

Compilatio informa de las tasas de similitudes recuperadas. No son tasas de plagio. La puntuación por sí sola no permite interpretar si las similitudes encontradas son plagiadas o no. Consulte el informe de análisis detallado para interpretar el resultado.

Similitudes del documento :

 5%

Similitudes de las partes 1 :

 4%

ANALIZADO EN LA CUENTA

Apellido :	De Ingeniería y Gestión
Nombre :	Facultad
E-mail :	fig@untels.edu.pe
Carpeta :	V PROGRAMA TSP AMBIENTAL

INFORMACIÓN SOBRE EL DOCUMENTO

Autor(es) :	No disponible
Título :	Tsp final calisaya navarro.pdf
Descripción :	No disponible
Analizado el :	13/01/2022 00:24
ID Documento :	cx3j8q5u
Nombre del archivo :	TSP FINAL CALISAYA NAVARRO.pdf
Tipo de archivo :	pdf
Número de palabras :	5 554
Número de caracteres :	44 061
Tamaño original del archivo (kB) :	2 433.26
Tipo de carga :	Entrega manual de los trabajos
Cargado el :	12/01/2022 23:50

FUENTES ENCONTRADAS

 Fuentes muy probables :	20 fuentes
 Fuentes poco probables :	153 fuentes
 Fuentes accidentales :	26 fuentes
 Fuentes descartadas :	0 fuente

SIMILITUDES ENCONTRADAS EN ESTE

DOCUMENTO/ESTA PARTE

Similitudes idénticas :	3%
Similitudes supuestas :	<1%
Similitudes accidentales :	<1%

TOP DE FUENTES PROBABLES - ENTRE LAS FUENTES PROBABLES

Fuentes

1.  tauja.ujaen.es/.../1/tfg_Gmez_Berrio_Lucas.pdf

Similitud

 2%

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“PROPUESTA DE REDUCCIÓN DE HUELLA DE CARBONO MEDIANTE
LA GENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN SAN
JUAN DE LURIGANCHO”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

CALISAYA NAVARRO, CYNTHIA MARYSOL

ORCID: 0000-0002-1791-1332

ASESOR

RAMÍREZ BENAVIDES, CARMEN

ORCID: 0000-0001-9429-3403

Villa El Salvador

2021



V Programa de la Modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional Facultad de
Ingeniería y Gestión

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

En Villa El Salvador siendo las 20:15 horas y debido a la emergencia sanitaria y aislamiento social por el COVID-19, se reunieron en la Sala Virtual N° 01 vía <https://meet.google.com/uzt-xhyw-hyf> los Miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional integrado por:

Presidente	: Dr. JOSE ALFONSO APESTEGUIA INFANTES	CQFP N° 06538
Secretario	: Mg. ZANHY LEONOR VALENCIA REYES	CIP N° 217043
Vocal	: Mg. ALCIDES GARZON FLORES	CIP N° 212079

Designados con RESOLUCIÓN DE FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN N° 437-2021-UNTELS-CO-V.ACAD-FIG, de fecha 14 de diciembre de 2021.

Se da inició al acto público de sustentación y evaluación del Trabajo de Suficiencia Profesional, para obtener el Título Profesional de **Ingeniero Ambiental**, bajo la modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional. (Resolución de Comisión Organizadora N° 126-2021-UNTELS de fecha 06 de agosto de 2021, en la cual se APRUEBA el "Reglamento, Directiva, Cronograma y Presupuesto del V Programa de la Modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur", siendo que el Art. 4° del precitado Reglamento establece que: "**La Modalidad de Titulación prevista consiste en la presentación, aprobación y sustentación de un Trabajo de Suficiencia Profesional que dé cuenta de la experiencia profesional y además permita demostrar el logro de las competencias adquiridas en el desarrollo de los estudios de pregrado que califican para el ejercicio de la profesión correspondiente. Quienes participen en esta modalidad no podrán tramitar simultáneamente otras modalidades de titulación. Además, los participantes inscritos en esta modalidad, deberán acreditar un mínimo de dos (02) años de experiencia laboral, de acuerdo a lo establecido en la Resolución N° 174-2019- SUNEDU/CD y al anexo 1 sobre Glosario de Términos en el punto veinte (20)...**", en el cual;

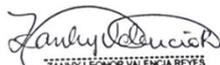
El bachiller: **CALISAYA NAVARRO, CYNTHIA MARYSOL**

Sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional: **PROPUESTA DE REDUCCIÓN DE HUELLA DE CARBONO MEDIANTE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN SAN JUAN DE LURIGANCHO**

Concluida la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

Condición **Aprobado con Distinción** con nota **17** Equivalente **Muy Bueno**. De acuerdo al Art. 65° del Reglamento General para el Otorgamiento de Grado Académico y Título Profesional de la UNTELS vigente.

Siendo las 20:41 del día jueves 16 de diciembre de 2021, se dio por concluido el acto de sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, firmando la presente Acta los miembros del Jurado.


ZANHY LEONOR VALENCIA REYES
INGENIERA
EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
Reg. CIP N° 217043
SECRETARIO

PARTICIPANTE

JOSE A. APESTEGUIA INFANTES
QUÍMICO FARMACÉUTICO
C. Q. F. P. N° 06538
ESP. TOXICOLOGÍA Y QUÍMICA LEGAL
R. N. E. N° 240
PRESIDENTE


ALCIDES GARZON FLORES
INGENIERO
FORESTAL Y AMBIENTAL
Reg. CIP N° 212079
VOCAL

Nota: Art. 17°.- La sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional se realizará en un acto público. De faltar algún miembro del Jurado, la sustentación Procederá con los dos integrantes presentes. En caso de ausencia del presidente del Jurado asumirá la presidencia el docente de mayor categoría. En caso de ausencia de dos o más miembros del jurado, la sustentación será reprogramada para el día hábil siguiente.

DEDICATORIA

*Me gustaría agradecer la amistad, los ánimos
y el apoyo constante de maravillosas
personas que han formado parte de mi vida,
ya que sin ellos los anhelos de este trabajo
no hubieran sido posibles.*

AGRADECIMIENTO

En estas líneas me gustaría agradecer el apoyo incondicional proporcionado en todo el recorrido del proceso y redacción del presente trabajo. Y como un barco no se puede gobernar solo, aquí toda la tripulación:

De manera especial a la Mg. Carmen Ramírez Benavides, mi asesora, por sus consejos, correcciones y motivación para culminar este trabajo lo mejor posible. También agradecer a la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, directivos y profesores por la organización del programa de titulación en la facultad de Ingeniería Ambiental.

Por el esfuerzo, la dedicación, y no digo paciencia porque no la hubo, pero siempre estuvieron ahí cuando más los necesitaba. Familia, gracias por todo y tanto, este trabajo de titulación se los dedico a ustedes, a mi papá Gregorio Calisaya, que desde pequeña fue mi biblioteca las 24 horas del día; mi mamá Sonicarelia Navarro, la cabecilla de nuestro hogar y a mi hermano Diego, recordarle que las metas con esfuerzo y perseverancia se cumplen.

A mis amistades, por transformar los “no creo que puedas” en “adelante, inténtalo”, por incentivar me a extender las alas e indagar más allá. Gracias por todo el frescor y frenesí que se traen. A mi amiga Milagros, por los ratos en el cafetín, porque que siempre estás al pendiente de los demás y miras a todos con tus mejores intuiciones.

A mi compañera y amiga Khalia, por todas las anécdotas de viajes y almuerzos que hemos tenido y por tener, por la anécdota quimérica de la vez que descubrí que compartimos gustos de lectura y pasatiempos. Por hacer llegar más ruido, alegría y frescura en mi entorno. A mi compañero Roberto, siempre lleno de franqueza que nunca esta demás. Gracias por tu tranquilidad, por estar dispuesto a escuchar y a enseñar. Espero que llegues a ser todo lo que te propongas ser.

A mi yo del pasado, gracias por trabajar tanto que lo único que me dejaste fue terminar la dedicatoria y los agradecimientos; y a mi yo del futuro no muy lejano, mira nada más qué matices de experiencias plasmadas en letras te he hecho, de nada.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
LISTADO DE FIGURAS	vii
LISTADO DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES	3
1.1. Contexto	3
1.2. Delimitación Temporal y Espacial del Trabajo	3
1.2.1. Temporal	3
1.2.2. Espacial.....	3
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivo General.....	7
1.3.2. Objetivos Específicos	7
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes.....	8
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes Nacionales	10
2.2. Bases Teóricas.....	11
2.2.1. Recursos Energéticos Renovables	11
2.2.1.1. Energía Solar	14
2.2.1.2. Energía Eólica	14
2.2.1.3. Energía Geotérmica	15
2.2.1.4. Energía de Biomasa	15
2.2.1.5. Energía Mini hidráulica	15
2.2.2. Energía Solar Fotovoltaica.....	15
2.2.2.1. Radiación Solar	15
2.2.2.2. Hora Solar Pico (HSP).....	16
2.2.2.3. Clasificación de sistemas Fotovoltaicos.....	18

2.2.3.	Huella de Carbono.....	20
2.2.3.1.	Generalidades del GEI	20
2.2.4.	Metodologías para determinar la Huella de Carbono.....	21
2.2.4.1.	Límites Operacionales.....	23
2.2.4.2.	Base metodológica de cálculo	24
2.2.5.	Ciclo de vida del Sistema Fotovoltaico (SFV).....	24
2.2.6.	Marco Legal y Normatividad	25
2.2.6.1.	Marco Normativo RER.....	25
2.2.6.2.	Política energética nacional del Perú 2010-2040.....	27
2.2.6.3.	Agenda 2030: ODS y la relación con las energías renovables	28
2.3.	Definición de términos básicos	29
CAPÍTULO III DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL		31
3.1.	Determinación y análisis del problema.....	31
3.2.	Modelo de solución propuesto	31
3.2.1.	Trabajo de gabinete	32
3.2.2.	Recopilación de información	32
3.2.3.	Análisis e interpretación de datos	33
3.2.4.	Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.....	35
3.2.4.1.	Elección de componentes.....	35
3.2.4.2.	Cálculo del número de paneles	35
3.2.4.3.	Potencia de entrada por arreglo solar.....	36
3.2.5.	Generación de energía solar.....	37
3.2.6.	Cálculo de la Huella de Carbono.....	39
3.2.7.	Análisis económico	40
3.3.	Resultados	44
CONCLUSIONES		48
RECOMENDACIONES.....		49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		50
ANEXOS		54
Anexo 1.	Mapa de Potencial Eléctrico Fotovoltaico.....	54
Anexo 2.	Mapa de Irradiación Global	55
Anexo 3.	Pasos para descargar la radiación solar	56
Anexo 4.	Cálculo de la radiación efectiva y el ángulo de inclinación	59
Anexo 5.	Ficha técnica del panel solar Jinko Solar JKM400M-72H.....	60

Anexo 6. Ficha Técnica del Inversor RED Fronius Sysmo	62
Anexo 7. Simulador del cálculo del VAN.....	66
Anexo 8. Simulador del cálculo del TIR.....	67
Anexo 9. Cotización de los equipos del sistema fotovoltaico conectado a Red.....	68

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación del distrito de estudio “Propuesta de Reducción de Huella de Carbono mediante la generación de energía solar fotovoltaica en San Juan de Lurigancho”.....	5
Figura 2 Mapa de ubicación del área de estudio	6
Figura 3 Participación de las fuentes en la producción interna de energía primaria	12
Figura 4 Evolución de emisiones de CO ₂ generadas por la transformación de energía primaria.....	12
Figura 5 Colector solar tipo Canal Cilindro Parabólico	14
Figura 6 Componentes de la radiación.....	16
Figura 7 Mapa de recurso solar en América del sur	17
Figura 8 Elementos del Sistema Fotovoltaico Autónomo	19
Figura 9 Elementos del sistema conectado a red eléctrica.....	19
Figura 10 Simulación de funcionamiento del efecto invernadero.....	20
Figura 11 Gases de Efecto Invernadero.....	21
Figura 12 Metodologías de cálculo de huella de carbono más utilizadas a nivel mundial	22
Figura 13 Clasificación de Alcances según el enfoque organizacional	23
Figura 14 Alcances de la huella de carbono.....	23
Figura 15 Ciclo de vida de los componentes del sistema fotovoltaico	24
Figura 16 Detalles del proceso de ciclo de vida del SFV	25
Figura 17 Marco Normativo de Recursos Energéticos Renovables.....	26
Figura 18 Generación de Energía Solar en el Perú del 2015 – 2020.....	27
Figura 19 Generación de Energía Total del 2015 – 2020	28
Figura 20 Flujo grama del modelo de solución propuesto	32
Figura 21 Radiación horizontal & Radiación directa	34
Figura 22 Proyección de abastecimiento con energía convencional y energía renovable	39
Figura 23 Cronograma de actividades de la propuesta de SFV en la Municipalidad de San Juan de Lurigancho	43
Figura 24 Hoja de dimensionamiento de un SFV conectado a red para la Municipalidad de SJL	44
Figura 25 Energía generada & Ahorro mensual	45
Figura 26 Variación de emisiones de tCO ₂ eq.....	46
Figura 27 Emisiones de tCO ₂ eq por consumo de electricidad.....	46

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Límite distrital de San Juan de Lurigancho	4
Tabla 2 Localización de la Municipalidad de San Juan de Lurigancho	4
Tabla 3 Tipos de recursos energéticos renovables (RER) no convencionales y tecnológicas de generación eléctrica	13
Tabla 4 Ciclo de vida de los elementos del SFA.....	18
Tabla 5 Radiación Promedio Diaria en kWh/m ²	33
Tabla 6 Consumo mensual de energía convencional en la Municipalidad de San Juan de Lurigancho.....	34
Tabla 7 Generación de energía y ahorro económico del SFV.....	38
Tabla 8 Factor de emisión del dióxido de carbono equivalente.....	39
Tabla 9 Emisiones de CO ₂ eq por consumo de energía eléctrica	40
Tabla 10 Cotización de componentes y accesorios	40
Tabla 11 Cálculo del VAN y TIR de la propuesta de implementación de SFV	42

RESUMEN

El presente trabajo consistió en la proyección del aporte de la reducción de la huella de carbono utilizando energía solar como alternativa a la energía convencional, abasteciendo parte del suministro eléctrico para el común desarrollo de las ocupaciones en el establecimiento. El trabajo está en base a investigaciones previas, teorías y metodologías sobre la cuantificación de la huella de carbono proveniente de emisiones indirectas de GEI asociados al uso de la energía eléctrica (Alcance 2 del Protocolo GHG) y el dimensionamiento de un sistema solar fotovoltaico adecuado para el suministro eléctrico de acuerdo al consumo eléctrico de los establecimientos en el distrito de San Juan de Lurigancho.

Como sabemos, el uso de energías convencionales tiene un impacto significativo con las emisiones de gases de efecto invernadero, las cuales repercuten en la sustentabilidad del ambiente. Una medida para darle frente a esta problemática fue el DL N°1002 del Ministerio de Energía y Minas, que expone el interés nacional y la necesidad pública para el impulso de producción de electricidad como medida para incentivar el uso de energías renovables. El presente trabajo abarca este marco nacional realizando una propuesta de dimensionamiento del sistema fotovoltaico capaz de aplicarse en toda institución interesada en apostar por el uso de energía solar.

El sistema solar fotovoltaico está compuesto por paneles solares e inversores, este último de manera automática podrá interrumpir el uso de energía convencional al momento que se suministre la energía renovable. Mediante la propuesta de diseño de sistemas fotovoltaicos de ser implementado se obtiene una reducción entre el 10 al 30% en tCO₂eq al abastecer parte del consumo eléctrico con energía solar.

Palabras claves: huella de carbono, energía renovable, sistema solar fotovoltaico.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día es evidente la gran dependencia que tenemos en el uso de las energías que utilizan combustibles fósiles, más conocidas como “energías convencionales o tradicionales”, a pesar que su consumo genera altos niveles de emisiones de gases de efecto invernadero. Los efectos del cambio climático, hacen que países como Perú, que cuenta con un consumo de energía de 0,028 TJ por habitante (equivalente a 7880,56 kWh por habitante al año), con un nivel de emisiones por energía consumida de $60,24 \times 10^3$; $0,0143 \times 10^3$ y $0,0021 \times 10^3$ kg por TJ para el CO₂, CH₄ y N₂O respectivamente; tomando como fuente los datos del año 2019 del Balance Nacional de la Energía del Ministerio de Energía y Minas (MINEM), incentiven medidas de uso racional y eficiencia energética.

La disponibilidad energética es un tema clave en el Perú, una opción es promover una mayor participación de energías renovables en la matriz energética, como la energía eólica, geotérmica, de biomasa o solar, de esta forma el descenso del uso de las energías tradicionales como el carbón, petróleo y gas son una opción posible para mitigar el cambio climático. Cabe recalcar la importancia de forjar un futuro no muy lejano cimentado en el desarrollo sostenible, tanto en las instituciones públicas o privadas, como las ocupaciones humanas generalmente.

