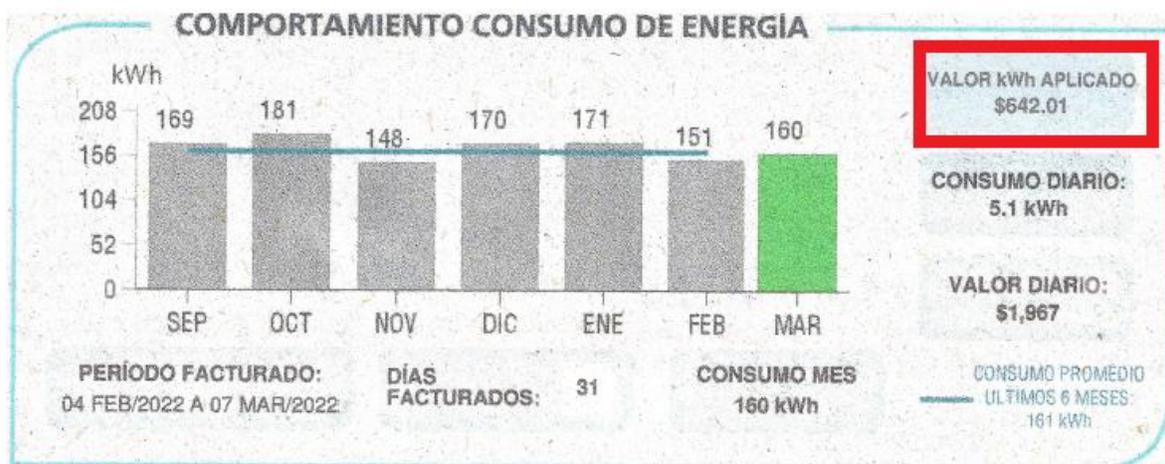
INFORMACIÓN DE LA CUENTA			
CLASE DE SERVICIO:	Residencial	RUTA REPARTO:	3000 7 07 706 0236
ESTRATO:	2	RUTA LECTURA:	3000 7 07 712 0298
CARGA KW:	3	MANZANA DE LECTURA:	MS00925471
FACTOR:	1	MEDIDOR NO:	[REDACTED]
		MEDIDOR NO:	

Fuente: Propia

Ítem 3 Costo Unitario CU por kWh

El costo unitario es el valor que la empresa de energía cobra por cada kWh que un usuario consume durante un mes, el CU varía mensualmente. En la figura 14, se muestra que el costo unitario para el mes de marzo del usuario fue de \$642.01. Este mismo procedimiento deberá realizar el inversionista para saber cuál es el costo unitario que le cobra la compañía.

Figura 14. Valor kWh



Fuente: Propia

Ítem 4 Subsidio de Energía

Por regulación del estado todas las facturas de servicio público deben indicar si el usuario es beneficiario de subsidio y/o aportante y a cuánto corresponde el monto, debido a que usuarios que sean estratos 1, 2 y 3 reciben subsidio, estratos 4 no tienen subsidio y tampoco aportan, mientras que estratos 5 y 6 deben aportar. Para el caso de los estratos que reciben subsidio la factura también debe especificar la cantidad que se subsidia, porque en el caso de la factura eléctrica el valor a subsidiar también depende de altura al nivel del mar que se encuentre el

inmueble, ya que un inmueble ubicado a menos de 1000 metros sobre el nivel del mar msnm, se le subsidia mensualmente hasta los 172kWh, mientras que para usuarios a mayor altura el subsidio es hasta los 130kWh. Esta información resulta relevante porque la plantilla que se desarrollara, será programada para que tenga la capacidad de calcular y luego valorar bajo estas consideraciones.

Figura 15. Valor a subsidiar

ENERGÍA	3457	3297	160
SUBSIDIO	Consumo a subsidiar 130 kWh	Valor kWh \$642.0157	X Beneficio -50.00%
ESTE MES LA ENERGIA QUE DISFRUTASTE, TE COSTO \$1,967 DIARIOS			

Fuente: Propia

De la figura 15, obsérvese que este cliente tiene un consumo básico a subsidiar de 130kWh, para este caso el subsidio es del 50% para esos 130kWh. Si el cliente es estrato 4 no aplican subsidios. Estrato 5 y 6 deben aportar el 20%.

Los siguientes Ítem que requiere la plantilla de evaluación financiera, tienen consideraciones técnicas de ingeniería básica, razón por la cual se guiara al inversionista indicando algunos criterios técnicos propios de los proyectos solares, teniendo como fin que el inversionista pueda proyectar correctamente su instalación de generación solar.

Localización optima del sistema fotovoltaico

Para que el sistema genere electricidad de forma eficiente, es relevante su ubicación por lo cual se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Los paneles deben recibir la mayor radiación solar posible, debido a que su eficiencia se disminuye si algo se interpone entre la radiación y los panel, por ejemplo, la sombra de un árbol a un predio etc.
- Se debe tener en cuenta que los paneles solares pueden estar a la intemperie no sucede lo mismo con las baterías, regulador e inversor, entonces es necesario validar que se cuenta con el espacio necesario.
- Una vez definida la potencia a instalar en kW, se debe dimensionar los metros cuadros que ocuparan los paneles y validar si en el predio se cuenta con esta área. También debe validar que se cuenta con el espacio para los demás equipos.

- Por temas de costos y mantenimiento se recomienda la instalación en sitio propio y lo más cerca posible al lugar de consumo de la energía.
- El lugar donde se instalen los paneles debe ser accesible debido a que es necesario hacerles mantenimiento periódico, esto con el fin de no afectar negativamente la eficiencia del sistema.
- No olvidar la infraestructura que soportara los paneles, esta debe ubicarse en un lugar firme y seguro, recuérdese que esta también queda a la intemperie
- Validar que la instalación no afecte a los vecinos, debido a que esto podría causar conflictos.

Requerimientos de la Instalación Solar

La solución de ingeniería debe satisfacer las necesidades de la demanda energética del usuario y esta solución se compone de:

- Potencia Instalada en kW.
- Diagrama o plano que indique cuáles serán los equipos a utilizar, distribución de los equipos en sitio, la interconexión entre equipos y configuración de equipos.