Las fuentes de energía empleadas en todo proceso o actividades tienen un potencial de emisiones de CO₂eq distintos, que a su vez permite conocer la magnitud del impacto ambiental generado. Tener en cuenta que el grado de emisiones de GEI van a depender del consumo energético y del tipo de tecnología que emplee los diferentes equipos de consumo.

Como una solución, teniendo en cuenta la variedad de tecnologías no convencionales, siendo una de ellas la implementación de sistemas solares fotovoltaicos, que permiten captar la radiación solar que llega a la superficie, para después ser transformada en energía eléctrica y sea fuente de abastecimiento energético para la ejecución de las actividades recurrentes de la entidad. Así mismo, la radiación de San Juan de Lurigancho es óptima para el uso de esta tecnología.

En este sentido, el presente trabajo realiza la estimación de la huella de carbono debido al uso de energía eléctrica en San Juan de Lurigancho, a través de los lineamientos del *GHG Protocol* (Protocolo que proporciona la cuantificación de los gases de efecto invernadero), que está bajo estándares que garantizan el desarrollo de inventarios completos y confiables de emisiones de GEI. Una vez ya definido los límites operacionales para el alcance 2: "consumo de energía eléctrica", se recopila la data proveniente de los recibos de luz en kWh, y se considera los factores de emisión establecidos por el MINEM del país.

El aporte de este trabajo dar a conocer el potencial de la energía solar para reducir la huella de carbono y generar ahorros económicos en el consumo de energía, sustituyendo de manera parcial o total energía tradicional, así se podría tener una fuente de abastecimiento energético, económicamente viable y eco amigable con el ambiente.

Se ha considerado conceptos básicos, procedimientos, los cuales se presentan en el primer capítulo los Aspectos Generales, el segundo Capítulo el Marco Teórico, en el tercer capítulo se describe el Desarrollo del Trabajo Profesional. Por último, tenemos las conclusiones y recomendaciones, donde se determina la cuantificación de la huella de carbono de acuerdo a las emisiones generadas del consumo de energía convencional y una proyección de la nueva huella de carbono de utilizarse paneles solares, como segunda fuente de abastecimiento eléctrico.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Contexto

El proyecto solo abarca la propuesta de reducción de la huella de carbono respecto a la generación de energía renovable que aporta el diseño de un sistema solar fotovoltaico. El diseño del sistema fotovoltaico está delimitado en base al consumo energético promedio anual.

No forma parte de este proyecto el cálculo de la huella de carbono de otras actividades realizadas en San Juan de Lurigancho, como el uso de combustibles en los vehículos.

El proyecto está enfocado en el análisis de la reducción de la huella de carbono en una propuesta de transición del uso de energía convencional a energía renovable.

1.2. Delimitación Temporal y Espacial del Trabajo

1.2.1. Temporal

El presente trabajo de suficiencia profesional se realizó en el periodo de agosto a noviembre del año 2021.

1.2.2. Espacial

El lugar seleccionado para la propuesta de diseño del sistema fotovoltaico es el distrito de San Juan de Lurigancho, geográficamente en la provincia y departamento de Lima (ver Figura 1).

Tabla 1*Límite distrital de San Juan de Lurigancho*

Orientación	Límite distrital	Latitud Sur	Longitud Oeste
Norte	Carabayllo y San Antonio ¹	11°51'27" S	76°56'27" W
Este	San Antonio y Lurigancho-Chosica	11°51'45" S	76°53'35" W
Sur	El Agustino y Cercado de Lima	12°02'02" S	77°00'38" W
Oeste	Rímac, Independencia y Comas	11°56'09"S	77° 01'12" W

Nota. ¹ Provincia de Huarochirí.

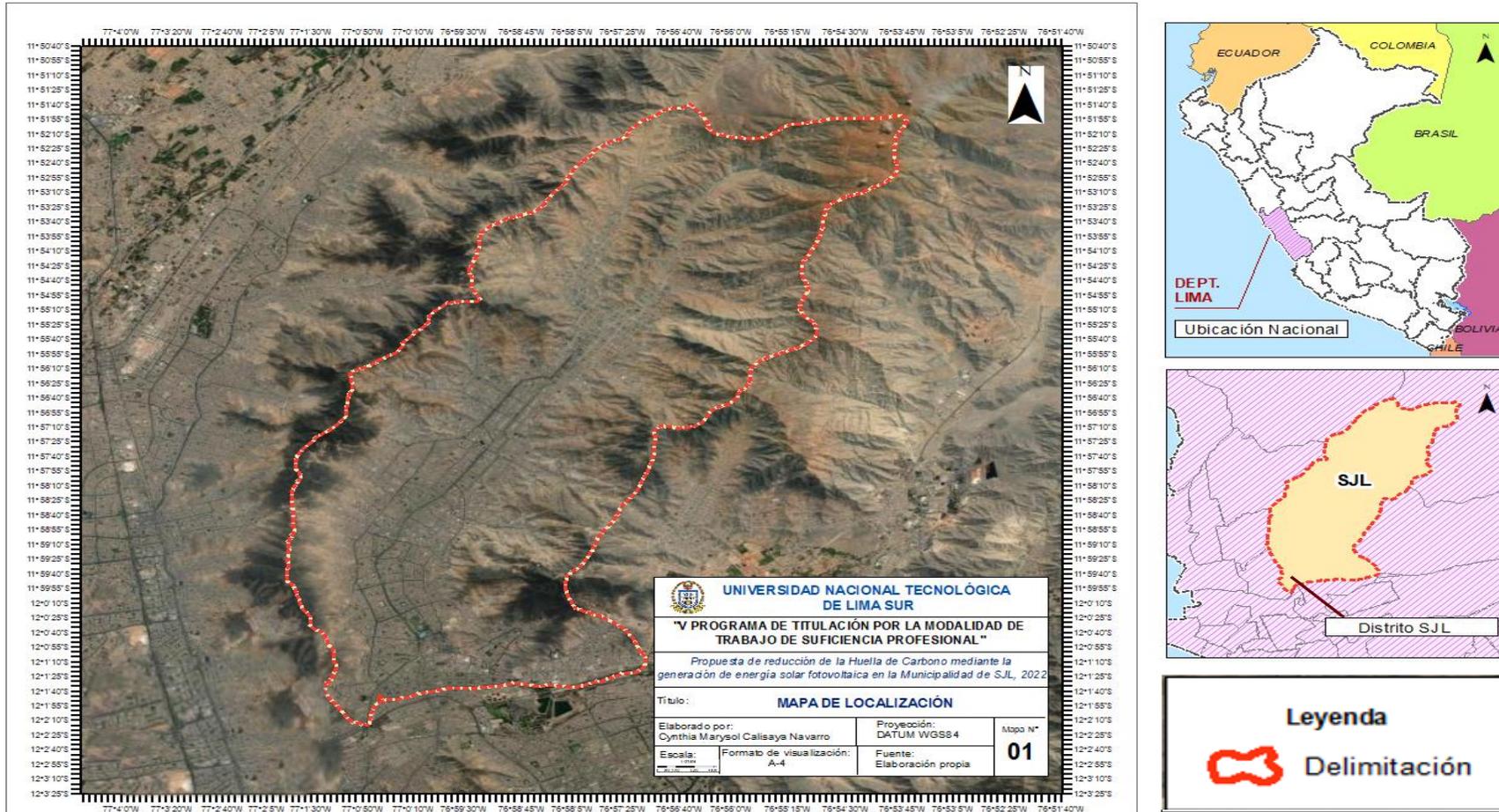
En este trabajo se va a realizar los cálculos para el establecimiento de la Municipalidad de San Juan de Lurigancho, de la cual se obtuvo la data de consumo energético para poder dimensionar un sistema solar fotovoltaico (ver Figura 2).

Tabla 2*Localización de la Municipalidad de San Juan de Lurigancho*

Información	Valor	
Región	Lima	
Provincia	Lima	
Distrito	San Juan de Lurigancho	
Coordenadas	Latitud Sur	12°01'45,98"S
	Longitud Oeste	77°00'37,20"W
Elevación (msnm)	205	
Referencia de ubicación	Jr. Los Amautas 180 Urb. Zárate	

Figura 1

Mapa de ubicación del distrito de estudio “Propuesta de Reducción de Huella de Carbono mediante la generación de energía solar fotovoltaica en San Juan de Lurigancho”



Nota. Elaboración propia en base a la información obtenida de Google Earth (2021).

Figura 2

Mapa de ubicación del área de estudio



Nota. Elaboración propia en base a la información obtenida de Google Earth (2021).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Reducir la huella de carbono mediante la generación de energía solar fotovoltaica en San Juan de Lurigancho.

1.3.2. Objetivos Específicos

- O1. Calcular la generación de energía solar fotovoltaica anual.
- O2. Cuantificar la huella de carbono en el uso de energía convencional.
- O3. Evaluar el aporte a la disminución de la huella de carbono por el uso de energía solar fotovoltaica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Un análisis en el centro poblado de Puerto Nariño en Colombia recopiló datos cuallitativos y cuantitativos de las actividades que desarrollan para estimar la huella de carbono. Para una mejor organización de la información obtenida se clasificó las fuentes generadoras por sectores (residencial/ hotelero/ administrativo/ comercial/ industrial). Siguiendo la metodología del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol en inglés) los datos obtenidos se dispusieron como linea base para la identificación de las fuentes de emisión de GEI y se fraccionaron de acuerdo a los 3 alcances del protocolo GEI. La energía eléctrica consumida en el casco urbano proviene del diesel en un 100%, para realizar los cálculos respectivos, el factor de emisión fue establecido de literaturas similares realizadas por el gobierno municipal de la zona. Al finalizar el estudio se identificó el consumo energético como la primordial actividad generadora de emisiones de GEI con un total de 919,07 tCO₂eq/año. Así mismo, recomendó la generación de mecanismos de compensación, como el pago por servicios ambientales de la zona, a manera de generar sostenibilidad en las actividades (Sandoval y Gutiérrez, 2021).

Quiróz (2015), llevó a cabo el cálculo de huella de carbono en las instalaciones de las productoras de leche al norte de Costa Rica, así mismo como acción para combatir el cambio climático emplearon la energía solar, obteniendo los siguientes resultados:

- En el periodo del año 2014 la empresa emitió 199,10 tCO₂eq, de este total el 2,71% corresponde al consumo energético.
- La generación de energía renovable mediante sistemas fotovoltaicos logró la producción de 452,8 kWh, lo que representa una disminución potencial de emisiones de GEI expresados en 0,05 tCO₂eq.

El ayuntamiento de Alicante en el año 2016 ha adoptado medidas que han menguado notoriamente sus emisiones de GEI a la atmósfera que generaban los

consumos eléctricos en el alumbrado público e instalaciones municipales, ya que se abastece de energía renovable solar fotovoltaica y biogás, siendo de esta manera las emisiones por ciudadano las más bajas del estudio llegando a 0,00 tCO₂eq (Red Española de Ciudades por el Clima, 2017).

Castañeda (2019), como parte de su investigación estimó la huella de carbono para una propuesta de un sistema fotovoltaico en un centro comercial. Utilizó los lineamientos de la norma ISO 14064 para realizar el inventariado de los gases de efecto invernadero, los datos del diagnóstico energético se obtuvieron de los recibos de pago del consumo de electricidad del centro comercial y en base a la información recogida se analizaron cambios operativos para la obtención de un sistema de energía fotovoltaica, que de aplicarse reduciría la huella de carbono en un 31% en tCO₂eq. Así mismo, recomendó seguir con el registro de los consumos mensuales en kWh que figuran en sus recibos de luz para la practicidad del cálculo de emisiones en tCO₂eq e incentivar más experiencias eco amigables que promuevan la imagen del centro comercial Premier el Limonar como un establecimiento más sostenible y amigable con el ambiente.

En el artículo científico de Vilches, Dávila y Varela (2015) se calculó la huella de carbono aplicando el método de Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, que determina 3 alcances o también llamados Scopes. En la Universidad Politécnica Salesiana, el alcance 2 relacionado al consumo eléctrico generó 209,07 tCO₂eq, para calcular la transformación de kWh a tCO₂eq se utilizó el factor de emisión para proyectos termoeléctricos e hidroeléctricos según el informe del Sistema Nacional Interconectado de Ecuador.

Se calculó la huella de carbono en el sector hotelero de Taganga en los establecimientos de Bahía Taganta, La Casa de Felipe y Sierraventura en el periodo 2018-I. Se identificaron las emisiones GEI mediante la metodología NTS-002 (2014) y el Protocolo GHG. Luego definieron fuentes de emisiones directas e indirectas en la asociación Taganga en los 3 alcances mencionados en el Protocolo GHG. Como resultado se obtuvo la principal fuente causante de GEI en los establecimientos, siendo esta la utilización del suministro eléctrico emitiendo 30,03

tCO₂eq. Finalmente recomendó el inventariado y seguimiento mensual del registro consumo energético de los recibos de luz. (Gutiérrez, 2019).

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Arias (2018) en su trabajo de investigación, se planteó como uno de sus objetivos determinar el consumo energético en la municipalidad de Carhuamayo para calcular las emisiones de GEI expresado como tCO₂eq, y de esta manera medir el impacto en la huella de carbono. La data del consumo de energía se compiló de la información de recibos de luz, utilizando los valores expresados en kWh. El estudio se llevó a cabo durante el 2018, resultando un total de 21,09 tCO₂eq/año para el alcance 2 (emisiones indirectas) que refleja el consumo eléctrico en el periodo de un año. Una de sus recomendaciones fue continuar con el registro anual de la huella de carbono, lo cual permite evaluar la eficiencia de las acciones o indicadores de mitigación propuestas para la municipalidad.

Ponce y Rodríguez (2016) realizaron el cálculo de la huella de carbono en las actividades correspondientes al Country Club el Bosque en Chosica. El estudio sigue los lineamientos del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol) y utiliza el factor de emisión para cuantificar las emisiones de GEI expresadas en tCO₂eq. Luego de definir los límites operacionales, se identifican las fuentes de emisión para clasificarlos de acuerdo a los tres alcances, según los lineamientos del protocolo ya mencionado. En el periodo de un año se cuantificó 909,41 tCO₂eq, de este total el 46,70% representa las emisiones indirectas asociadas a la utilización de energía eléctrica (alcance 2). En el estudio se proponen medidas que van a permitir menguar el abastecimiento en el suministro eléctrico en un 9,80 % y la huella de carbono en un 4,57%. Por último, sugiere una plantación de 12 hectáreas para neutralizar la huella de carbono.

Con el objetivo de incentivar la maduración del mercado de sistemas fotovoltaicos y la investigación científica se instaló ocho (07) sistemas fotovoltaicos de 3 kWp en Universidades Públicas y uno (01) en el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), como parte del promoción y ejecución de *“Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación”* (NAMAs), con intenciones como el ahorro en el consumo de electricidad, contrarrestar el cambio climático y medidas eco amigables con el

ambiente. Como resultado se busca la reducción de importantes cantidades de GEI y contar con abastecimiento eléctrico de energías limpias (Ministerio de Energía y Minas, 2020).

Polo, Torres y De La Gala, (2020) caracterizó un sistema fotovoltaico de 3,3 kW conectado a red con el fin de analizar el rendimiento energético y eficiencia del sistema fotovoltaico implementado en la universidad como suministro eléctrico. Se evaluaron los datos obtenidos en el periodo de un año bajo condiciones ambientales y de radiación solar de Tacna. Como resultado se obtuvo que la energía generada en tres años, desde su implementación, fue de 15242 kWh con un ahorro de S/. 7797,2. De acuerdo a la condiciones meteorológicas de la zona, el punto máximo de generación de energía se dio en los meses de verano y la de menor en los meses de junio o julio.

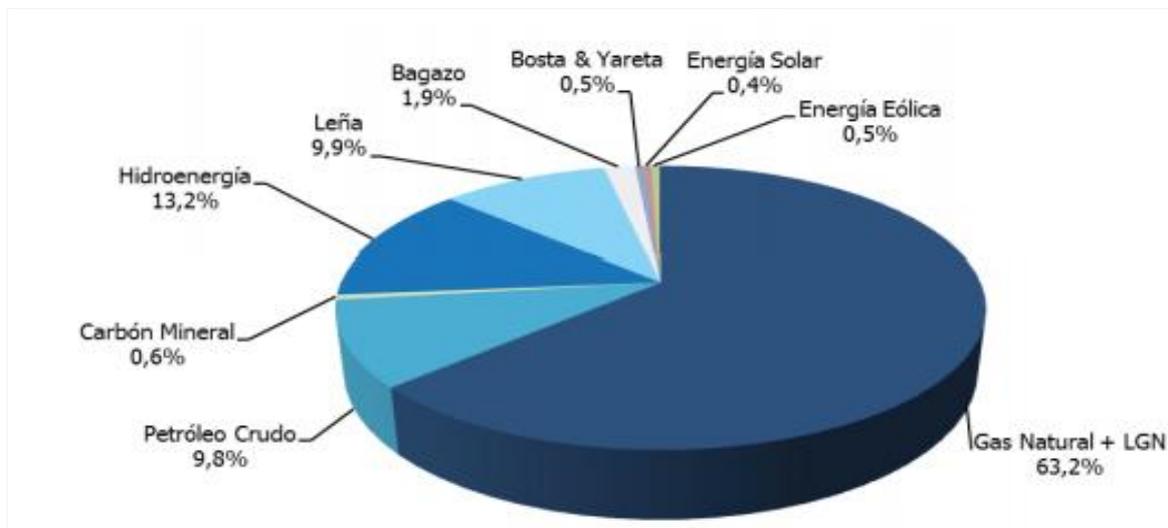
2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Recursos Energéticos Renovables

En el Balance Nacional de Energía elaborado por el Ministerio de Energía y Minas (2018), el 76,3% de la generación interna de energía primaria proviene de yacimientos fósiles y minerales (gas natural/ carbón mineral/ petróleo crudo). No obstante, estas fuentes de energía son las que causan más contaminación; en el mismo reporte se cuantificó una cifra de 16,05 mil millones de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) generados por estas fuentes de energías primarias al ser transformadas (ver Figura 4).

Figura 3

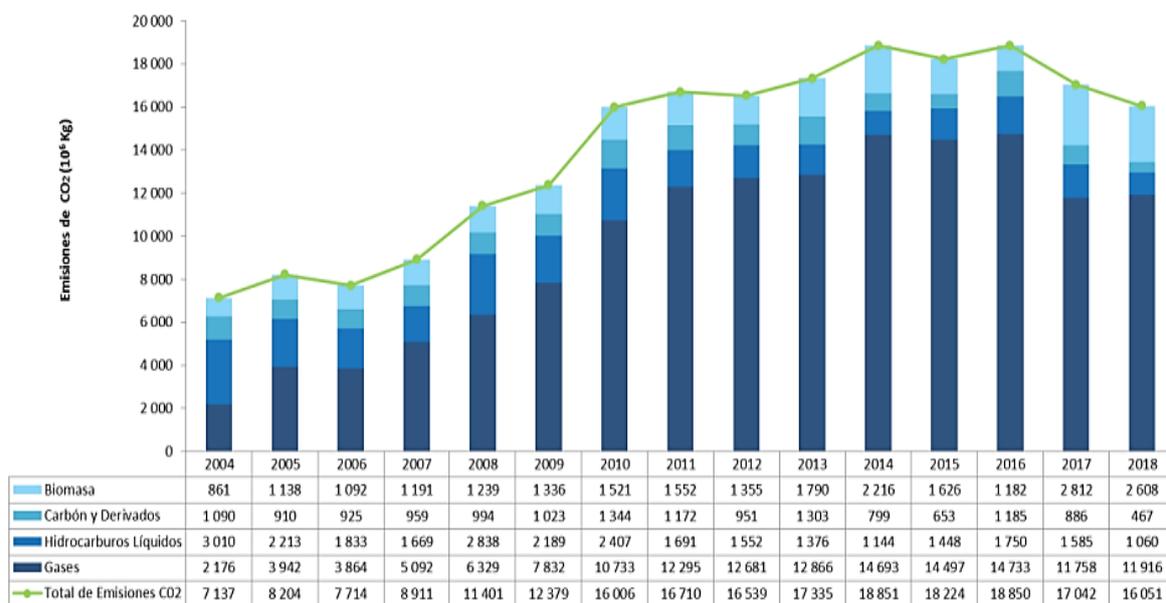
Participación de las fuentes en la producción interna de energía primaria



Nota. Figura obtenida del Balance de Energía Nacional (MINEM, 2018, p. 31).

Figura 4

Evolución de emisiones de CO₂ generadas por la transformación de energía primaria.



Nota. El gráfico muestra la cantidad de emisiones de CO₂ por tipo de fuentes energéticas del año 2004 al 2018. (MINEM, 2018, p. 87).

Divergentemente a las fuentes energéticas tradicionales, las energías renovables se encuentran en la naturaleza de manera ilimitada, es decir, se regeneran de manera natural, no contaminan el ambiente con emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y su impacto en el medio ambiente es nulo o reversible. Siendo la opción más sustentable a las comúnmente monopolizadas y tradicionales (ENEL, 2018). En la Tabla 3 se observa los tipos de energías renovables o limpias.

Tabla 3

Tipos de recursos energéticos renovables (RER) no convencionales y tecnológicas de generación eléctrica

Tipos de RER no convencionales		Tecnología de generación eléctrica
Energía solar		Solar fotovoltaica Solar térmica
Energía eólica		Onshore Offshore
Energía de la biomasa		Procesos bioquímicos Procesos termoquímicos
Energía mini hidráulica		Centrales de agua fluyente Centrales a pie de presa Centrales en canal de riego o de abastecimiento
Energía marítima	Energía mareomotriz	Presa de marea Generador de corriente de marea Energía mareomotriz dinámica
	Energía undimotriz	Columna de agua oscilante Convertidor de movimiento oscilante Sistemas de rebosamiento
	Energía maremotérmica	Sistemas de ciclo abierto Sistemas de ciclo cerrado Sistemas híbridos
Energía geotérmica		Plantas de vapor seco Plantas flash Plantas de ciclo binario

Nota. Data obtenida de Osinergmin (2017).

2.2.1.1. Energía Solar

Según Acciona (2020) de acuerdo a la finalidad del uso se clasifica en energía fotovoltaica, generada por la radiación para la conversión directa de electricidad y energía termo solar, generada por el calor del sol para la producción de calor. Las celdas de los módulos solares transforman la luz del sol (radiación) directamente a electricidad, a este proceso se le conoce como “efecto fotoeléctrico”. Por otro lado, las termas o colectores solares simulan un efecto invernadero para que se capaz de almacenar calor.

Figura 5

Colector solar tipo Canal Cilindro Parabólico



Nota. Fotografía obtenida de Acciona (2020).

2.2.1.2. Energía Eólica

Vásquez, Tamayo y Salvador (como citó Osinergmin, 2019) nos indican que la energía eólica emplea la energía del movimiento del viento, convirtiéndola en mecánica o eléctrica, tiene como fuente el viento y se origina desde la variación de temperaturas entre diversas franjas geográficas. En la actualidad, esta energía se emplea para producir electricidad por medio de los aerogeneradores o turbinas eólica conectados a redes de distribución. Al conjunto de turbinas eólicas

acopladas a redes de abastecimiento se le conoce como parque eólico, pueden ser *onshore* si son instalados en tierra u *offshore* si la instalación es el mar.

2.2.1.3. Energía Geotérmica

Energía obtenida del calor del interior de la tierra, en varias regiones del mundo, las aguas subterráneas tienden a alcanzar temperaturas de ebullición, así se puede utilizar para accionar turbinas eléctricas o para calentar. Este tipo de energía no requiere de ningún tipo de combustión por ende las emisiones de CO₂ que generan son casi nulas, requiere de menor cantidad de agua y superficie de terreno respecto a las anteriores tecnologías para su funcionamiento (Osinermin, 2019).

2.2.1.4. Energía de Biomasa

Es una fuente de energía renovable que proviene de los residuos de materia orgánica de algún proceso biológico como materia orgánica de aguas residuales, lodos de depuradora, residuos sólidos orgánicos de las zonas urbanas, entre otras (Fernández , 2018).

2.2.1.5. Energía Mini hidráulica

Las centrales hidroeléctricas son uno de los negocios más rentables puesto que no utilizan combustible, se genera energía aprovechando el caudal del río. Las mini hidráulicas o mini hidroeléctricas (potencia menor a 20NW en el Perú), por otro lado, el impacto ambiental de esta instalación es pequeña, no hace falta descaminar el cauce de los ríos (Osinermin, 2019).

2.2.2. Energía Solar Fotovoltaica

2.2.2.1. Radiación Solar

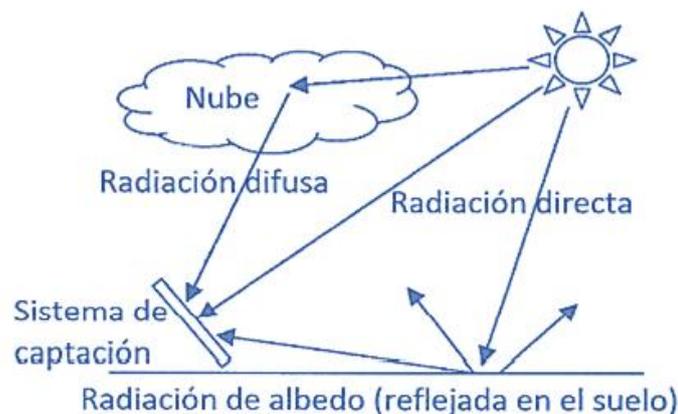
Perpiñán (2020) en su libro *Energía solar fotovoltaica* detalla que la radiación solar atraviesa el espacio vacío en todas direcciones, no obstante, en el proceso de llegada a la superficie sufre procesos de reflexión, atenuación y difusión, en otras palabras, la radiación solar absorbida no llega completamente para ser utilizada en su 100%. Según la data del Instituto Geofísico del Perú el 29 por ciento de la radiación se pierde en el recorrido del espacio a la superficie. Tales como la reflexión en las nubes, superficie terrestre, vapor de agua, ozono o CO₂,

estos son algunos de los factores que disminuyen la radiación incidente. La radiación solar tiene tres componentes debido a la incidencia sobre la superficie terrestre:

- Radiación Directa: porción de irradiancia originaria que llega en línea recta del Sol.
- Radiación Difusa: cantidad de radiación originaria de todo el cielo excepto del Sol, incluyendo rayos dispersados por la atmósfera.
- Albedo: porción de radiación de origen de la reflexión en el suelo o superficies cercanas.

Figura 6

Componentes de la radiación

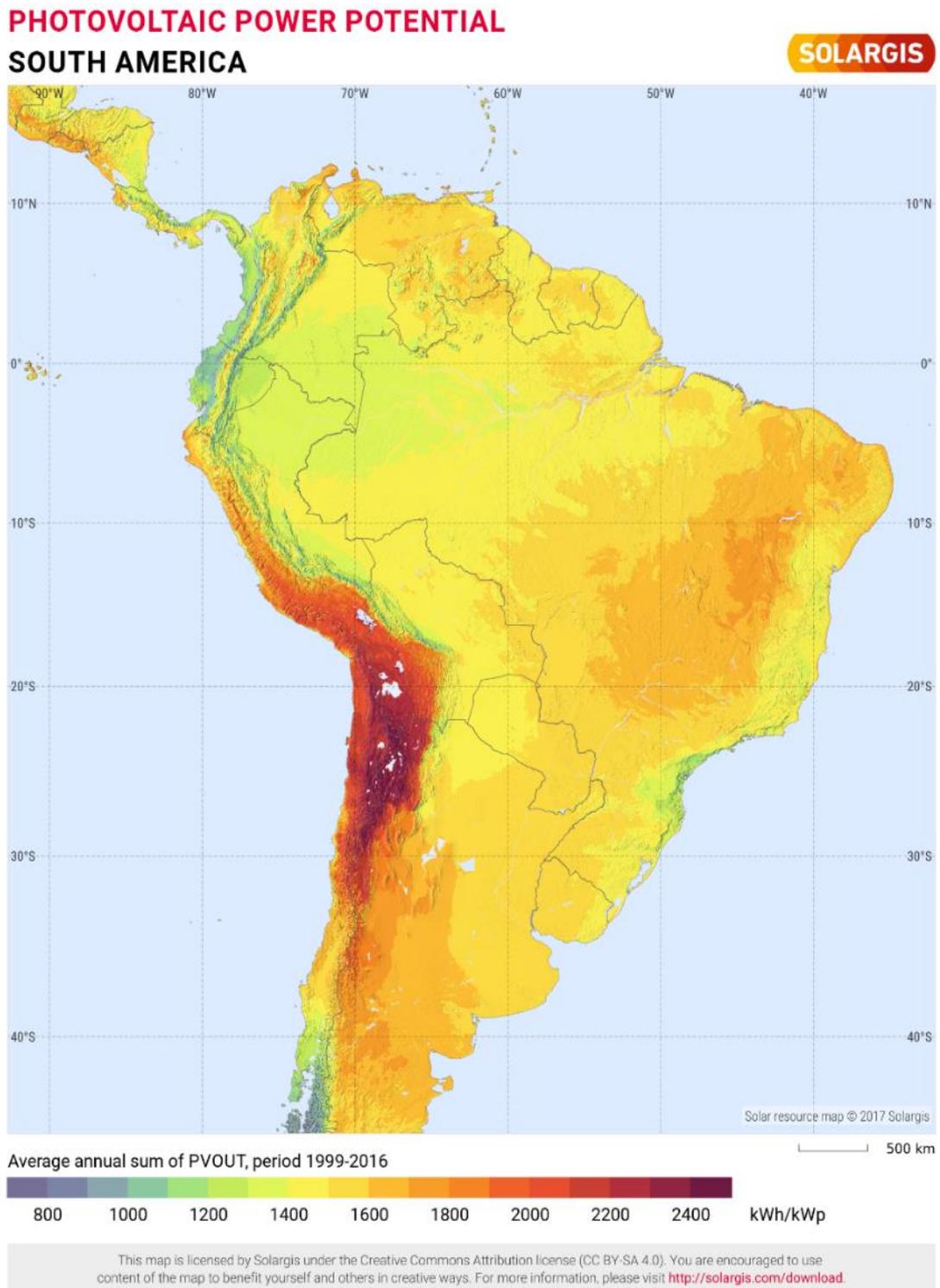


2.2.2.2. Hora Solar Pico (HSP)

Está relacionada a la cantidad de irradiación solar que incide en una hora por metro cuadrado de superficie (1 kWh/m^2), es decir, la energía en una unidad de superficie donde se tiene como constante la Irradiancia solar expresada en 1000 W/m^2 , siguiendo la fórmula tenemos que una HSP es 1 kWh/m^2 . Estos datos son importantes para proyectar la potencia generada por los paneles fotovoltaicos, para hacer el calcula se emplea la radiación solar promedio diaria mensual de la zona donde se esté interesado implementar un Sistema Solar Fotovoltaico (Ladrón de Guevara, s.f).

Figura 7

Mapa de recurso solar en América del sur



Nota. Obtenido de SolarGis (2018).

2.2.2.3. Clasificación de sistemas Fotovoltaicos

A) Sistemas off grid – sin conexión a red eléctrica

Este tipo de sistemas se aplican en zonas rurales o aisladas, lugares donde el sistema eléctrico público son de difícil acceso. Si bien depender de esta fuente de energía, implica usar baterías para el abastecimiento continuo de energía, sigue siendo una alternativa de uso en lugares con potencial solar y que cuenten con pocas viviendas. Se sub clasifica en Mini red solar fotovoltaica, que permite abastecer electricidad a cierta cantidad de beneficiarios que cumplan con la condición de no tener acceso a la red eléctrica tradicional; y en Sistema fotovoltaicos autónomos (SFA) los solo proveen electricidad a un solo tipo de beneficiario (vivienda, entidad de salud, institución educativa, entre otros) de manera aislada (Schmerler, Velarde, Rodríguez y Solís, 2019). Entre los elementos que componen los SFA están: paneles fotovoltaicos, baterías, controlador de carga y un inversor.

Tabla 4

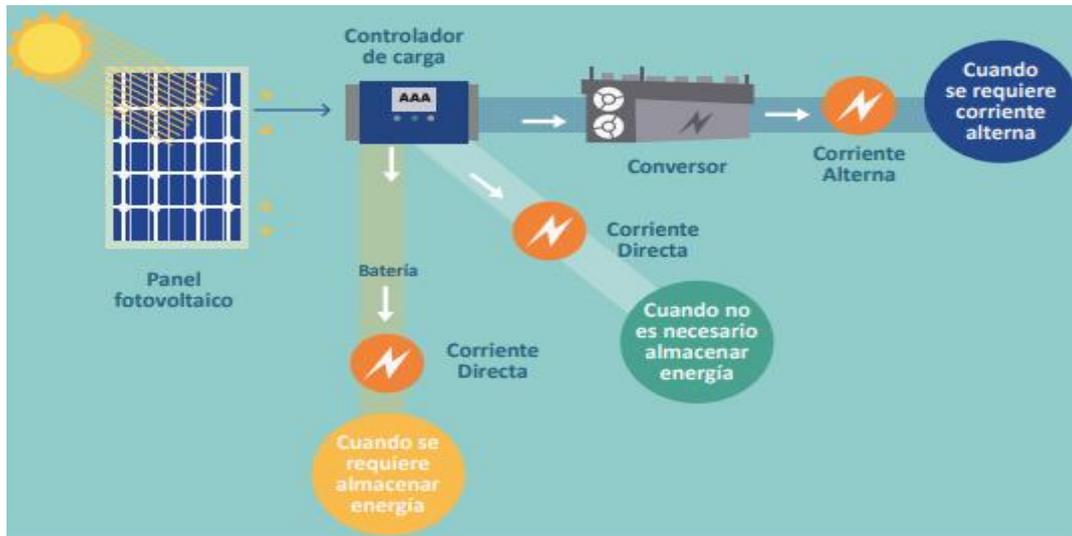
Ciclo de vida de los elementos del SFA

Elementos del SFA	Ciclo de vida (años)	Descripción
Panel Fotovoltaico	20 – 30	Conversión de luz solar a electricidad
Inversor	05 – 15	Conversión de CD a CA
Baterías de Plomo – ácido	03 – 05	Almacenamiento de energía
Baterías de Ion – litio	08 – 10	Almacenamiento de energía
Controlador de carga	10 – 15	Regulación de carga de batería

Nota. Data obtenida de las fichas técnicas de los componentes mencionados. Elaboración propia.