Esto a su vez lleva a generar una tabla de cantidades que debe contener:

- Descripción general y detallada de los equipos, materiales, y herramientas que se requieren para la instalación fotovoltaica.
- Cantidades de equipos, materiales, herramientas e insumos necesarios para la instalación solar.
- Unidad de medida para cuantificar los equipos, materiales y herramientas. Por ejemplo: Unidad, Metro 2, Global, Kg entre otros.

Ítem 5 Capacidad Instalada Sistema Fotovoltaico kW

El usuario encontró la cantidad de kW-año promedio que consume su residencia y este valor sirve para dimensionar el tamaño de los kW que debe tener la instalación solar para satisfacer sus necesidades. El dimensionamiento de la instalación es de acuerdo a los siguientes criterios:

- Si el consumo del usuario tiene en promedio 200kWh mes, con una instalación de 1kW, es suficiente, para cubrir 57kWh, que corresponde al consumo estimado durante las horas del día por un periodo de un mes.
- Si el consumo del usuario es diferente a la media de 200kWh mes, debe tener en cuenta que un 1 kW ya no será la capacidad adecuada. Si la instalación es para el suministro de energía durante el día, con un 25% de los kWh mes demandados será suficiente, por ejemplo, si el consumo es de 300kWh mes, entonces no será necesario instalar más de 75kWh mes y esto lo consigue con una instalación de 1.3kW instalados. Para encontrar la potencia a instalar se puede usar la siguiente relación

$$Potencia a Instalar = \frac{(Consumo Mensual) \times (25\%)}{(30 \times 24) \times Factor de Planta}$$

$$Potencia a Instalar = \frac{(300kWh) \times (25\%)}{30 \times 24 \times 8\%} \approx 1.3kW$$

- Si el usuario requiere, suministro de energía en horas donde no hay radiación solar, tiene como alternativas aumentar la capacidad de los paneles para aumentar la generación e instalar más baterías para el almacenamiento, sin embargo, debe tenerse en cuenta que hoy en día las baterías afectan fuertemente la viabilidad de los proyectos solares y esto sucede por el costo de las mismas.

Ítem 6 Degradación panel solar durante el primer año de uso

Los fabricantes hoy en día garantizan para los paneles solares una vida útil de 25 años, sin embargo, a medida que envejecen pierden eficiencia, generalmente la mayor pérdida se produce durante su primer año de operación y es alrededor del 2.5%,

Ítem 7 Degradación panel solar desde el segundo año hasta el año 25

Luego del primer año los paneles siguen perdiendo eficiencia, pero a menor ritmo y la pérdida que en promedio indican los fabricantes desde el año 2 hasta el año 25 esta sobre el 0.5% anual. Estas pérdida de eficiencia debe ser consultada con el proveedor y validada en las fichas técnicas o datasheet de los paneles.

Las pérdidas por degradación de los paneles solares son importantes en la evaluación financiera, porque afectan la capacidad de energía que pueden producir los paneles, afectando el flujo de caja del proyecto, debido a que producir menos significa una disminución de los ingresos, de allí la importancia de estos términos en la evaluación de este tipo de proyectos.

Una vez definida la capacidad a instalar de kW, se puede proceder a realizar planos, esquemas de montaje, descripción de equipos y cantidades de materiales, siendo esto último relevante porque sirve para calcular el monto de la inversión del proyecto. De la descripción y cantidad de materiales es necesario generar un listado que pueda ser utilizado para cotizar ante proveedores, en la tabla 4 se muestra un ejemplo.

Tabla 4. Descripción de unidades y cantidades

Tabla de Equipos, Materiales, Herramientas e Insumos			
Ítem	Descripción	UND	CANT
1	Estructura y Acondicionamiento para paneles solares -tornillos; tuercas	Global	1
2	Paneles Solares	UND	4
3	Regulador de carga	UND	1
4	Baterías	UND	0
5	Inversor	UND	1
6	Contador Bidireccional	UND	0
7	Transferencia Automática o Manual	UND	1
8	Cable 12 AWG LSHF Fase - Neutro	MI.	300

Fuente: Propia

Montaje del Sistema de Generación Solar

Revisar que el sitio donde se instalara la estructura que soportará los paneles sea un lugar firme que permita el anclaje mecánico, si el sitio no cuenta con esta condición, se deberá realizar los modificantes necesarias para garantizar la estabilidad de la obra.

- Tener presente regatas y pases para la tubería porque esta lleva el cableado eléctrico.

Tamaño óptimo de la instalación fotovoltaico

De este apartado el usuario obtendrá el área necesaria para la correcta instalación de los paneles solares. Debe tenerse en cuenta que el tamaño de la instalación solar es directamente proporcional a la cantidad de kWh a generar y esto dependerá del requerimiento del usuario, lo cual se verá reflejado en la ingeniería del proyecto.

Ejemplo:

El usuario quiere instalar 1kWh, los paneles escogidos son Solar 450W 24V Monocristalino PERC EcoGreen y de acuerdo a la ficha técnica, cada panel de estos tiene una dimensión de $2.1 \times 1.04 \times 0.0035 \text{ m}^3$. El panel indica que tiene una capacidad de 450W entonces para generar $1000\text{W}=1\text{kW}$, se necesitaran 3 paneles, para tener una potencia instalada de $3 \times 450\text{W}=1.35\text{kW}$ y el área requerida para la instalación es de:

$$(3) \times (2.1 \times 1.04) \approx 7\text{m}^2$$

El usuario debe validar que en su residencia cuente con el espacio necesario y adecuado para realizar la instalación y en caso de no contar con ellos, deberá realizar las modificaciones a correspondientes.

Ítem 8 Inversión Inicial

Hoy en día se considera como buena práctica que las empresas puedan generar comparativos de las ventajas que pueden obtener de sus proveedores y para lograr estos comparativos es indispensable que la empresa tenga conocimiento exacto de lo que requiere comprar. Para nuestro caso en la tabla 4, se describen la cantidad de equipos, materiales e insumos que requiere el proyecto y esta tabla el inversionista deberá enviarla por lo menos a tres proveedores para que estos le coticen.