Figura 8

Elementos del Sistema Fotovoltaico Autónomo



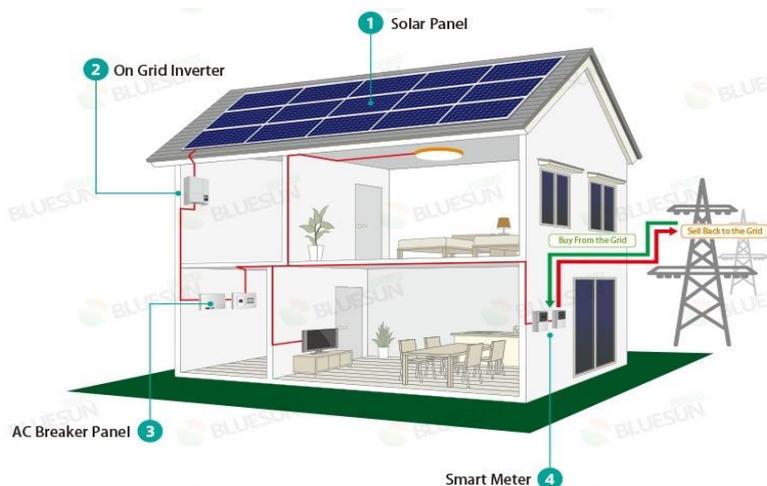
Nota. Obtenido de Osinergmin (2019).

B) Sistemas on grid – conectadas a la red eléctrica

Schmerler et al. (2019) explican que este tipo de sistemas permiten a los usuarios conectados a red usar los paneles solares como una fuente de abastecimiento de energía eléctrica complementaria, así se logra reducir el consumo de energía de la red. La finalidad es ahorrar los gastos por consumo de energía, y de acuerdo a la normativa existente se puede reinyectar el excedente a la red, siempre y cuando este permitido la venta de energía.

Figura 9

Elementos del sistema conectado a red eléctrica.



Nota. Obtenido de Bluesun (2021).

2.2.3. Huella de Carbono

De acuerdo al Ministerio para la Transición Ecológica (2017) la huella de carbono es un instrumento que permite calcular y estimar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el proceso o actividad de una organización, individuo, evento o producto. Es un indicador del impacto sobre el cambio climático, se expresa en términos de tCO₂eq y sirve para gestionar medidas de acción para reducir las emisiones y realizar de manera eficiente los recursos.

2.2.3.1. Generalidades del GEI

El efecto invernadero es un fenómeno mediante el cual ciertos gases, conocidos como de efecto invernadero (GEI), dan las condiciones adecuadas de temperatura y resguardo necesaria para darle existencia al fenómeno de la vida. Contrario por el contexto negativo por el cual solemos citarlo, el efecto invernadero es un proceso natural e inevitable. El problema se realiza debido al incremento de las concentraciones de estos GEIs por actividades humanas, mismas que alteran el equilibrio climático (Sánchez, 2020).

Figura 10

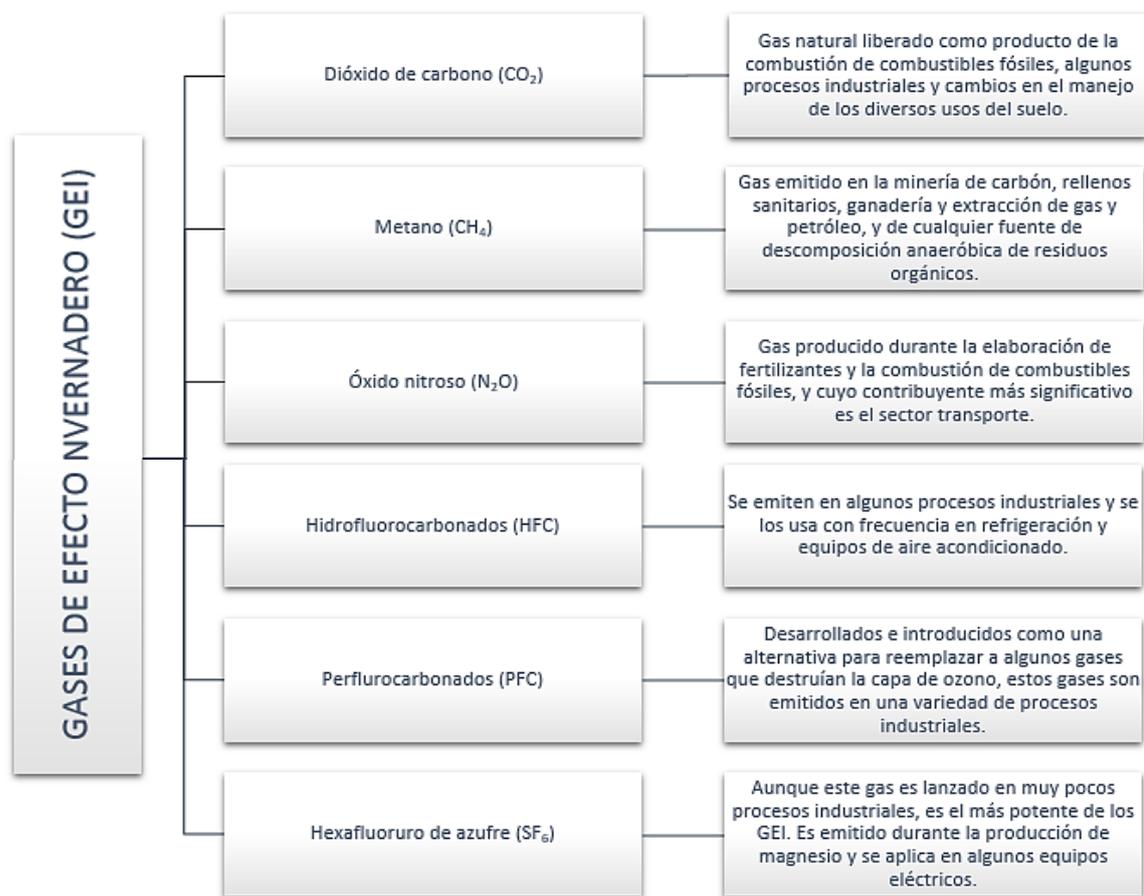
Simulación de funcionamiento del efecto invernadero



Nota. Figura tomada de Sánchez (2020).

Figura 11

Gases de Efecto Invernadero



Nota. Elaboración propia, adaptado del Segundo Reporte del grupo de trabajo I del IPCC (2018).

2.2.4. Metodologías para determinar la Huella de Carbono

A la fecha existe variedad de marcos metodológicos y herramientas de medición de las emisiones de GEI y cálculo de la huella de carbono, de asociaciones y administraciones que se adecuan a proyectos, que van de acuerdo a requisitos, vinculado con los procesos de identificación de planes de acción, junto a la adecuada certificación por el cumplimiento del Protocolo de Kyoto. La selección de alguna metodología depende del enfoque del estudio, los cuales son encaminados hacia la organización (empresa) y al producto (Vilches, Dávila y Varela, 2015). Ver figura 12. El tercer tipo de enfoque está orientado a la organización ya al producto “enfoque mixto”.

Según el Observatorio de la Sostenibilidad en España – OSE (s.f) las metodologías más utilizadas a nivel internacional para la estimación de la huella de carbono dirigido a empresas son:

- Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol): Guía más usada para inventariar emisiones de GEI, cuantificar la huella de carbono y realizar informes voluntarios en las empresas.
- Norma ISO 14064: Estándar internacional verificable, también es una guía para las empresas que estén interesadas en elaborar y ser transparentes en cuanto al informe de las emisiones de GEI.

Figura 12

Metodologías de cálculo de huella de carbono más utilizadas a nivel mundial

Metodología	Ámbito de aplicación	Enfoque
Carbon Disclosure Project (CDP)	Aplicación voluntaria y de ámbito global. Ampliamente adoptada	Organización
WBCSD/WRI GHG Protocol Corporate Standard	Aplicación voluntaria y de ámbito global. Ampliamente reconocida; base para otros estándares.	Organización
ISO 14064: 2006 (Partes 1 and 3)	Aplicación voluntaria y de ámbito global. Estándar internacional verificable	Organización
French Bilan Carbone	Aplicación voluntaria y de ámbito europeo. Ampliamente reconocida	Organización
DEFRA Company GHG Guidance	Aplicación voluntaria y de ámbito europeo. Ampliamente reconocida	Organización
UK Carbon Reduction Commitment (CRC)	Aplicación obligatoria y de ámbito europeo. Cubre a los pequeños emisores	Organización
US EPA Climate Leaders Inventory Guidance	Aplicación voluntaria y de ámbito USA. Provee incentivos	Organización
US GHG Protocol Public Sector Standard	Aplicación voluntaria y de ámbito USA y al sector público	Organización
PAS 2050	Aplicación voluntaria. Procedencia UK	Producto
KOREA PCF	Aplicación voluntaria. Metodología creada en Corea	Producto
Carbon Footprint Program	Aplicación voluntaria. Procedencia Japón	Producto
Carbon Index Casino	Aplicación voluntaria. Procedencia Francia	Producto
Greenext	Aplicación voluntaria. Procedencia Francia	Producto
Climate Certification System	Aplicación voluntaria. Procedencia Suecia	Producto
Climatop	Aplicación voluntaria. Procedencia Suiza	Producto
GHG Protocol- Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard	Aplicación voluntaria. Ámbito Global	Producto
BP X30-323	Aplicación voluntaria. Procedencia Francia	Producto
ISO 14067	Aplicación voluntaria. Ámbito Global	Producto

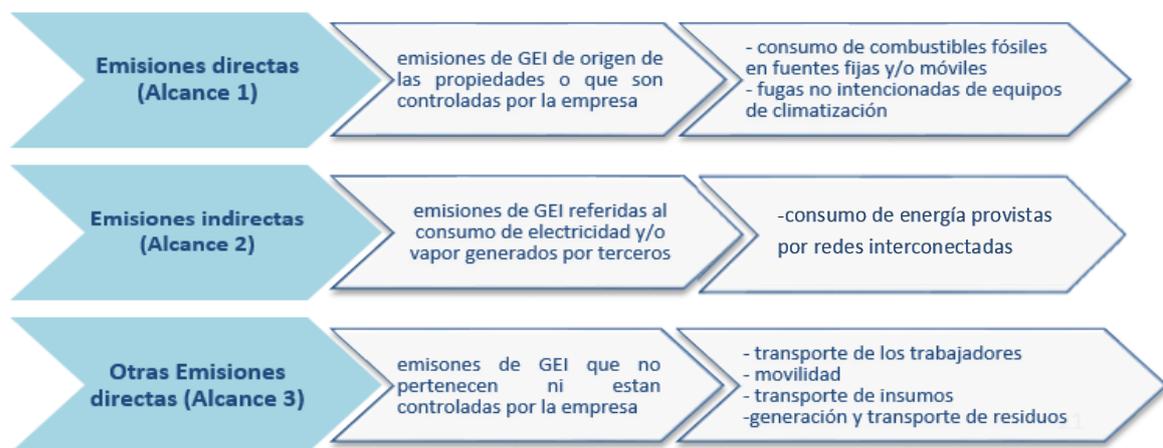
Nota. En la figura se detalla los tipos de metodologías más utilizados de acuerdo al enfoque. Obtenido del Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE).

2.2.4.1. Límites Operacionales

Teniendo en cuenta el enfoque de organización o corporativo se evalúa la huella de carbono en un intervalo de tiempo dado, generalmente es un año calendario. Primero identificamos las emisiones directas e indirectas de la organización, una vez definidas resulta más fácil separarlas por alcances. Se distingue 3 alcances, tal como se presentan en la Figura 13 y 14; y se describen abajo.

Figura 13

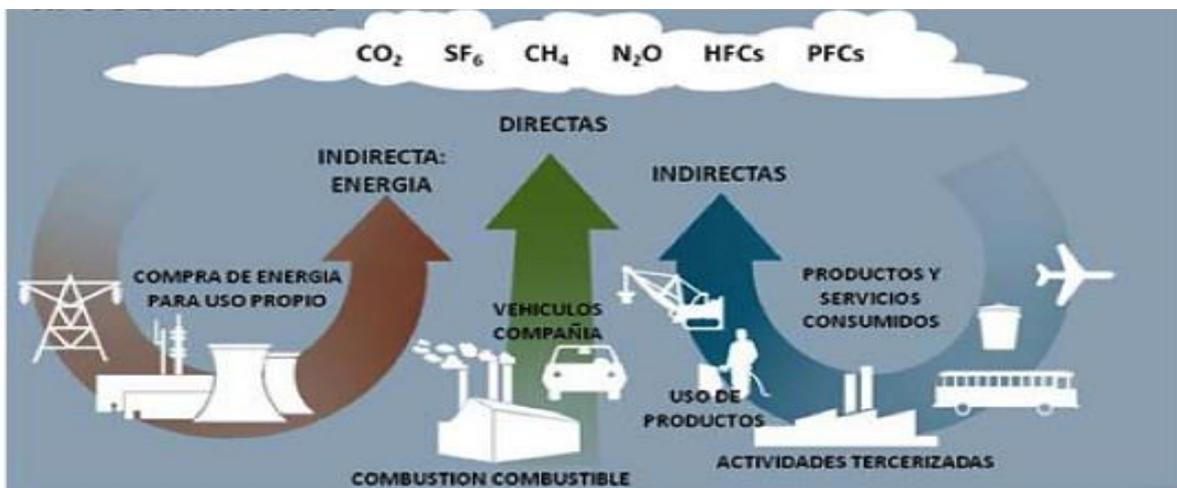
Clasificación de Alcances según el enfoque organizacional



Nota. Se muestra la definición y algunos ejemplos de los alcances. Adaptado del Ministerio del Medio Ambiente.

Figura 14

Alcances de la huella de carbono



Nota. Se muestran los productos y/o servicios clasificados por el tipo de emisión que generan (directa e indirecta). Obtenido de GHG Protocol.

2.2.4.2. Base metodológica de cálculo

Como indica el Ministerio para la Transición Ecológica (2017) básicamente el cálculo de la huella de carbono consiste en lo siguiente:

$$\text{Huella de carbono} = \text{Dato Actividad} \times \text{Factor Emisión}$$

Donde:

- Dato de la actividad: parámetro que define el grado de la actividad generadora de las emisiones de GEI (por ejemplo, en kWh).
- Factor de Emisión: se refiere a la cantidad de emisiones de GEI por unidad del parámetro “dato de actividad” (por ejemplo, KgCO₂eq/kWh, tCO₂eq/kWh).

Como resultado se obtendrá en kg, t, etc. expresado en CO₂eq.

2.2.5. Ciclo de vida del Sistema Fotovoltaico (SFV)

El ciclo de vida hace referencia al proceso para elaborar un producto a partir de la materia prima para su producción hasta su disposición final. Es de utilidad para determinar el nivel de impacto ambiental que se genera realmente y como se puede disminuir.

Figura 15

Ciclo de vida de los componentes del sistema fotovoltaico

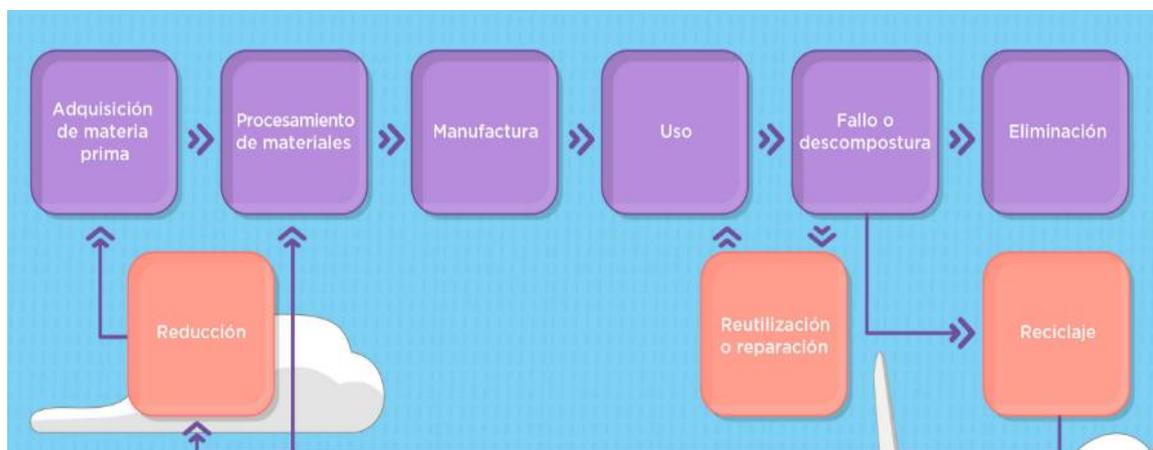


Figura 16

Detalles del proceso de ciclo de vida del SFV



2.2.6. Marco Legal y Normatividad

2.2.6.1. Marco Normativo RER

En el año 2000, se publicó la Ley N° 273454 “Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía”, que expone que es de interés nacional el desarrollo del Uso Eficiente de la Energía para garantizar el abastecimiento de energía, resguardar al consumidor, promover la competitividad de la economía nacional y menguar el impacto ambiental negativo del consumo energético.