Para que el inversionista pueda escoger al mejor proveedor, se le recomienda tener en cuenta los siguientes criterios:

- Reputación en el medio
- Disponibilidad del material

- Calidad y respaldo, esto es muy importante en caso de presentarse una post venta o reclamo por garantía.
- Tipo de tecnología, recuérdese que hay equipos electrónicos, baterías y paneles solares que deben ser valorados respecto a su marca y eficiencia.
- Costo.

Una vez se tenga las cotizaciones se procede a valorarlas y a escoger un proveedor, téngase en cuenta que los proveedores de tecnología fotovoltaica hoy en día ofrecen una vida útil de 25 años de sus equipos (no incluye baterías) siendo esto un factor de peso para la rentabilidad de los proyectos, porque sobre este tiempo es que se hacen los análisis financieros, entonces se recomienda al usuario, tener presente esto a la hora de solicitar la cotización del proveedor. No olvidar cotizar la estructura metálica que soportara los paneles, tampoco olvidar el cableado y otros costos asociados a la instalación. Esta cotización es la inversión inicial o CAPEX del proyecto.

Ítem 9 Mantenimiento y Operación

Para el correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico se requiere de una partida monetaria que es conocida como Operación y Mantenimiento siendo igual esto al OPEX, en el caso de los paneles solares los fabricantes suelen indicar que para mantener la eficiencia de generación los paneles deben permanecer limpios y que es suficiente limpiarlos con agua y trapo. En una instalación residencial este OPEX es relativamente pequeño porque el área ocupada por los paneles también es pequeña.

A pesar, que a esta instalación no se exige RETIE se le recomienda al usuario utilizar solo materiales certificados, una instalación defectuosa podría ser la causante de un incendio, evite poner en riesgo a sus seres queridos y a su patrimonio, esto es razón suficiente para que siempre pida a su proveedor materiales certificados.

Los siguientes datos requeridos por la plantilla son de carácter financiero, se procede haciendo una explicación sencilla del ítem solicitado.

Ítem 10 Tasa de descuento

Puede ser interpretada como costo de oportunidad. Utiliza la rentabilidad que ofrece otra

alternativa de inversión de igual riesgo disponible que se renuncia. El usuario debe definir la tasa de descuento que le aplicara al proyecto.

Ítem 11 Índice de Precios al Consumidor

El índice de precios al consumidor IPC sirve para medir el cambio promedio de los precios de bienes y servicios durante un periodo base. La determinación del IPC en Colombia está a cargo del DANE, organismo que publica este dato mensualmente. El usuario debe revisar la página del DANE para obtener el IPC vigente.

Ítem 12 Impuesto a la Renta

El usuario debe revisar el valor del impuesto a la renta vigente, esto debido a que en las reformas tributarias se realizan de manera frecuente por el gobierno de turno

Ítem 13 Depreciación

La 1715 del 2014 ofrece la posibilidad de aplicar una depreciación acelerada, para este proyecto y debido al tamaño de la inversión se escoge por defecto un tiempo de depreciación de 3 años.

7.2 Captura de datos para la evaluación financiera

En la sección anterior se le indico al usuario la forma como puede obtener los 13 ítem que requiere la plantilla de evaluación financiera, ahora se procederá a explicar cómo se deben ingresar estos datos, en la plantilla, obsérvese la tabla 5. Téngase en cuenta que la plantilla se diseñó de manera que fuera sencilla y practica en su manipulación, de modo que facilite el ingreso de datos al inversionista.

Tabla 5. Captura de datos

INGRESO DE DATOS			
Ítem	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
1	Demanda Usuario kWh-año	kWh-año	0,00

2	Estrato Inmueble Cliente	Estrato	1
3	Tarifa de Energía CU	\$/kWh	\$ -
4	Inmueble Ubicado a una altura superior de 1000 MSNM	MSNM Metros Sobre el Nivel del Mar	NO
5	Capacidad Instalada Sistema Fotovoltaico	kW	0,00
6	Degradación Panel 1año. Fabricante	Perdida de Eficiencia %	0,00%
7	Degradación Panel Después de 1 año. Fabricante	Perdida de Eficiencia %	0,00%
8	Inversión Inicial	CAPEX	\$ -
9	Mantenimiento y Operación	OPEX	\$ -
10	Tasa de Descuento		0,00%
11	IPC		0,00%
12	Impuesto Renta Año Vigente		0,00%
13	Tiempo de Depreciación	Años	1,00

Fuente: Propia

La plantilla se encuentra desarrollada en excel y los 13 ítem recolectados deben ser ingresados en la columna VALOR de acuerdo al ítem.

Ejemplo:

Ítem 1. Corresponde a: Demanda Usuario kWh-año; en la columna valor deberá ingresarse el resultado del cálculo.

De la misma forma debe procederse con los otros ítem que en la sección anterior fueron explicados y que se indicó la forma de obtenerlos. Ahora solo deberán ser ingresados en la plantilla.

7.3 Procesamiento de datos

Esta sección tiene como fin mostrar el procesamiento financiero de los datos ingresados a la plantilla.

Para desarrollar esta sección se realizará un ejemplo y luego se procederá explicando cómo es el procesamiento financiero de la plantilla

En la tabla 6, se muestra los datos que se ingresaran a la plantilla

Tabla 6. Captura de datos para ejemplo

INGRESO DE DATOS			
Ítem	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
1	Demanda Usuario kWh-año	kWh-año	1.920,00
2	Estrato Inmueble Cliente	Estrato	2
3	Tarifa de Energía CU	\$/kWh	\$ 642,02
4	Inmueble Ubicado a una altura superior de 1000 MSNM	MSNM Metros Sobre el Nivel del Mar	SI
5	Capacidad Instalada Sistema Fotovoltaico	kW	1,20
6	Degradación Panel 1año. Fabricante	Perdida de Eficiencia %	2,50%
7	Degradación Panel Después de 1 año. Fabricante	Perdida de Eficiencia %	0,55%
8	Inversión Inicial	CAPEX	\$ 5.200.000,00
9	Mantenimiento y Operación	Anual	\$ 120.000,00
10	Tasa de Descuento		7,00%
11	IPC		6,34%
12	Impuesto Renta Año Vigente		35,00%
13	Tiempo de Depreciación	Años	5,00

Fuente: Propia

En la columna Valor de la Tabla 6 se muestran los datos que se ingresaron para desarrollar el ejemplo. Obsérvese que se trata de un usuario que consume mensualmente 160kWh o lo que es equivalente 1920kwh en el año, pertenece al estrato 2, paga una tarifa CU de \$642, su inmueble está ubicado arriba de los 1000msnv lo que significa que el estado le subsidia el 50% de 130kWh. El sistema que instalo este usuario es de 1.2kW, lo que significa que anualmente puede producir $(1.2kW) \times (30(\text{días})) \times (24(\text{horas})) \times (0.08 (\text{factor de planta})) \times (12(\text{meses})) = 829kWh$. Los paneles que le ofrecen pierden eficiencia del 2.5% el primer año, posteriormente el 0.55% anual hasta el año 25. El sistema fotovoltaico vale \$5.200.000. Se consideran costos de mantenimiento de \$10.000 mensuales, lo que equivale a $\$10.000 \times 12 = \120.000 al año, debido a que la limpieza de los paneles, será realizada solo con trapo y agua. La tasa de descuento que considera este inversionista es del 7%. El IPC considerado es del 6,34%. Para el año 2022 el impuesto de renta es del 35%. El tiempo de depreciación por defecto es de 5 años, lo cual corresponde a la regla contable de no más del 20% anual para depreciación acelerada.

7.3.1 Cálculo del Valor de la Factura Anual

De acuerdo con el consumo promedio anual de kWh, el estrato social y la cantidad de consumo básica, que recuérdese depende de la altura del predio a nivel del mar, es posible proceder con el cálculo de lo que debe pagar anualmente un usuario residencial por consumo de electricidad, siendo esto relevante y por tanto definido como uno de los objetivos específicos de este documento y esta importancia es porque los subsidios o aportes tienen la capacidad de sesgar el análisis que se está realizando, debido a que no es lo mismo que paga un usuario residencial estrato 1 comparado con otro usuario estrato 6, aunque consuman la misma cantidad de energía. Esto hace necesario calcular el valor a pagar por el consumo promedio anual, dado que este valor es uno de los referentes, para analizar la viabilidad financiera de esta inversión.

En la tabla 7, se muestra el procedimiento del calculo del valor de la factura anual.

Tabla 7. Tabla para el calculo de la factura

CALCULO DEL VALOR DE LA FACTURA ANUAL
--

Consumo del Cliente (Kwh Promedio-Año)		1920
Estrato		2
Tarifa de Energía CU	\$	642,0157
Kwh Subsidiados		1560
Kwh Plenos		360
Subsidio		0,5
Valor Pleno Factura	\$	1.232.670,14
Valor Kwh Subsidiados de Factura	\$	500.772,25
Valor Kwh NO Subsidiados de Factura	\$	231.125,65
Valor Kwh Est. 4,5 y 6		FALSO
Valor Kwh Est. 1,2 y 3	\$	731.897,90
Valor Kwh	\$	731.897,90

Fuente: Propia

Para el ejemplo que estamos desarrollando se tiene que el cliente consume 1920kWh al año, de los cuales 1560kWh son subsidiados y este valor sale de 130kWh x (12 meses) = 1560kWh, dado que el usuario es estrato dos significa que sobre 1560kWh debe aplicarse un descuento monetario del 50% con respecto al valor pleno del kWh, esto también implica que el resto de kWh de los 1920 se facturan de manera plena. Los 1560kWh subsidiados tienen un valor de \$500.772 y los otros 360kWh valen \$231.125, sumando estos dos se encuentra el valor de la factura \$731.897 anual. Con el consumo anual y el valor anual de la factura se calcula el valor del kWh

$$CU = \frac{\$731.897}{1920kWh} = \$381 kWh.$$

Significa que un usuario estrato dos que tenga su inmueble a una altura superior a los 1000msnv, y un consumo anual de 1920kWh, debido al subsidio, en promedio debe pagar al año un Costo Unitario de \$381 por cada kWh que consuma. Este valor es la entrada para calcular los ingresos que genera el proyecto, obsérvese la tabla 8 el año 1.

7.3.2 Cálculo de Ingresos

Por el tamaño de este proyecto se tienen ingresos por:

- Generación de energía de paneles solares
- Deducción impuesto sobre la renta
- Depreciación Acelerada

Esto de acuerdo con la ley 1715 del 2014.

Generación paneles solares

La vida de los proyectos de generación fotovoltaica hoy en día, es en general de 25 años y es porque corresponde al tiempo útil de los paneles que los fabricantes indican pueden generar una cantidad de energía eléctrica razonable.

Tabla 8. Valor CU del kWh

CALCULO DE INGRESOS - GENERACIÓN PANELES SOLARES				
Año	% Degradación Panel	Auto consumo (KWh/año)	Tarifa CU (\$/kWh)	\$ G. Solar Anual
Año 1	97,50%	808,70	\$ 381	\$ 308.275
Año 2	96,95%	804,14	\$ 405	\$ 325.971
Año 3	96,40%	799,58	\$ 431	\$ 344.671
Año 4	95,85%	795,02	\$ 458	\$ 364.432
Año 5	95,30%	790,46	\$ 487	\$ 385.313
Año 6	94,75%	785,89	\$ 518	\$ 407.377
Año 7	94,20%	781,33	\$ 551	\$ 430.690
Año 8	93,65%	776,77	\$ 586	\$ 455.322
Año 9	93,10%	772,21	\$ 623	\$ 481.346
Año 10	92,55%	767,65	\$ 663	\$ 508.839
Año 11	92,00%	763,08	\$ 705	\$ 537.884

Año				
12	91,45%	758,52	\$ 750	\$ 568.566
Año				
13	90,90%	753,96	\$ 797	\$ 600.977
Año				
14	90,35%	749,40	\$ 848	\$ 635.212
Año				
15	89,80%	744,84	\$ 901	\$ 671.373
Año				
16	89,25%	740,28	\$ 959	\$ 709.565
Año				
17	88,70%	735,71	\$ 1.019	\$ 749.902
Año				
18	88,15%	731,15	\$ 1.084	\$ 792.501
Año				
19	87,60%	726,59	\$ 1.153	\$ 837.487
Año				
20	87,05%	722,03	\$ 1.226	\$ 884.992
Año				
21	86,50%	717,47	\$ 1.303	\$ 935.155
Año				
22	85,95%	712,90	\$ 1.386	\$ 988.120
Año				
23	85,40%	708,34	\$ 1.474	\$ 1.044.043
Año				
24	84,85%	703,78	\$ 1.567	\$ 1.103.086
Año				
25	84,30%	699,22	\$ 1.667	\$ 1.165.418

Fuente: Propia

La tabla 8 contiene las columnas:

- Año. El proyecto se calcula a 25 años.