En el Perú el impulso de los proyectos de generación con Recursos Energéticos Renovables (RER) dio comienzo en el año 2008, con la publicación de una normativa especial que promueve la inclinación al uso de energías renovables. Este marco normativo define como recurso energético renovable a las fuentes de energía eólica, solar, de biomasa, de geotermia, mareomotriz, y la mini hidráulica con una capacidad de hasta 20 MW; defendidas en la Tabla 3.

Figura 17

Marco Normativo de Recursos Energéticos Renovables

<p>Normas Generales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • D.L. N° 25844 - Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento • Ley N° 28832- Ley para asegurar el desarrollo eficiente de la generación eléctrica (2008): promueve licitaciones y contratos a largo plazo para el suministro de energía de clientes regulados • Ley N° 27345– Ley de promoción del Uso Eficiente de la Energía • D.S. N° 064-2010-EM - Política Eneroética Nacional del Perú.
<p>Marco Normativo de RER</p>	<ul style="list-style-type: none"> • D.L. N° 1002 - Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el Uso de Energía Renovables (2008). • D.S. N° 012-2011-EM - Reglamento de la Generación de Electricidad con Energías Renovables • R.M. N° 217-MINAM – Programa de promoción del uso de gas natural vehicular (GNV) y Paneles Solares en las Instituciones Públicas. • D.S. N° 020-2013-EM - Reglamento para la promoción de la inversión eléctrica en Áreas no conectadas a red (off-grid). • R.M. N° 203-2013-MEM/DM - Plan de Acceso Universal a la Energía • D.S. 009-2009-MINAM – Medidas de Eco eficiencia para el sector público • Norma técnica de edificación (EM080) – Instalaciones con Energía Solar. Métodos de ensayo para determinar eficiencia de colectores solares
<p>Procedimientos Regulatorios - Osinergmin</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Resolución N° 200-2009-OS/CD: procedimiento sobre hibridación de instalaciones para generación RER. • Resolución N° 001-2010-OS/CD: procedimiento de cálculo de prima para la generación RER. • Resolución N° 289-2010-OS/CD: procedimiento sobre cálculo de la energía dejada de inyectar por causas ajenas al generador RER. • Procedimiento Técnico del COES N°20: procedimiento sobre el ingreso, modificación y retiro de instalaciones en el SEIN - COES.

Nota. Adaptado de Osinergmin (2019).

2.2.6.2. Política energética nacional del Perú 2010-2040

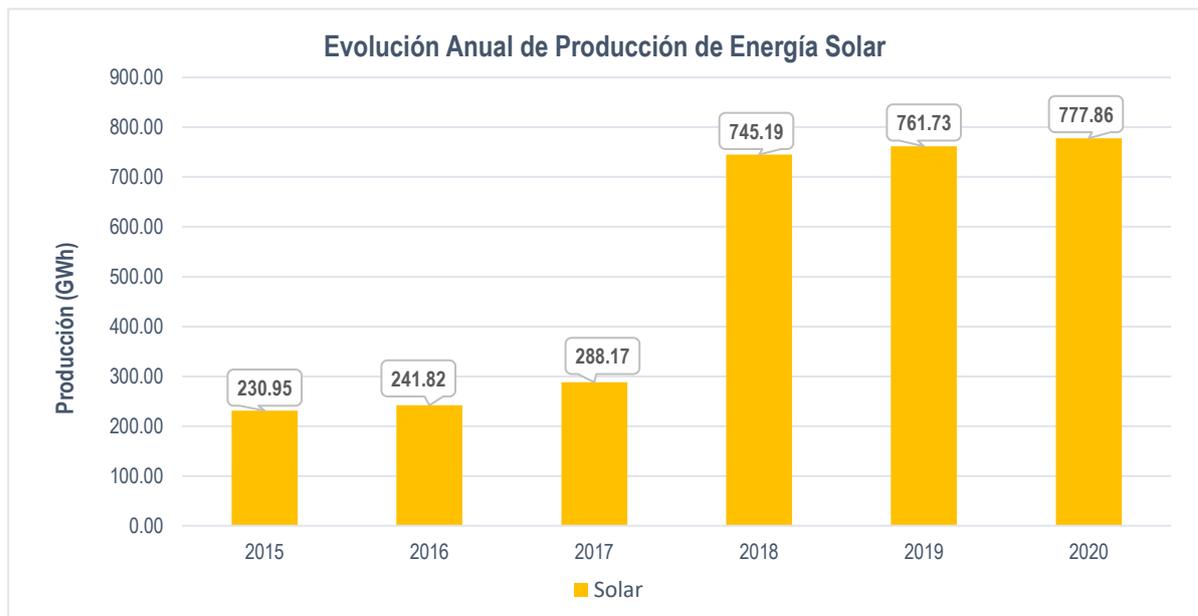
En el 2010 se aprobó la Política Energética Nacional del Perú 2010 – 2040, esta hace énfasis en promover la inversión privada, pero teniendo en cuenta los impactos sociales y ambientales para minimizarlos, así como incentiva los mercados energéticos, la eficiencia energética y el desarrollo de energía renovables. Lineamientos sobre los cuales deberían seguir poniéndose esfuerzos para lograr mejores resultados en gestión energética. El Objetivo N°1 de la política enfatiza que se debe:

Contar con una matriz energética diversificada, con énfasis en las fuentes renovables y la eficiencia energética. Uno de los puntos claves que se debe promover el uso intensivo y eficiente de las fuentes de energías renovables convencionales y no convencionales; así como la generación distribuida. (MINEM, 2010, pág. 2)

Como se puede observar en la Figura 18, la generación con energía solar ha ido creciendo en los últimos años, no obstante respecto a la Generación total del Perú aún no tiene gran presencia (ver Figura 19).

Figura 18

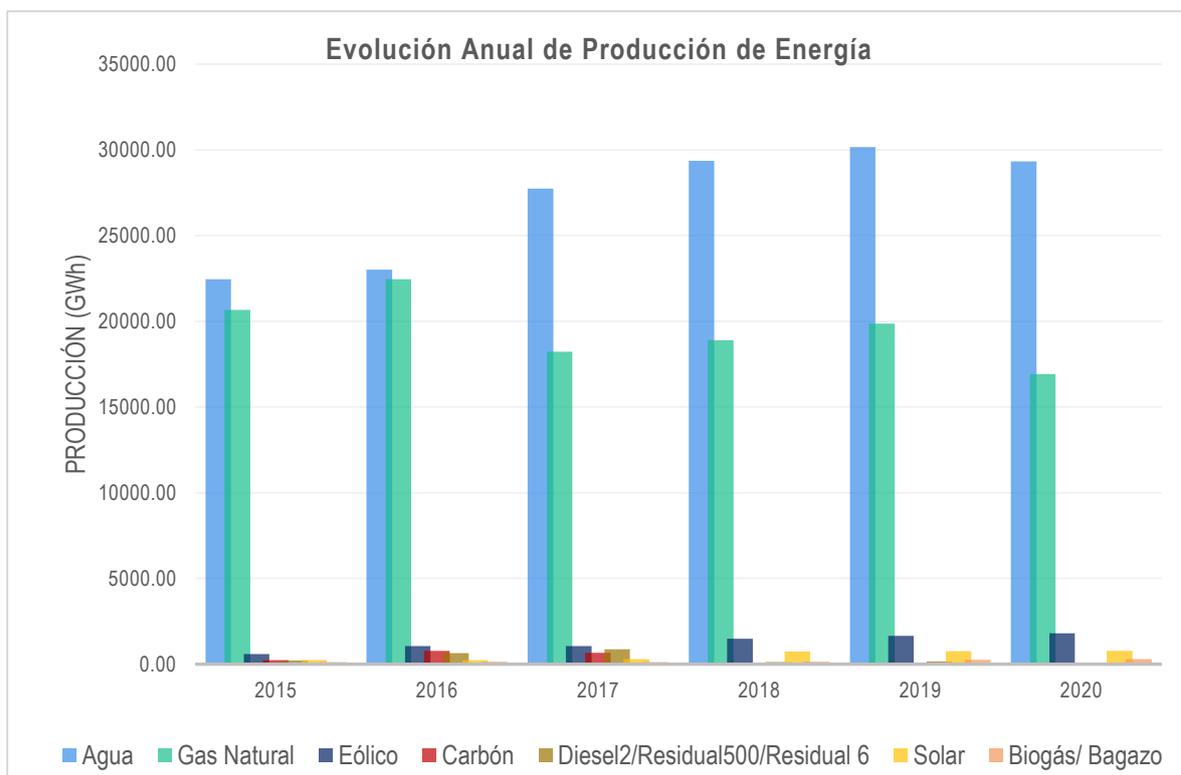
Generación de Energía Solar en el Perú del 2015 – 2020



Nota. Elaboración propia en base a la información obtenida del COES (2021).

Figura 19

Generación de Energía Total del 2015 – 2020



Nota. Elaboración propia en base a la información obtenida del COES (2021).

2.2.6.3. Agenda 2030: ODS y la relación con las energías renovables

Para las personas es fundamental contar con acceso a la energía, ya que es sinónimo de afrontar grandes desafíos y oportunidades hoy en día, tales como producción de alimentos, trabajo, seguridad, cambio climático, entre otras actividades o servicios (MINAM, 2016)

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 7 (ODS 7 Energía asequible y no contaminante) según el MINAM (2016) tiene como meta al 2030 asegurar una energía accesible, íntegra y sostenible a todos por igual, como indicadores se encuentran la proporción de habitantes con acceso a electricidad, proporción de habitantes que usan combustibles fósiles y otras tecnologías limpias. Otra de sus metas al 2030 es incentivar gradualmente la proporción de energías limpias en fuentes energéticas. Y finalmente se espera que para el año 2030, se cuente con una mejor infraestructura y tecnología para ofrecer servicios energéticos sostenibles.

La ODS 11 Ciudades y comunidades sostenibles, reseña la inclusión, resiliencia y sostenibilidad en ciudades y asentamientos, con una visión de oportunidades de mejora, ya que contarían con acceso a servicios básicos, energía, un techo para vivir, transporte y más disposiciones para todos (MINAM, 2016).

Según el MINAM (2016) la ODS 12 Producción y consumo responsable, se refiere al incentivo del uso eficiente de los recursos energéticos, edificaciones verdes y de manera gradual optimizar la calidad de vida en todos los aspectos. Con este objetivo se busca lograr la eficiencia, es otras palabras no es más que producir en mayores cantidades manteniendo la calidad o incluso mejorándola, pero con menos recursos a trabajar. Por ende, los ingresos de las actividades económicas aumentarían, degradando menos recursos y disminuyendo la contaminación en todos los procesos del ciclo de vida.

La ODS 13 Acción por el clima, indica tomar acciones urgentes para neutralizar las consecuencias del cambio climático, tales como las emisiones de GEI. Gradualmente las personas se van sumando al uso de energías limpias u otras alternativas para reducir los gases de efecto invernadero, trabajando mano a mano rumbo a una economía en carbono cero (MINAM, 2016).

2.3. Definición de términos básicos

Recursos Energéticos Renovables: referente a fuentes de energía limpia, capaces de renovarse naturalmente a lo largo del tiempo y que aparentemente son inagotables (Osinergmin, 2019).

Energía Solar: recurso renovable que se capta de la radiación solar (Enel, 2018).

Radiación Solar: energía generada por el sol (Perpiñán, 2020).

Irradiación Solar: magnitud que mide la energía solar que incide en la superficie durante un tiempo, se expresa en Wh/m² (Perpiñán, 2020).

Hora Solar Pico (HPS): cantidad de horas que representa la energía solar captada en un 1 m² de superficie, equivalente a 1kW/m² (Ladrón de Guevara, s.f).

Paneles Solares: Schmerler et al. (2019) menciona que está formado por células o cédulas fotovoltaicas, es un dispositivo que tiene como finalidad la transformación de la radiación solar en energía eléctrica.

Arreglo: conjunto de paneles solares o módulos fotovoltaicos que forma parte de un sistema fotovoltaico según Wildlife Conservation Society (WCS, 2015).

Inversor: De acuerdo a dispositivo que realiza la conversión de corriente continua (DC) generada de los paneles solares a corriente alterna (CA) (Huawei Technologies, 2019).

Gases de Efecto Invernadero (GEI): Emisiones resultantes de las actividades o servicios a la que se dedica una empresa o individuo (Ministerio para la Transición Ecológica, 2017).

Huella de Carbono: Indicador ambiental que ese expresa en tCO₂eq, misma que representa a los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por las actividades o servicios de una empresa o individuo (Red Española de Ciudades por el Clima, 2017).

Potencial de calentamiento Global (PCG): “Factor que describe el impacto de la fuerza de radiación (grado de daño a la atmosfera) de una unidad de un determinado GEI en relación a una unidad de CO₂” (Ministerio para la Transición Ecológica, 2017, p.4).

Dióxido de carbono equivalente (CO₂eq): Término referido para medir otros GEI sobre su potencial de calentamiento global igual a 1, esto se debe a que el CO₂ es el GEI con mayor impacto significativo influyente en el aumento de temperatura del planeta, resultando así el cálculo de las emisiones de GEI en función a este gas (IPCC, 2018).

Emisiones de CO₂eq: Es referente a una escala muy utilizada para comparar las emisiones de distintos GEI (IPCC, 2018).

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

3.1. Determinación y análisis del problema

Actualmente el distrito de San Juan de Lurigancho cuenta con un sistema de abastecimiento de energía eléctrica tradicional a cargo de la empresa distribuidora Enel, la cual consigue como fuente de energía eléctrica esencialmente de centrales hidroeléctricas y térmicas que generan un desequilibrio ecológico aportando al ambiente un significativo aporte de gases de efecto invernadero.

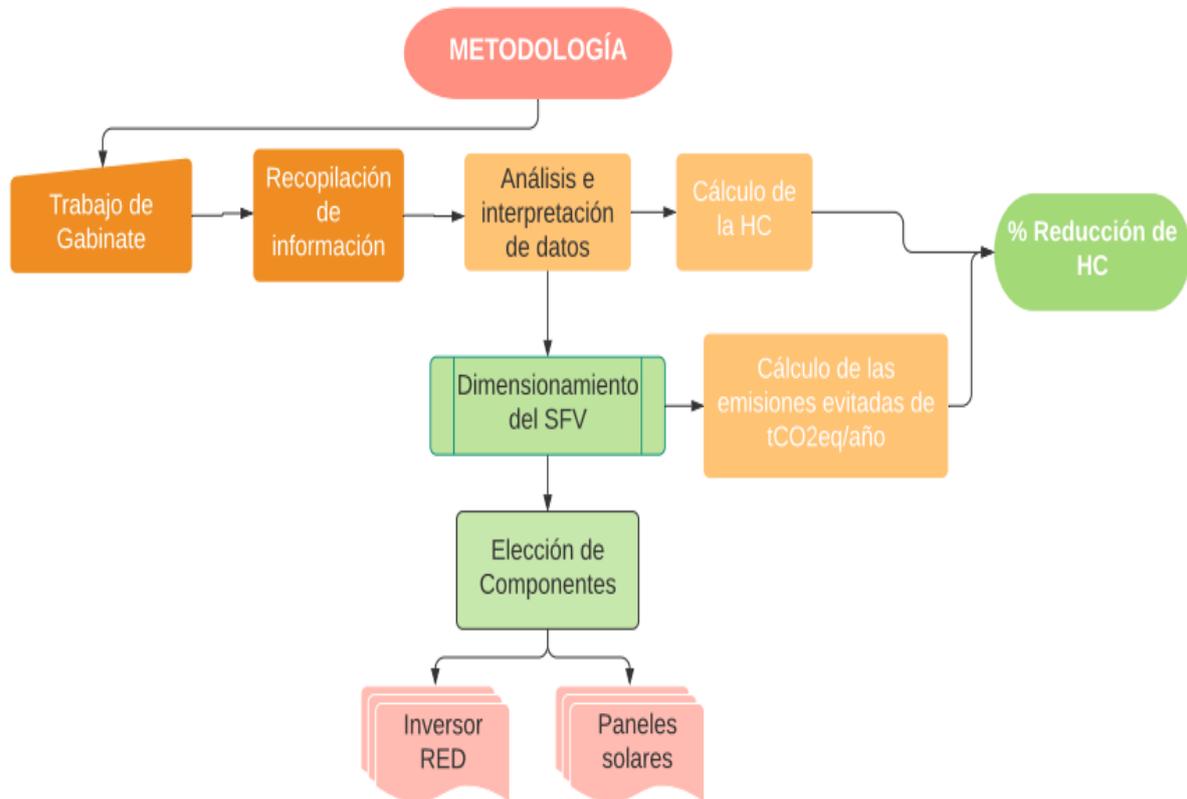
La finalidad es generar energía mediante un sistema fotovoltaico que tiene como fuente la energía solar, teniendo en cuenta el sistema tradicional para el abastecimiento energético sumado a la propuesta de implementar sistemas fotovoltaicos, se podría hablar de un sistema híbrido, es decir, que ambas fuentes de energía se complementen, con la energía renovable se busca abastecer un 20% del consumo total. A modo de poder aplicar las fórmulas y criterios, en este presente trabajo vamos a dimensionar un SFV para la municipalidad de San Juan de Lurigancho. Así se constataría el cumplimiento de la Resolución Ministerial N°217-2013-MINAM Programa de Promoción del Uso de Gas Natural (GNV) y Paneles Solares en Instituciones Públicas, que forma parte del Decreto Supremo N°009-2009-MINAM Medidas de Eco eficiencia para el Sector Publico que permitirán mejorar la calidad energética. Cabe recalcar que la metodología propuesta se puede aplicar en todo tipo de establecimiento, teniendo en cuentas a los edificios públicos y privados de cualquier rubro, así como viviendas.