- % Degradación Panel. Se debe tener en cuenta la pérdida de eficiencia de los paneles solares, para el ejemplo que se expone se tiene que el primer año pierde un 2.5% y a partir del segundo año pierde el 0.5% anual.
- Auto Consumo. Hace referencia a la cantidad de energía que los paneles pueden generar de acuerdo a la pérdida de eficiencia anual.
- Tarifa CU. Es el valor del kWh en el tiempo. Para calcular el valor del primer año se toma el costo promedio de lo consumido y en caso de haber subsidios o apartes se aplican, es decir el costo promedio es diferente para los estratos 1,2,3 y 4 estratos 5 y 6 tiene igual valor, en el ejemplo que se está desarrollando este valor viene del cálculo realizado en la sección anterior CU y equivale a \$381. Para el cálculo a partir del año 2 se toma como referencia el costo del año inmediatamente anterior y se multiplica por el IPC.
- \$ Solar Anual. Es el costo de la energía generada por el sistema fotovoltaico anualmente. Se toma la columna Auto consumo y se multiplica con la columna Tarifa. Representa los ingresos anuales del proyecto.

Deducción Impuesto Sobre la Renta

La ley 1715 del 2014 permite deducir el 50% del valor del proyecto del valor de la renta. El cálculo de la deducción se hace sobre el valor del mismo proyecto y este se ejecuta en el año 1.

Tabla 9. Deducción impuesto sobre la renta

AÑOS	Año 0	Año 1
	0	1
Ingresos		
Generación Electricidad		\$ 308.275
Deducción Impuesto Sobre la Renta		\$ 910.000
Depreciación Acelerada		\$ 208.000
Subtotal		\$ 1.426.275

Fuente: Propia

De acuerdo con:

$$\text{Deducción Renta} = (\text{Valor Proyecto}) \times (\text{Impuesto Renta}) \times (50\% \text{ ley } 1715)$$

$$= \$5.200.000 * 35\% * 50\% = \$910.000$$

Depreciación Acelerada

La ley 1715 permite la depreciación acelerado del sistema fotovoltaico y se realiza de acuerdo con la regla contable

Tabla 10. Depreciación Acelerada

AÑOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	1	2	3	4	5
Ingresos					
Generación Electricidad	\$ 308.275	\$ 325.971	\$ 344.671	\$ 364.432	\$ 385.313
Deducción Impuesto Sobre la Renta	\$ 910.000				
Depreciación Acelerada	\$ 208.000	\$ 208.000	\$ 208.000	\$ 208.000	\$ 208.000
Subtotal	\$ 1.426.275	\$ 533.971	\$ 552.671	\$ 572.432	\$ 593.313

Fuente: Propia

Se toma el valor de la inversión y máximo se puede aplicar un 20% anual, lo que equivale a 5 años, en la tabla 10, se realiza el cálculo de acuerdo con:

$$D. Acelerada = \frac{Inversión \times 20\%}{5}$$

$$= \frac{\$5.2M \times 20\%}{5} = \$208.000 \text{ anual, por 5 años}$$

7.3.3 Cálculo de los Egresos

Por la envergadura de este tipo de proyectos, solo se tiene dos tipos de egresos, la inversión inicial y los gastos de operación y mantenimiento, que para el caso se calculó un valor de \$10.000 mensuales, valor que debe ser ajustado durante los 25 años de vida útil del proyecto de acuerdo al IPC.

Inversión Inicial- CAPEX

Son los equipos, materiales e insumos con los que se debe construir el proyecto, para el ejemplo que se está presentando el valor es de

$$\text{Inversión Inicial} = \$5.200.000$$

Operación y Mantenimiento OPEX

La ventaja de los proyectos solares es que para su operación y mantenimiento sus requerimientos son muy básicos, pero de no realizarse tienen un impacto grande en la producción. Solo se requiere que los paneles estén limpios y los fabricantes recomienda agua y trapo porque al aplicar cualquier químico o sustancia extraña sobre la superficie del panel podría afectar gravemente sus componentes, en este orden de ideas y debido al tamaño de la instalación que se está estudiando, la cual tiene alrededor de 3mt cuadrados, la partida asignada es