3.2. Modelo de solución propuesto

El presente trabajo se realizó de acuerdo a la metodología que se detalla en el diagrama de la Figura 20.

Figura 20

Flujo grama del modelo de solución propuesto



3.2.1. Trabajo de gabinete

Para el presente trabajo se realizó la recopilación de fuentes bibliográficas para realizar los cálculos del dimensionamiento del sistema fotovoltaico y referencias para el cálculo de la Huella de Carbono mencionadas en los antecedentes.

3.2.2. Recopilación de información

La información disponible y necesaria para este trabajo de investigación fue la siguiente:

- Data del consumo energético en kWh de la municipalidad de San Juan de Lurigancho. Se obtuvieron los datos de los recibos de luz del mes de junio del año 2020 al mes de julio del año 2021.

- Data de la hora pico solar (HPS), esta información es importante debido a que la cantidad de radiación que permitirá el abastecimiento al sistema fotovoltaico. Para la obtención de la HSP se descargó de la página *NASA POWER | Prediction Of Worldwide Energy Resource*.
- Condiciones óptimas para una correcta instalación, tales como área disponible y libre de sombras en el techo.

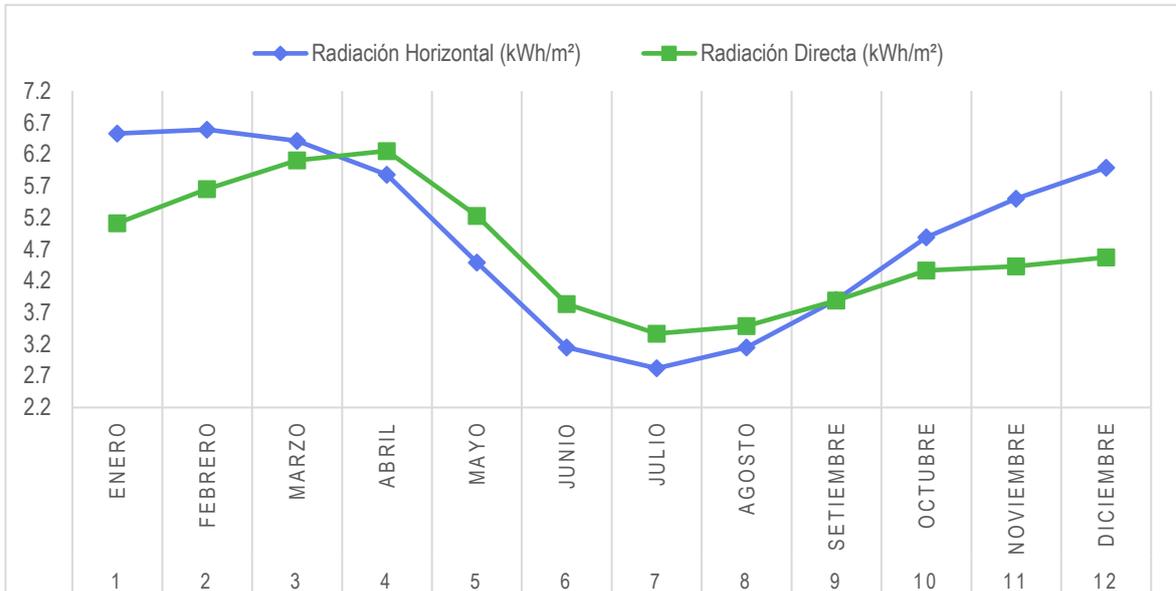
3.2.3. Análisis e interpretación de datos

La radiación solar expresada en hora solar pico se obtuvo de la plataforma de *NASA POWER | Prediction Of Worldwide Energy Resource* para Municipalidad de San Juan de Lurigancho. Para optimizar la radiación, se procede a multiplicar por el factor de inclinación, obtenido de los cálculos con la radiación horizontal y el ángulo de declinación del sol promedio para la respectiva latitud y longitud de la zona de estudio (ver Anexo 4). En la Tabla 5 se observa la radiación diaria optimizada, para este caso se utilizó el método del peor mes, es decir se trabaja con la radiación mínima en todo el año, siendo esta 3,17 kWh/m².

Tabla 5

Radiación Promedio Diaria en kWh/m²

Nº	Mes	Nº Días	Factor de inclinación	Radiación Horizontal [kWh/ (m ² . día)]	Radiación Directa [kWh/ (m ² . día)]
1	Enero	31	0,783	6,53	5,11
2	Febrero	28	0,858	6,59	5,65
3	Marzo	31	0,952	6,41	6,11
4	Abril	30	1,064	5,88	6,25
5	Mayo	31	1,165	4,49	5,23
6	Junio	30	1,218	3,15	3,84
7	Julio	31	1,194	2,82	3,37
8	Agosto	31	1,107	3,15	3,49
9	Setiembre	30	0,998	3,9	3,89
10	Octubre	31	0,893	4,89	4,36
11	Noviembre	30	0,806	5,5	4,43
12	Diciembre	31	0,763	5,99	4,57
PROMEDIO ANUAL					4,69
MINIMO					3,37

Figura 21*Radiación horizontal & Radiación directa*

Los consumos de energía mensual que se obtuvieron del recibo de luz de la municipalidad, para un mejor entendimiento los datos en kWh se organizaron en la Tabla 6.

Tabla 6

Consumo mensual de energía convencional en la Municipalidad de San Juan de Lurigancho

Nº	Año	Mes	Consumo mensual (kWh)
1	2020	Julio	5208,40
2	2020	Agosto	4921,20
3	2020	Setiembre	5868,80
4	2020	Octubre	6710,40
5	2020	Noviembre	6229,60
6	2020	Diciembre	7030,80
7	2021	Enero	6451,60
8	2021	Febrero	7655,60
9	2021	Marzo	7693,60
10	2021	Abril	8256,00
11	2021	Mayo	6602,80
12	2021	Junio	6186,00
Consumo promedio mensual			6567,90
Consumo promedio diario			218,93

3.2.4. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

3.2.4.1. Elección de componentes

- Paneles Solares: Los paneles solares serán de la marca Jinko del modelo JKM400M-72H con una potencia de 400 W. En el anexo 5 se adjunta la Ficha técnica.
- Inversor RED: El inversor seleccionado es de la marca Fronius del modelo Fronius Sysmo 15-3-M con una potencia de 15 kW. En el anexo 6 se adjunta la Ficha técnica.

3.2.4.2. Cálculo del número de paneles

Para el correcto dimensionamiento se trabajó con la energía promedio diaria que se desea abastecer, siendo en este caso 218,93 kWh; de este valor se planteó abastecer el 20% con energía solar fotovoltaica, resultando un total de 43,79 kWh. Estos datos se obtuvieron de un intervalo de un año del mes de julio del año 2020 al mes de junio del año 2021 de los recibos de luz para la municipalidad de San Juan de Lurigancho.

Contando con la información del consumo mensual en kWh (ver tabla 6) el diseño debe abastecer el 43,79 kWh que representa un 20% del promedio diario del consumo energético. Partiendo de esta información se empezó a calcular el número de paneles para cubrir la demanda con la siguiente ecuación.

$$N_{\text{paneles}} = \frac{E_{\text{diaria}}}{P_{\text{panel}} \times HSP \times n_{\text{inversor}} \times n_{\text{sistema}}}$$

Donde:

E_{diaria} : Energía promedio diario que abastece al establecimiento, en este caso se va a trabajar con el 20% de la energía diaria (kWh).

P_{panel} : Potencia del panel solar (kW)

HSP : Hora solar pico (kWh/m²)

n_{inversor} : Eficiencia del inversor (%)

n_{sistema} : Eficiencia del sistema (%)

El 88% es la eficiencia del sistema para asegurar la cantidad de paneles y en el caso de la eficiencia del inversor se va a trabajar con una eficiencia del 99%. Entonces reemplazando los datos se tiene:

$$N_{\text{paneles}} = \frac{43,79}{0,4 \times 3,37 \times 99\% \times 88\%}$$

$$N_{\text{paneles}} = 37,29$$

3.2.4.3. Potencia de entrada por arreglo solar

Como resultado se tiene que el número de paneles requeridos es de 37,29 es decir se va a requerir un total de 38 paneles solares. Los datos que a continuación se muestran, tales como, intensidad, voltaje y tensión son obtenidos de la ficha técnica del panel solar e inversor de red (Ver anexos 5 y 6). Seguidamente se calcula la potencia que va a ingresar al inversor con la siguiente ecuación:

$$\text{Potencia de entrada} = V_{mp} \times I_{mp} \times N_{\text{paneles}}$$

Donde:

V_{mp} : Voltaje de máxima potencia del panel (V).

I_{mp} : Intensidad de máxima potencia del panel (A).

N_{paneles} : Número de paneles a instalar.

$$\text{Potencia de entrada} = 41,7 \times 9,60 \times 38$$

$$\text{Potencia de entrada} = 15212,16 \text{ W}$$

$$\text{Potencia de entrada} = 15,212 \text{ kW}$$

Como siguiente paso se va a realizar el arreglo del sistema fotovoltaico

a. Número de paneles en serie

$$\text{Tensión de ingreso del inversor} > V_{mp} \times \text{Paneles en serie}$$

$$800 > 41,7 \times \text{Paneles en serie}$$

$$19,19 > \text{Paneles en serie}$$

b. Número de paneles en paralelo

$$\text{Corriente de ingreso del inversor} > I_{mp} \times \text{Paneles en paralelo}$$

$$19,20 > 9,6 \times \text{Paneles en paralelo}$$

$$2 > \text{Paneles en paralelo}$$

Para cumplir estos requisitos del arreglo se debe conectar 2 filas de paneles en paralelo y cada fila tendrá 19 paneles en serie. El sistema fotovoltaico contará con un total de 38 paneles solares de 400 W, las cuales van a generar corriente continua, esta al pasar por el inversor de 15 kW se va a transformar en corriente alterna. Esta corriente va a pasar por un tablero eléctrico para finalmente abastecer el 20% del consumo energético.

3.2.5. Generación de energía solar

Se cuantifica la generación mensual del sistema solar fotovoltaico (SFV) con la siguiente fórmula:

$$\text{Generación mensual del SFV (kWh)} = P_{GF} \times HSP \times n_{inversor} \times n_{sistema} \times N_{mes}$$

Donde:

P_{GF} : Potencia instalada del generador fotovoltaico

HSP : Hora solar pico

N_{mes} : Número de días del mes

$n_{inversor}$: Eficiencia del inversor

$n_{sistema}$: Eficiencia del sistema

La eficiencia del inversor es 0,9, la eficiencia del sistema es 0,88 y la HSP para San Juan de Lurigancho es de 3,37 kWh/m², ya que se está trabajando con el método del peor mes. De acuerdo al dimensionamiento y elección de componentes resulta 38 paneles solares de la marca Jinko de 400W, con una potencia total del sistema fotovoltaico de 15 kW.

Para conocer el ahorro mensual existente por el uso de los paneles solares solo se procede a multiplicar el costo de kWh por la generación de energía solar. De acuerdo a pliego tarifario para esta zona el costo por kWh es de S/. 0,2877.

Tabla 7

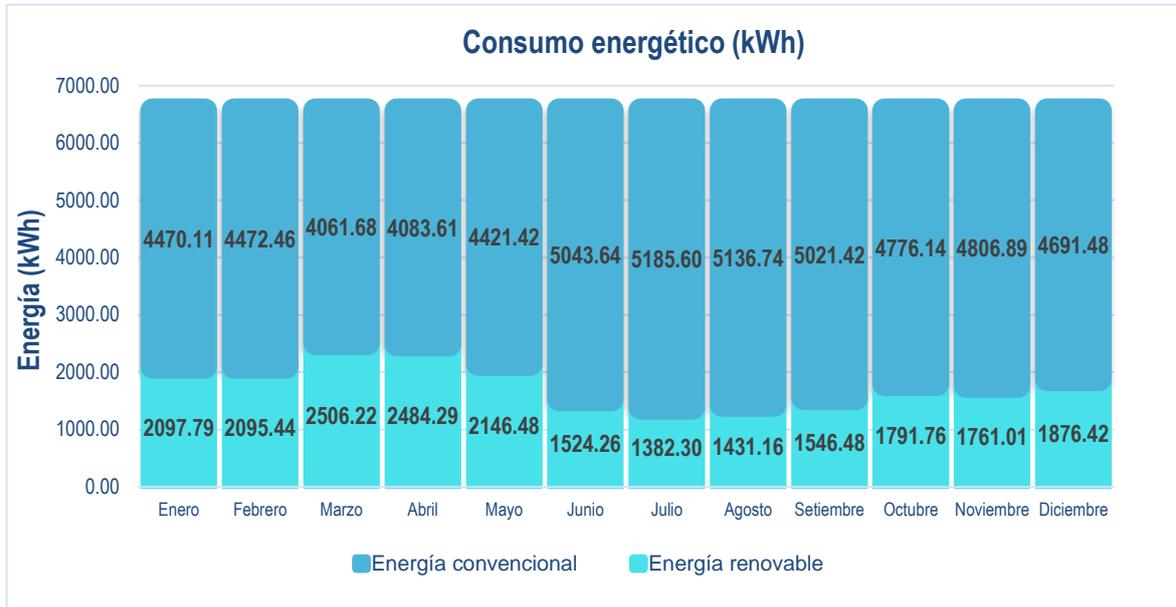
Generación de energía y ahorro económico del SFV

Ítem	Mes	Nº Días	Generación del SFV (kWh)	Ahorro Mensual S/.
1	Enero	31	2.097,79	S/ 603,54
2	Febrero	28	2.095,44	S/ 602,86
3	Marzo	31	2.506,22	S/ 721,04
4	Abril	30	2.484,29	S/ 714,73
5	Mayo	31	2.146,48	S/ 617,54
6	Junio	30	1.524,26	S/ 438,53
7	Julio	31	1.382,30	S/ 397,69
8	Agosto	31	1.431,16	S/ 411,75
9	Setiembre	30	1.546,48	S/ 444,92
10	Octubre	31	1.791,76	S/ 515,49
11	Noviembre	30	1.761,01	S/ 506,64
12	Diciembre	31	1.876,42	S/ 539,85
Total al año			22.643,62	S/ 6.514,57

En un año se generaría un ahorro de S/. 6.514,57 por el uso de energías eco amigables con el planeta, siendo en este caso, la energía solar fotovoltaica. En la Figura 22 se observa el aporte de energía renovable con el sistema fotovoltaico, en este caso dimensionado para lograr abastecer el 20% del suministro eléctrico la municipalidad de San Juan de Lurigancho. La generación anual de energía del sistema fotovoltaico resulta 22.643,62 kWh.

Figura 22

Proyección de abastecimiento con energía convencional y energía renovable



3.2.6. Cálculo de la Huella de Carbono

Para el cálculo de la huella de carbono se va a utilizar los lineamientos del Protocolo de GEI. De acuerdo al protocolo el Alcance 2 está referido al uso de electricidad de la organización. Como factor de emisión de tCO₂eq se tiene en cuenta el factor establecido por el NAMA “Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación” en los sectores de energía y uso final en el Perú.

Tabla 8

Factor de emisión del dióxido de carbono equivalente

Tipo de combustible	Factor de emisión (tCO ₂ eq/kWh)
Electricidad	0,000447

Nota. Obtenido del MINEM (2018).

Contando con la producción mensual de energía renovable en kWh se cuantifica la cantidad de emisiones evitadas en tCO₂eq, multiplicando por factor de emisión (ver Tabla 8). El mismo proceso se repite con el consumo de energía convencional.