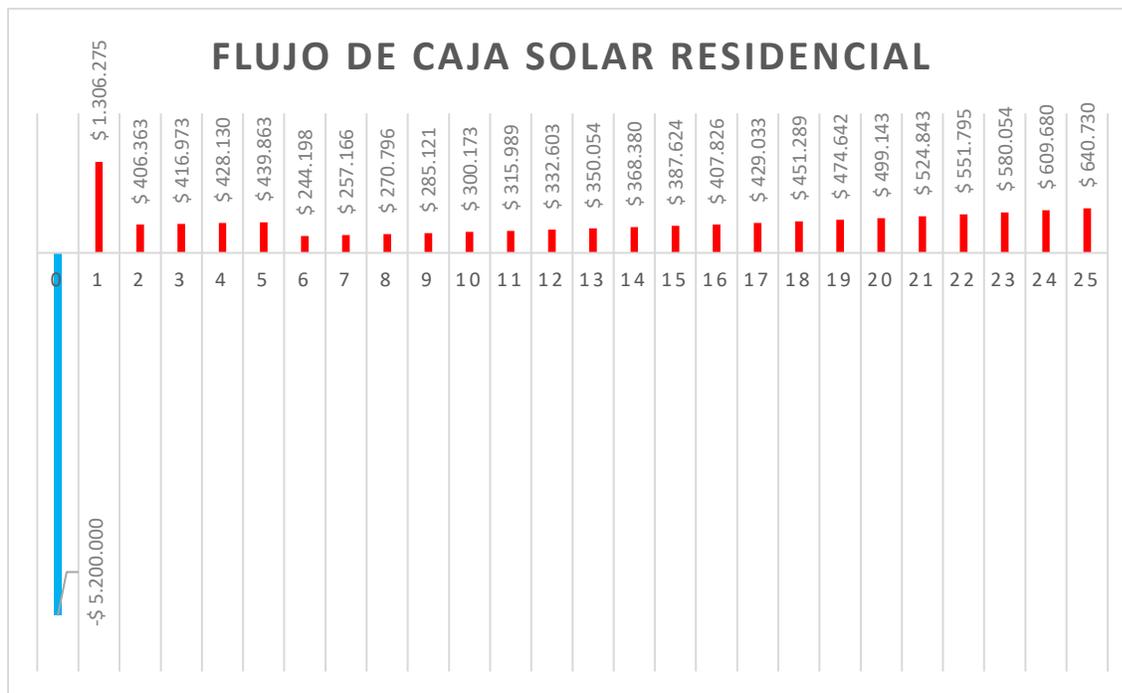
$$\text{Operación y Mantenimiento} = \$10.000 \text{ mes}$$

Valor que debe ser corregido por el IPC. Equivale a \$120.000 anuales, con IPC del 6.34%, al año dos el valor sería de $\$120.000 \times (1+6.34\%) = \127.608 ; para el año tres $\$127.608 \times (1+6.34\%) = \135.698 y así sucesivamente por los 25 años del proyecto.

Flujo de Caja

Con los ingresos y egresos definidos se procede a calcular el flujo de caja proyectado por 25 años. La figura 16 corresponde al flujo de caja que se está estudiando.

Figura 16. Flujo Caja



Fuente: Propia

7.3.4 Cálculo de Otros Indicadores

Para obtener la evaluación financiera del proyecto se requiere calcular el Factor de Descuento y el Valor Actual Neto por periodos, es decir se requiere calcular cada uno de estos por cada uno de los 25 periodos que tiene el proyecto.

Factor de Descuento

Su cálculo es necesario porque será necesario trabajar con los Valores actualizados de los 25 periodos. Se utiliza la expresión

$$\text{Factor de Descuento} = \frac{1}{(1 + \text{Tasa de Descuento})^n}$$

Para el ejemplo en cuestión, la tasa de descuento es igual al 7%, y el exponente n representa el periodo del que se requiere tener el factor de descuento. En la tabla 11 se muestra los factores de descuento de los periodos 0, 1, 2 y 3 que han sido calculados para el ejemplo en desarrollo.

Tabla 11. Factor de descuento

Tiempo [Años]	0	1	2	3
Factor de Descuento	1,00	0,93	0,87	0,82

Fuente: Propia

Valor Actual por Período

Con los factores de descuento calculados se procede a calcular los valores actuales por cada periodo, operación que consiste en multiplicar los valores del flujo de cada de cada periodo por su correspondiente factor de descuento. Tabla 12 Valor Actual por periodo.

Tabla 12. Valor actual por periodo específico

Tiempo [Años]	0	1	2	3
Flujo de Caja [\$]	-\$ 5.200.000,00	\$ 1.306.275	\$ 406.363	\$ 416.973
Factor de Descuento	1,00	0,93	0,87	0,82
Valor Actual x Período	-\$ 5.200.000,00	\$ 1.220.818,13	\$ 354.933,02	\$ 340.373,79

Fuente: Propia

7.3.5 Cálculo de Indicadores de Evaluación

Ahora se indicará como a partir de la información construida en la sección anterior se procedió a armar los indicadores financieros con los cuales será evaluado el proyecto.

Cálculo del VAN

Se utiliza la fórmula de excel, para lo cual es necesario ingresar los parámetros que solicita el programa

$$VNA(Tasa; Valor1; \dots; Valor N) - Inversión Inicial$$

Donde

- Tasa: Es la Tasa de Descuento. Valor que es definido por el inversionista y corresponde al ítem 10, que se ingresó para este ejemplo es del 7%.

- Valor1; ... Valor N; Son los valores que salen del flujo de caja y corresponden al valor del flujo del año 1 hasta el valor del flujo del año 25. En la tabla 13, se muestran tabulados los valores de los flujos de caja correspondientes a los períodos 1,2 y 3.

Tabla 13. Flujo caja

Tiempo [Años]	1	2	3
	\$	\$	\$
Flujo de Caja [\$]	1.306.275	406.363	416.973

Fuente: Propia

- Inversión Inicial. Para el ejemplo corresponde a un valor de \$5.200.000

Con estos valores se llega a que el proyecto tiene:

$$VAN = \$150.565,79$$

TIR

Se utiliza la fórmula de excel, para lo cual es necesario ingresar los parámetros que solicita el programa

$$TIR(\text{Valores}; \text{Estimar})$$

Donde

Valores: Son los valores que salen del flujo de caja y corresponden al valor del flujo del año 0 hasta el valor del flujo del año 25. Se tiene en cuenta desde la inversión inicial (en valor negativo) que corresponde al año 0.

- Estimar: Es la Tasa de Descuento. Valor que es definido por el inversionista y corresponde al ítem 10, que se ingresó para este ejemplo es del 7%.

$$TIR = 7.35\%$$

Tiempo de Retorno de la Inversión Pay Back

Indica el tiempo en años que demora el proyecto en hacer el retorno de la inversión. Para el cálculo se toma el valor inicial de la inversión, luego se toman los 25 periodos de los valores actualizados y de estos se saca un promedio aritmético. Finalmente se divide el valor inicial sobre el promedio de los valores actualizados

$$\text{Pay Back} = \frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{Promedio Aritmetico}(VPN1; \dots; VPN25)}$$

$$\text{Pay Back} = 24.3 \text{ Años}$$

Este proyecto tiene un periodo de la inversión inaceptable.

ROI

Como se expresa el cálculo del ROI en términos de porcentaje se utiliza la formula:

$$\text{ROI} = \frac{\text{Ganancia} - \text{Inverisión}}{\text{Inversión}}$$

Donde Ganancia es la suma total de los 25 periodos del valor actual. Es decir, cada valor actualizado es sumado. Inversión: \$5.200.000.

$$\text{ROI} = 2.9\%$$

IR

Para el cálculo del Índice de Rentabilidad, se debe utiliza la siguiente expresión en excel:

$$\text{IR} = \frac{\text{VNA}(\text{Tasa Descuento}; \text{Flujo de Caja})}{\text{Inversión}}$$

Donde, la tasa de descuento corresponde al 7%, el flujo de caja es el que se mostró en la tabla 13 que corresponde a Flujo de caja y la inversión es de \$5.200.000. Para este proyecto

$$\text{IR} = 1.03$$

7.4 Entrega Evaluación Financiera

Con los datos capturados y procesados financieramente por la plantilla, en esta sección se explica cómo es la presentación de los datos al inversionista residencial.

La tabla 14, muestra la forma como se le presenta la evaluación financiera al inversionista residencial.

Tabla 14. Resultado

RESULTADO DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA			
INDICADOR	VALOR	EVALUACIÓN	Comentarios
Valor Actual Neto	\$ 150.565,79	Acepta	Trae los valores del dinero que el proyecto generara en el futuro al valor actual
Tasa Interna de Retorno	7,35%	Acepta	Se puede utilizar como indicador de la rentabilidad a mayor TIR el proyecto tendrá mayor rentabilidad
Tiempo Recuperación Inversión [años]	24,30	No Se Recupera Inversión	Indica en cuanto tiempo el inversionista recuperara su inversión
Retorno de la Inversión ROI	2,90%	Acepta	Mide el rendimiento de la inversión
Relación Beneficio Costo B/C	1,02	Acepta	Indica cuanto se gana por cada peso invertido en el proyecto
Índice de Rentabilidad IR	1,03	Acepta	Indica que atractivo es invertir en un negocio. Valores menores a 1 no se debe invertir.

Fuente: Propia

La tabla 14, se compone de 4 columnas, de las cuales se explicará a continuación se contenido.

Indicador

En esta columna se lista los indicadores financieros con los que se evalúa este tipo de proyectos de inversión.

Valor

Son los valores numéricos calculados por la plantilla, por ejemplo, el indicador Relación Beneficio Costo B/C indica que tiene un valor de evaluación financiero del 1.02.

Evaluación

Debido a que esta plantilla se encuentra dirigida a personas que muy probablemente no tiene conocimientos financieros, es necesario apoyar la toma de decisiones con comentarios pertinentes de acuerdo a los resultados de la evaluación financiera. Por ejemplo, es muy probable que una persona del sector residencial no entienda la valoración de Tasa Interna de Retorno, sin embargo, la columna evaluación apoya la toma de la decisión indicando que la inversión se ACEPTA.

Comentarios

En esta columna, se coloca una definición comprensible y no muy técnica de lo que significa el indicador de evaluación, el objetivo es que las personas del común aparte de tener la evaluación, tenga una descripción del indicador que se está evaluando.

8. Discusión

La plantilla desarrollada está en la capacidad de valorar diversos escenarios de un inversionista residencial que no requiera hacer venta de excedentes y cuente con una casa para desarrollar un proyecto solar, sin embargo las decisiones de invertir o no finalmente las toma el inversionista y esto lo realiza basado en sus conocimientos y/o emociones, por ejemplo puede suceder que en la plantilla se indique un B/C superior a 1, pero el inversionista requiera un valor superior y decida no invertir, incluso puede suceder que la plantilla indique que no se recuperara la inversión, pero el inversionista está motivado con ser amigable con el ambiente y por tanto el valor de la inversión resulte irrelevante. Lo importante es que la plantilla funciona para el segmento que fue creada y tiene las características propias del sector energético residencial colombiano, haciendo esto, que sea uno de los pocos documentos con estos atributos en el país.

El documento trata temas técnicos de energía fotovoltaica, a pesar de tratarse de una evaluación financiera y esto debe comprenderse desde la transversalidad de las disciplinas de hoy en día, por ejemplo, un proyecto petrolero, la construcción de una vía, el lanzamiento espacial de un cohete requiere de una cantidad de diversos profesionales con diversas disciplinas,

para que todos desde su área del saber aporten y contribuyan al éxito de la misión. Las finanzas no son un tema exclusivo de banqueros, contadores, economistas, pero si son una parte fundamental de nuestras vidas.

9. Usos y limitaciones

De los usos. La plantilla puede ser usada por personas que no tengan grandes conocimientos en finanzas, porque se realizó para que la solicitud de los datos que requiera la plantilla, fueran los más sencillos y arroje los datos estrictamente necesarios de la evaluación.

De las limitaciones. La Ley 1715 del 2014 también permite la venta de excedentes de energía a la red pública, incluso maneja otras figuras que pueden ayudar a viabilizar financieramente los proyectos de energías renovables en Colombia, sin embargo, la plantilla aquí desarrollada no es multifuncional y solo se encuentra enfocada hacia el sector residencial para usuarios que poseen una casa y entendiéndose como casa lo que indica la norma nacional sismo resistente NSR10 título K, Tabla K.2.10-1.

10. Conclusiones

Se da alcance al objetivo principal, porque se desarrolla una plantilla que evalúa financieramente los proyectos solares de generación y autoconsumo sin venta de excedentes para usuarios residenciales.

La plantilla tiene en cuenta los beneficios de la ley 1715 del 2014, porque ejecuta los beneficios de depreciación acelerada y descuento sobre la renta.

La plantilla tiene la capacidad de entregar la evaluación financiera, de inversionistas que aportan (estratos 5 y 6), que son subsidiados (estratos 1,2 y 3) y que no aportan y tampoco son subsidiados (estrato 4).