Tabla 9*Emisiones de CO₂eq por consumo de energía eléctrica*

Ítem	Mes	Nº Días	Consumo mensual (kWh)	Emisiones tCO ₂ eq mensual	Generación mensual del SFV (kWh)	Emisiones evitadas tCO ₂ eq mensual
1	Enero	31	6567,90	2,94	2097,79	0,94
2	Febrero	28	6567,90	2,94	2095,44	0,94
3	Marzo	31	6567,90	2,94	2506,22	1,12
4	Abril	30	6567,90	2,94	2484,29	1,11
5	Mayo	31	6567,90	2,94	2146,48	0,96
6	Junio	30	6567,90	2,94	1524,26	0,68
7	Julio	31	6567,90	2,94	1382,30	0,62
8	Agosto	31	6567,90	2,94	1431,16	0,64
9	Setiembre	30	6567,90	2,94	1546,48	0,69
10	Octubre	31	6567,90	2,94	1791,76	0,80
11	Noviembre	30	6567,90	2,94	1761,01	0,79
12	Diciembre	31	6567,90	2,94	1876,42	0,84
Total al año			78814,80	35,23	22643,62	10,12

3.2.7. Análisis económico

Se realizó la cotización de los componentes del sistema fotovoltaico con proveedores confiables del mercado de energía solar. Siendo necesario la suma de \$ 20.257,04 para implementar el sistema solar fotovoltaico.

Tabla 10*Cotización de componentes y accesorios*

Nº	DESCRIPCION	UND	CANT.	P. UNIT. USD \$	P. PARCIAL USD \$
1	Módulo solar Jinko JKM400M-72H de 400 Wp, Mono 72 celdas	UNID	38	\$ 200,00	\$ 7.600,00
2	Inversor conectado a red, Fronius Symo Modelo SYMO 15.0-3-M, 15kW	UNID	1	\$ 4.867,98	\$ 4.867,98
3	PV BOX DC	UNID	1	\$ 79,00	\$ 79,00
4	Tablero de integración AC	UNID	1	\$ 60,00	\$ 60,00
5	Estructura para módulos, para techo	UNID	1	\$ 3.010,00	\$ 3.010,00
6	Accesorios de integración SODs, ITMS, cables (20 metros al tablero gral)	SET	1	\$ 250,00	\$ 250,00

N°	DESCRIPCION	UND	CANT.	P. UNIT. USD \$	P. PARCIAL USD \$
7	Instalación de estructura y equipos, no incluye transporte y viáticos	SET	1	\$ 1.300,00	\$ 1.300,00
				SUB TOTAL	\$ 17.166,98
				IGV (18%)	\$ 3.090,06
				TOTAL	\$ 20.257,04

La propuesta de implementación del sistema fotovoltaico de 15,2 kWp se encuentra valorizado en \$ 20.257,04. Teniendo el valor de la inversión se procede a realizar el análisis económico que permitirá evaluar la viabilidad del proyecto propuesto en la Municipalidad de San Juan de Lurigancho. Los indicadores necesarios para este estudio económico son:

- VAN Valor Actual Neto: referente al flujo de caja del capital que ingresa y el monto que se invierte.
- TIR Tasa Interna de Retorno: referido al porcentaje que valora la viabilidad de un proyecto, la resultante debe ser mayor al 12%.

Se ejecuta las siguientes fórmulas:

$$\bullet \quad VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+r)^t} - I$$

$$\bullet \quad 0 = \sum_{t=0}^n \frac{Ft}{(1+TIR)^t} - I$$

Ft: Beneficio neto del flujo anual

I: Inversión inicial

r: Tasa de descuento

t: Tiempo o periodo

n: Número de año

Para facilitar el cálculo de los indicadores se puede acudir a las fórmulas financieras de Excel, VNA y TIR. Con el motivo de validar los resultados se utilizó un simulador para su respectivo cálculo (ver Anexo 7 y 8), teniendo en cuenta el periodo de vida de 25 años del sistema fotovoltaico señalado en las fichas técnicas

del componente optado. De solicitarse un préstamo bancario la tasa promedio es del 10%.

El costo de energía eléctrica por cada kWh es de S/. 0,2873 de acuerdo al recibo de luz de Enel y el pliego tarifario como indica Osinergmin (2021). López (2019) menciona que la tasa de crecimiento anual en el costo de energía convencional es de S/. 0.0339. Una vez definido estos datos se plasmó el incremento de costos de energía convencional por kWh, el ahorro anual y los ingresos generados por el sistema fotovoltaico propuesto.

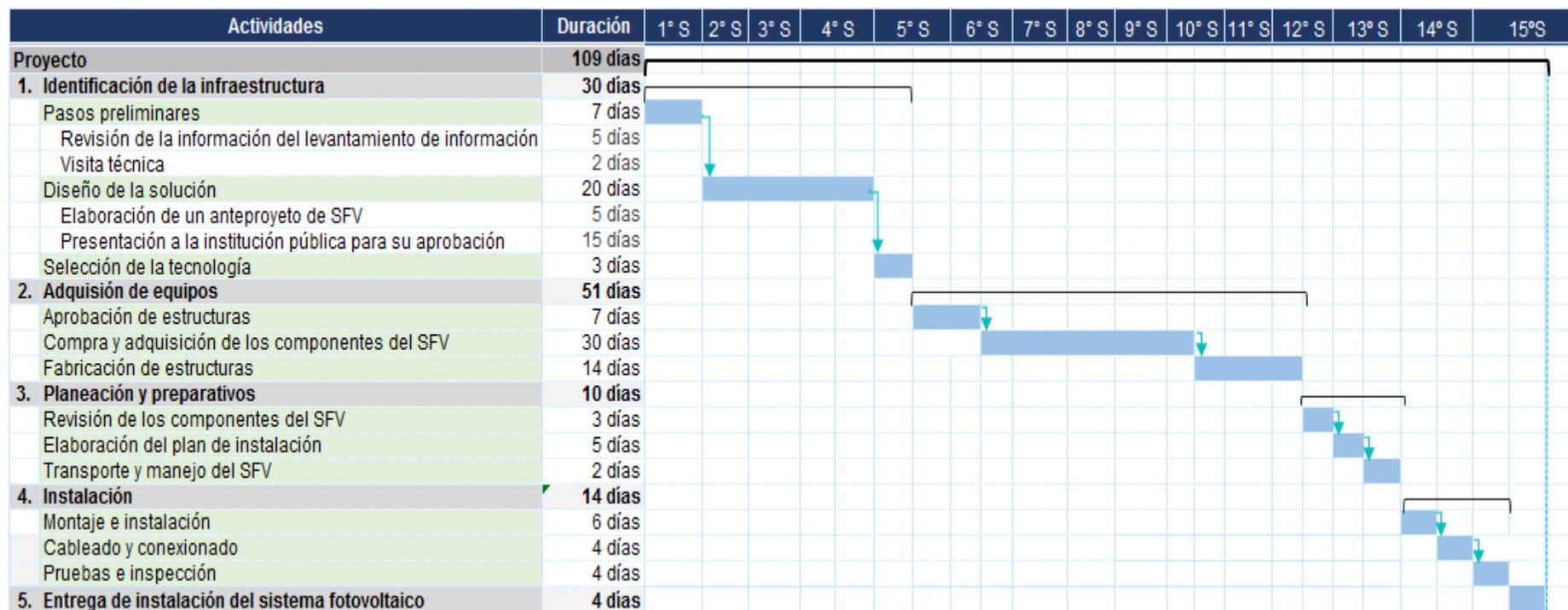
Tabla 11

Cálculo del VAN y TIR de la propuesta de implementación de SFV

Año	Costo por KWh	Ahorro anual en KWh	Ingresos	Egresos	Flujo de caja acumulado
0	-	-	-	S/ 83.053,86	S/ -83.053,86
1	S/ 0,29	22643,62	S/ 6.505,51	-	S/ 6.505,51
2	S/ 0,32	22643,62	S/ 7.273,13	-	S/ 7.273,13
3	S/ 0,36	22643,62	S/ 8.040,75	-	S/ 8.040,75
4	S/ 0,39	22643,62	S/ 8.808,37	-	S/ 8.808,37
5	S/ 0,42	22643,62	S/ 9.575,99	-	S/ 9.575,99
6	S/ 0,46	22643,62	S/ 10.343,61	-	S/ 10.343,61
7	S/ 0,49	22643,62	S/ 11.111,23	-	S/ 11.111,23
8	S/ 0,52	22643,62	S/ 11.878,84	-	S/ 11.878,84
9	S/ 0,56	22643,62	S/ 12.646,46	-	S/ 12.646,46
10	S/ 0,59	22643,62	S/ 13.414,08	S/19.958,7	S/ -6.544,62
11	S/ 0,63	22643,62	S/ 14.181,70	-	S/ 14.181,70
12	S/ 0,66	22643,62	S/ 14.949,32	-	S/ 14.949,32
13	S/ 0,69	22643,62	S/ 15.716,94	-	S/ 15.716,94
14	S/ 0,73	22643,62	S/ 16.484,56	-	S/ 16.484,56
15	S/ 0,76	22643,62	S/ 17.252,18	-	S/ 17.252,18
16	S/ 0,80	22643,62	S/ 18.019,80	-	S/ 18.019,80
17	S/ 0,83	22643,62	S/ 18.787,41	-	S/ 18.787,41
18	S/ 0,86	22643,62	S/ 19.555,03	-	S/ 19.555,03
19	S/ 0,90	22643,62	S/ 20.322,65	-	S/ 20.322,65
20	S/ 0,93	22643,62	S/ 21.090,27	-	S/ 21.090,27
21	S/ 0,97	22643,62	S/ 21.857,89	-	S/ 21.857,89
22	S/ 1,00	22643,62	S/ 22.625,51	-	S/ 22.625,51
23	S/ 1,03	22643,62	S/ 23.393,13	-	S/ 23.393,13
24	S/ 1,07	22643,62	S/ 24.160,75	-	S/ 24.160,75
25	S/ 1,10	22643,62	S/ 24.928,37	-	S/ 24.928,37
Tasa de interés		0,10		VAN	S/ 19.716,18
n		25		TIR	12,30%

Figura 23

Cronograma de actividades de la propuesta de SFV en la Municipalidad de San Juan de Lurigancho



En el cronograma se estima 109 días, es decir 3 meses y 20 días, para culminación de los procesos y actividades relacionados al Sistema Fotovoltaico de la Municipalidad de San Juan de Lurigancho.

3.3. Resultados

Figura 24

Hoja de dimensionamiento de un SFV conectado a red para la Municipalidad de SJL

HOJA DE DIMENSIONAMIENTO SFV			
SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED PARA LA MUNICIPALIDAD			
LOCALIDAD SAN JUAN DE LURIGANCHO			
CONSUMO DE ENERGÍA MENSUAL	6567,90 kWh/mes	LATITUD	-6,20267
CONSUMO DE ENERGÍA DIARIA	218930,00 Wh/día	LONGITUD	-76,15775
CONSUMO A INSTALAR (20%)	43,79 KWh/día		

ARREGLO SOLAR POR INVERSOR			
Ángulo de inclinación	15 NORTE		
Jinko Solar Wp	400		
Voltaje OC del módulo	49,8		
Voltaje MPP del módulo	41,7		
Corriente a potencia máx	9,60		
Factor de reducción Voc	-0,29 %/°C		
Cantidad de paneles			
Serie	19		
Paralelo	2		
Total	38		
Potencia total	15200		
	T° ambiente		
Voltaje mínimo arreglo	38 °C	756,62826	
Voltaje nominal del arreglo	25 °C	792,3	
Voltaje máximo del arreglo	5 °C	847,1796	
Área x Módulo	2,52 m2		
Total de módulos	38		
Área Solar por inversor	95,76 m2		
Capacidad del sistema	15200 Wp		
Área Solar del sistema	95,76 m2		
Peso del Arreglo	855 kg		

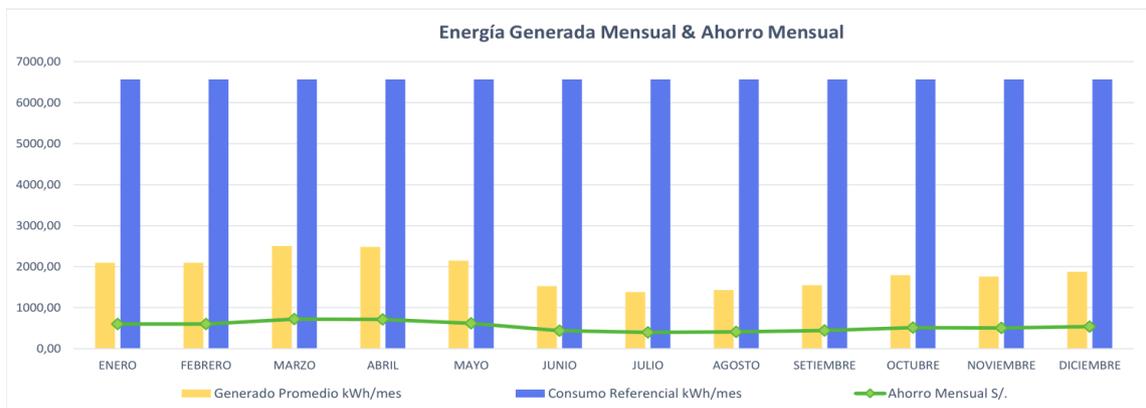
INVERSOR	
MODELO	SYMO 15.0-3-M
Potencia máz. Recomendada	15000
Potencia del arreglo	15200
Exceso/Déficit Arreglo	200
Exceso/Déficit Arreglo	1%
Tensión mínima de entrada	-
Rango Vmp min	320
Rango Vmp máx	900
Tensión máxima de entrada	1000
Corriente Máx. Inversor 1PV	33
Entradas del inversor	2
Corriente Total del inversor	19,2
Corriente max total PV inversor	51
Potencia máxima de salida	15000
Potencia de salida	15000
Entradas del inversor	2
Eficiencia del inversor	99%
Eficiencia del sistema	88%
Cantidad	Sistema 1

PERFORMANCE DEL SISTEMA

COSTO PROMEDIO x kWh S/.

0,2877

Mes	Factor Inclinación []	Radiación Horizontal (kWh/m²)	Radiación Directa (kWh/m²)	Generado Promedio kWh/día	Generado Promedio kWh/mes	Consumo Referencial kWh/mes	Ahorro Mensual S/.	F. Cobertura
ENERO	0,783	6,53	5,11	67,67	2097,79	6567,90 S/	603,54	31,94%
FEBRERO	0,858	6,59	5,65	74,84	2095,44	6567,90 S/	602,86	31,90%
MARZO	0,952	6,41	6,11	80,85	2506,22	6567,90 S/	721,04	38,16%
ABRIL	1,064	5,88	6,25	82,81	2484,29	6567,90 S/	714,73	37,82%
MAYO	1,165	4,49	5,23	69,24	2146,48	6567,90 S/	617,54	32,68%
JUNIO	1,218	3,15	3,84	50,81	1524,26	6567,90 S/	438,53	23,21%
JULIO	1,194	2,82	3,37	44,59	1382,30	6567,90 S/	397,69	21,05%
AGOSTO	1,107	3,15	3,49	46,17	1431,16	6567,90 S/	411,75	21,79%
SEPTIEMBRE	0,998	3,9	3,89	51,55	1546,48	6567,90 S/	444,92	23,55%
OCTUBRE	0,893	4,89	4,36	57,80	1791,76	6567,90 S/	515,49	27,28%
NOVIEMBRE	0,806	5,5	4,43	58,70	1761,01	6567,90 S/	506,64	26,81%
DICIEMBRE	0,763	5,99	4,57	60,53	1876,42	6567,90 S/	539,85	28,57%
PROMEDIO	0,98	4,94		62,13	F.cobertura	28,73% S/	6.514,57	

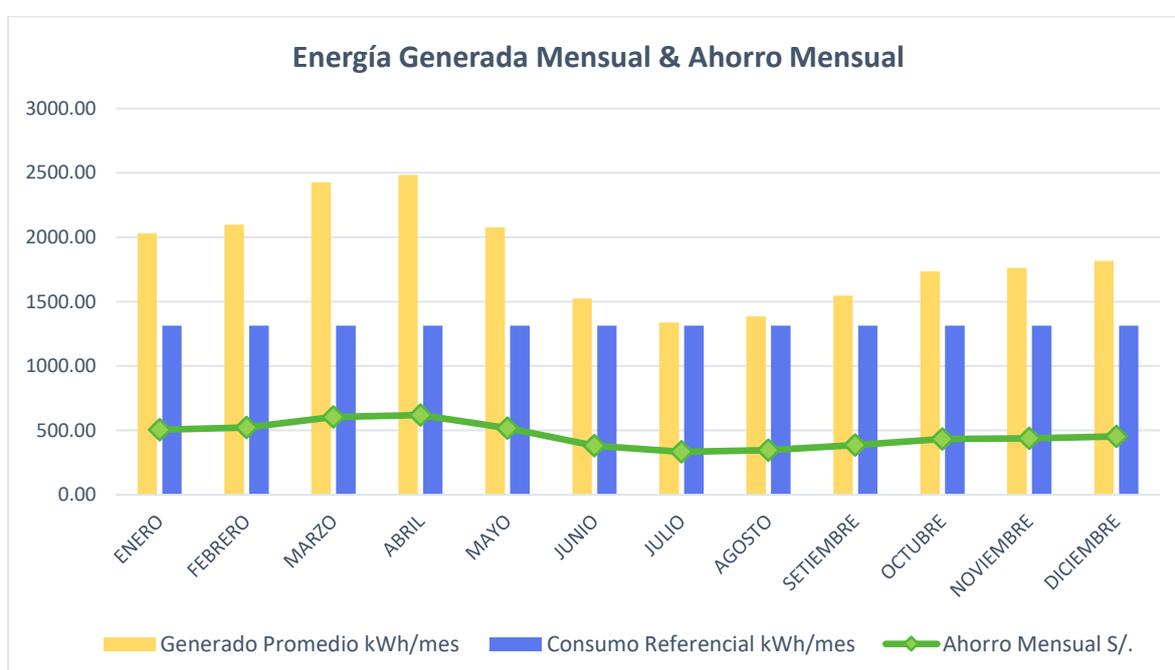


En la Figura 24 se detalla los equipos propuestos y un resumen de los cálculos del dimensionamiento SFV para abastecer en un 20% el suministro eléctrico de la municipalidad de San Juan de Lurigancho.