En el desarrollo de la plantilla, se aplicaron diversos indicadores financieros, que permiten la acertada Evaluación Financiera, de proyectos de generación solar de autoconsumo y sin venta de excedentes a la red para casas residenciales

La plantilla solicita datos sencillos y arroja la Evaluación Financiera, de forma sencilla, de modo que el usuario cuenta con una herramienta de ayuda para la toma de decisiones.

Anexos

Anexo 1. Plantilla para la evaluación financiera, de proyectos de generación solar, para autoconsumo sin venta de excedentes, del sector residencial.

Referencias

- Acolgen. (2019). Acolgen desempeño del mercado eléctrico colombiano en épocas de el niño lecciones del 2009 2010. *UN INFORME PARA LA ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE GENERADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA*, 1-149.
- Alvarez Espinosa, A. C., Ordoñez, D. A., Nieto, A., Wills, W., Romero, G., Calderon, S. L., . . . Delgado, R. (2015). Compromiso de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: Consecuencias económicas. *ARCHIVOS DE ECONOMÍA*, 440.
- Banco de la Republica. (28 de 04 de 2022). *Índice de precios al consumidor*. Obtenido de Índice de precios al consumidor: <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/indice-precios-consumidor-ipc>
- Banco Mundial;. (29 de 11 de 2021). *Banco Mundial*. Obtenido de Energía Solar: <https://www.bancomundial.org/es/results/2017/11/29/solar>
- Borrel, J., & Hurtado, C. (2016). Después de la COP21, las Ambiciones Climáticas de la Unión Europea y la Cuestión de la Justicia Social en la Lucha Contra el Cambio Climático. *revistas.ucm.es*, 1-11.
- Cordova, C. R., Grimma, A. Z., & Benau, M. G. (2018). *Revista de Administração de Empresas*. 58, 537-550.
- Corredor D, G. (2018). Colombia y la transición energética. *Ciencia Política*, 117-125.
- Cortés, S., & Arango, A. (2017). Energías Renovables En Colombia: Una Aproximación Desde La Economía. *Energías Renovables En Colombia*, 375-390.
- Costa Pasada, C. (2007). La adaptación al cambio climático en Colombia. *Revista de Ingeniería* (26), 74-80.

- Departamento Administrativo de la Función Pública. (2013 de Mayo de 2014). Ley 1715 de 2014. *Ley 1715 de 2014*. Bogotá, Bogotá DC, Colombia.
- Diez, J. (2017). 1992: el año en que se nos fueron las luces. *Revista Gestión y Región*, (23), 9-24.
- Domínguez Hernández, S. (2006). Una Inversión Interesante que Ayuda a Combatir el Cambio Climático la Energía Solar Fotovoltaica. *CIENCIA Y MEDIO AMBIENTE*, 1-64.
- Fernandez Reyes, R. (2016). El Acuerdo de París y el cambio. *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, 101-114,132.
- Frohmann, A., & Olmos, X. (2013). Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático. *REPOSITORIO DIGITAL*.
- Garín, L. (2017). Novedades del sistema de protección internacional de cambio climático: El Acuerdo de París. *Estudios internacionales*, 137-167.
- Gómez Ramírez, J., Murcia Murcia, J., & Cabeza Rojas, I. (2017). LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN. *LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN COLOMBIA: POTENCIALES, ANTECEDENTES Y PERSPECTIVAS*.
- González-Díaz, S. N., Lira-Quezada, C. E., Villarreal-González, R. V., & Canseco-Villarreal, J. I. (2022). Contaminación ambiental y alergia. *Alergia México*, 24-30, 69.
- IRENA. (2022). *IRENA International Renewable Energy Agency*. Obtenido de Solar Power.
- IRENA. (11 de 4 de 2022). *IRENA International Renewable Energy Agency*.
- Jaramillo, F., Betancur, R., & Montoya, J. (2021). *Diversificación de la Matriz Energética y Uso Eficiente del Recurso Energético*. Medellín: ISSN 2462-8506 Edición electrónica.
- Lagos, G., & Velez, C. (2010). Protocolo de Kioto. *Dirige el Programa de Cambio Climático*, 1-4.
- Malpica, W., & Castro, A. (2021). Factores determinantes en la crisis de las instituciones prestadoras de servicios de salud en Colombia, un acercamiento desde la perspectiva financiera. *Revista Criterio Libre*, 84-94.
- doi:<https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.2021v19n34.6387>
- Maqueda , María ; Carbonell , María ; Martínez , Elvira; Flórez , Mercedes;. (2005). Fuentes de emisión de gases de efecto invernadero en la agricultura . *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, 14-18.

- Montoya Rasero, C. (2011). Energía Solar Fotovoltaica. *Escuela de Organización Industrial*, 1-100.
- ONU. (1 de Noviembre de 2021). *ONU Programa Para el Medio Ambiente*. Obtenido de Programa Para el Medio Ambiente: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/lo-que-necesitas-saber-sobre-la-conferencia-de-las-naciones-unidas>
- Puentes Garcia, C. (2020). Recomendaciones para afrontar los impactos de las fuentes de energía renovables no convencionales sobre la transmisión de energía eléctrica en Colombia. 1-46.
- Schneider, H., & Samaniego, J. (2009). La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*, 29-34.
- Superintendencia de Industria y Comercio. (23 de 04 de 2022). *Industria y Comercio Superintendencia*. Obtenido de Gobierno Nacional de Colombia: <https://www.sic.gov.co/nuestra-entidad>
- Unidad de Planeación Minero Energética UPME. (2021). *REGISTRO DE PROYECTOS DE GENERACIÓN*. Bogota.
- UPME. (2022). *Informe de Registro de Proyectos de Generación*. Bogota.
- Vidal, M. (2011). Huella de Carbono, La Primera Medida. *Publicado para la Fundación ECODES (Ecología y Desarrollo)*, 65.
- Villa, A. S. (2007). Información Técnica Sobre Gases De Efecto Invernadero y El Cambio Climático. *Academia Accelerating ing the world's research*, 1-103.
- Zamora , I. (2021). Resultados de la Conferencia de las Naciones Unidas. *Temas de la Agenda*.