Con el diseño presentado del sistema fotovoltaico de 15,2 kW compuesto por 38 paneles solares de 400W se pretende abastecer en promedio 1.886,97 kWh mensualmente y una generación anual de energía limpia de 22.643,62 kWh con un ahorro de S/. 6.514,57 al año.

Figura 25

Energía generada & Ahorro mensual

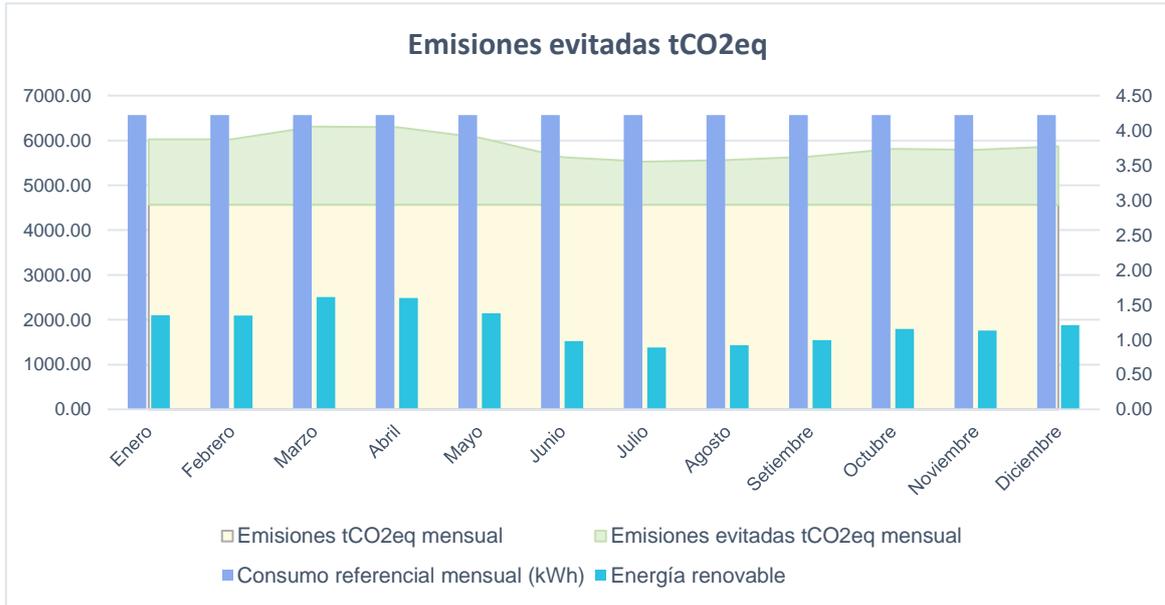


De acuerdo a la metodología de Protocolo de GEI y al factor de emisión para el alcance 2 relacionado al uso de electricidad siendo 0,000447 tCO₂eq/kWh, en un año la municipalidad de San Juan de Lurigancho emite 35,23 toneladas de CO₂eq respecto al consumo de electricidad con energía convencional.

Las emisiones de tCO₂eq son directamente proporcional al uso de energía convencional de la red eléctrica e inversamente proporcional al uso de energía limpia, es decir a mayor generación de energía limpia menor será el uso de energía tradicional y por ende se logra una reducción en las emisiones de tCO₂eq

Figura 26

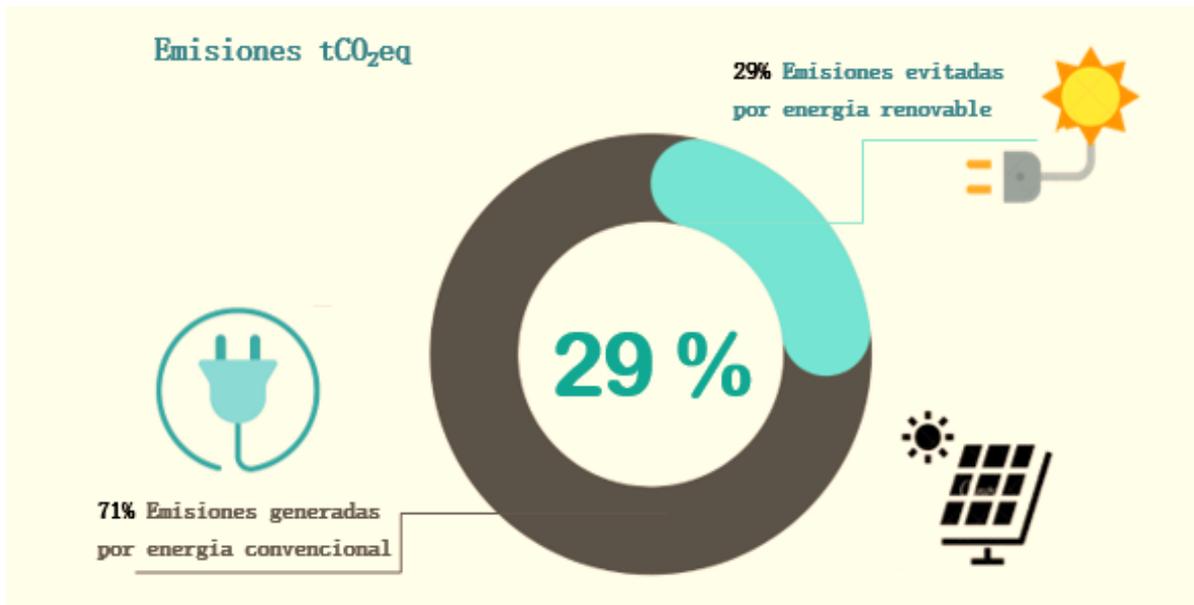
Variación de emisiones de tCO₂eq



Con la propuesta de diseño del sistema fotovoltaico la proyección de emisiones evitadas promedio mensual es de 0,84 tCO₂eq y en un año se dejarían de emitir 10,12 tCO₂eq. De esta manera la huella de carbono se reduciría en 29%.

Figura 27

Emisiones de tCO₂eq por consumo de electricidad



El análisis económico que se realizó para establecer la viabilidad de la propuesta del proyecto resultó con un VAN del S/. 19.716,18 soles en una tasa de descuento del 10% en un intervalo de 25 años.

El TIR obtenido fue de 12,30%, este porcentaje significa que la propuesta de estudio es viable.

CONCLUSIONES

- Con la finalidad de reducir la huella de carbono se concluye que es necesario el uso eficiente de recursos energéticos y se debe considerar la utilización de paneles solares en la municipalidad como alternativa de solución para la mitigar los consumos de energía de fuente tradicional y promover un sector energético más limpio. El sistema fotovoltaico propuesto de 15,2 kW con 38 paneles solares equivale al abastecimiento del 20% de energía que normalmente es suministrada con energía convencional en la Municipalidad de San Juan de Lurigancho.
- Mediante el cálculo de la energía solar fotovoltaica anual se obtuvieron los siguientes resultados, en promedio al mes se va a generar 1.886,97 kWh y al año 22.643,62 kWh. Lo mínimo que se va a generar es 1.382,30 kWh en el mes de julio, esto debido a la disminución en radiación de ese mes, a pesar de ello, se va a lograr una cobertura del 20,05%. Estos resultados indican que el sistema propuesto garantiza durante todo el año el abastecimiento del 20% de energía limpia, contribuyendo a una mejor planificación del uso de recursos energéticos en la municipalidad, aportando en la reducción de la huella de carbono y reflejando beneficios en la reducción de la facturación energética mensual.
- A través de la cuantificación y el análisis del perfil energético que se realizó de los recibos de luz de la municipalidad de San Juan de Lurigancho en el intervalo de un año (junio del 2020 a julio del 2021), trabajado en conjunto con los lineamientos del Protocolo de GEI y el factor de emisión obtenido del MINEM; se traduce al cálculo de la huella de carbono realizado que anualmente la municipalidad de San Juan de Lurigancho emite en promedio 35,23 tCO₂eq utilizando energía convencional.
- En el procesamiento y verificación de la evaluación del uso de energía fotovoltaica se concluye que el sistema fotovoltaico propuesto en la Municipalidad de San Juan de Lurigancho, proyecta un promedio mensual de emisiones evitadas de 0,84 tCO₂eq y en un año se dejarían de emitir 10,12 tCO₂eq, que representa un 29% de reducción en la huella de carbono con el uso de energía limpia en contraste de lo emitido al utilizar energía convencional.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar la propuesta del presente trabajo, ya que incentiva el aprovechamiento de los recursos energéticos renovables, en este caso enfocado a la energía solar fotovoltaica, a través de la promoción de la inversión en la generación de electricidad, originando que más edificios e instituciones se permitan un mayor ingreso de este tipo de tecnologías, forjando escenarios de sectores energéticos más limpios. Y solicitar acceso a la data necesaria para realizar la cuantificación total de la huella de carbono en la municipalidad.
- Al dimensionar un sistema fotovoltaico conectado a red se debe estar pendiente del espacio libre de la zona o el establecimiento prospecto y de la cantidad de energía se pretenda generar para beneficiarse de un ahorro energético. Se debe verificar que los paneles estén libres de sombras durante la captación de radiación solar para evitar que reduzcan la generación de energía. Así mismo, se recomienda contar con un programa mantenimiento e inspección adecuada de todos los componentes del sistema fotovoltaico.
- Realizar un portafolio de diferentes alternativas para contribuir en el desarrollo de una mejor planificación energética y el uso sostenible de los recursos energéticos con la finalidad de reducir la huella de carbono. Fomentando acciones de eco eficiencia como la reducción de uso de artefactos eléctricos o usar luz natural en aulas. Así como impulsar proyectos de investigación con recursos energéticos renovables en todos los sectores.
- Empezar una transición a equipos que tengan el etiquetado de eficiencia energética, en ejemplo los focos LED, esto en base al DS N°009-2017 MINEM el cual aprueba el Reglamento Técnico sobre Etiquetado de Eficiencia Energética.
- Estas recomendaciones se verán reflejadas significativamente de manera positiva en la disminución de la facturación mensual de energía en la Municipalidad de San Juan de Lurigancho y en todo establecimiento en que se vaya a implementar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acciona. (03 de abril de 2020). *Energías Renovables*. Obtenido de Portal web de Acciona: https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/?as_qdr=y15&_adin=02021864894
- Arias Lorenzo, D. (2018). *Determinación de la huella de carbono en las actividades administrativas correspondiente a la Municipalidad Distrital de Carmahuayo-Provincia de Junín, para controlar la emisión de gases de efecto invernadero-2018*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, Escuela de formación Profesional de Ingeniería Ambiental, Cerro de Pasco. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1806>
- Castañeda Rodriguez, A. D. (2019). *Análisis del impacto ambiental, financiero y operacional de un sistema de energía fotovoltaica en el centro comercial premier El Limonar*. Proyecto de Grado, Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali. Obtenido de <http://red.uao.edu.co//handle/10614/12265>
- ENEL. (24 de octubre de 2018). *Innovación y Sostenibilidad*. Obtenido de Portal web Enel: <https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/que-son-las-energias-renovables-y-porque-son-importantes.html>
- Gutiérrez, L. (2019). *Análisis de la huella de carbono originada por el sector hotelero en Taganga, Santa Marta*. Trabajo de investigación, Universidad El Bosque, Facultad de Ingeniería, Bogotá.
- Huawei Technologies. (23 de febrero de 2019). Obtenido de Portal web de Autosolar: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fautosolar.pe%2Fpdf%2FHuawei-SUN2000-8-12KTL.pdf&clen=532768&chunk=true>
- IPCC. (2018). Anexo I: Glosario. En J. B. Robins Mathews (Ed.), *Calentamiento global 1,5°C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C*.

- Ladrón de Guevara, J. A. (s.f). *Diseño y Cálculo de una instalación fotovoltaica aislada*. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales , Madrid.
- MINAM. (2016). *Objetivos de Desarrollo Sostenible e indicadores*. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Investigación e Información Ambiental, Lima.
- MINEM. (2010). *Aprueban la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040 - DS. N° 064-2010-EM*. Normativa Sectorial Energía, MINEM. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/normas-legales/738497-064-2010-em>
- MINEM. (2018). *Balance de Energía Nacional 2018*. Dirección General de eficiencia Energética , Área de Planeamiento Energético, Lima.
- Ministerio de Energía y Minas. (2020). *Suministro, instalación y monitoreo de ocho (08) sistemas fotovoltaicos de 3,25 kWp para el Ministerio de Energía y Minas y siete (07) universidades públicas del Perú*.
- Ministerio para la Transición Ecológica. (2017). *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización*. Oficina Española de Cambio Climático, España. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm30-479093.pdf
- Ministerio para la Transición Ecológica. (2017). *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de una mejora de una organización*. Oficina Española de CAMbio Climático, España.
- OSE. (s.f). *Enfoques metodológicos para el cálculo de la Huella de Carbono*. Observatorio de la Sostenibilidad en España. España: Estudios Gráficos Europeos, S.A.
- Perpiñán Lamigueiro, O. (2020). *Energía Solar Fotovoltaica*. España. Obtenido de <http://oscarperpinan.github.io/esf/>.

- Polo Bravo, C., Torres Muro, H., & De La Gala Contreras, A. (2020). Caracterización de un sistema fotovoltaico de 3,3 kW interconectado a la red eléctrica del CERT-UNJBG, Tacna: octubre 2016-octubre 2017. *Ciencias*, 3(3), 8-14. doi:<https://doi.org/10.33326/27066320.2019.3.944>
- Ponce Carrasco, R., & Rodríguez Dejo, D. A. (2016). *Determinación de la huella de carbono del country club El Bosque - sede Chosica*. Trabajo de Titulación para optar el título de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias Forestales, Lima. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2584>
- Quiróz Vindas, G. (2015). *Determinación de la huella de carbono y utilización de energía solar en unidades productoras de leche como alternativa al cambio climático en la región Huetar norte de Costa Rica*. Trabajo final de graduación para optar el Bachillerato, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Agronomía, Costa Rica. Obtenido de <https://hdl.handle.net/2238/6471>
- Red Española de Ciudades por el Clima. (2017). *Actualización, cálculo y registro de huellas de carbono municipales*. Informe, España. Obtenido de <https://www.redciudadesclima.es/sites/default/files/2020-06/Informe%20Calculo%20Huella%20Carbono%202017.pdf>
- Sánchez López, F. (2020). *Emisión de gases de efecto invernadero* (1.0 ed.). España: Elearning, S.L. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=zif-DwAAQBAJ>
- Sandoval Gaviria, D., & Gutiérrez Fernández, F. (2021). Cálculo de las huellas de carbono y ecológica del destino turístico de Puerto Nariño (Amazonas). *Turismo y Sociedad*, XXIX, 79-94. doi:<https://doi.org/10.18601/01207555.n29.04>
- Schmerler, Daniel; Velarde, Jose Carlos; Rodríguez, Abel; Solís, Ben. (2019). *Energías renovables: experiencia y perspectiva en la ruta del Perú hacia la transición energética*. Osinergmin, Lima-Perú.

Vilches, R., Dávila, F., & Varela, S. (2015). Determinación de la huella de carbono en la Universidad Politécnica de Salesiana, sede Quito, campus sur. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 21(1), 34-45. doi:DOI: 10.17163/lgr.n21.2015.03

Wildlife Conservation Society (WCS). (2015). *Capacitación e instalación de Sistemas Fotovoltaicos en las comunidades de Carmen del Emero y Yolosani*. Bolivia: Artes Gráficas Sagitario S.R.L.

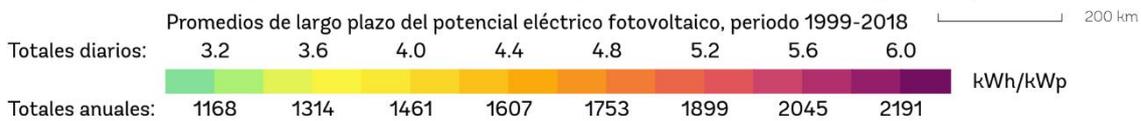
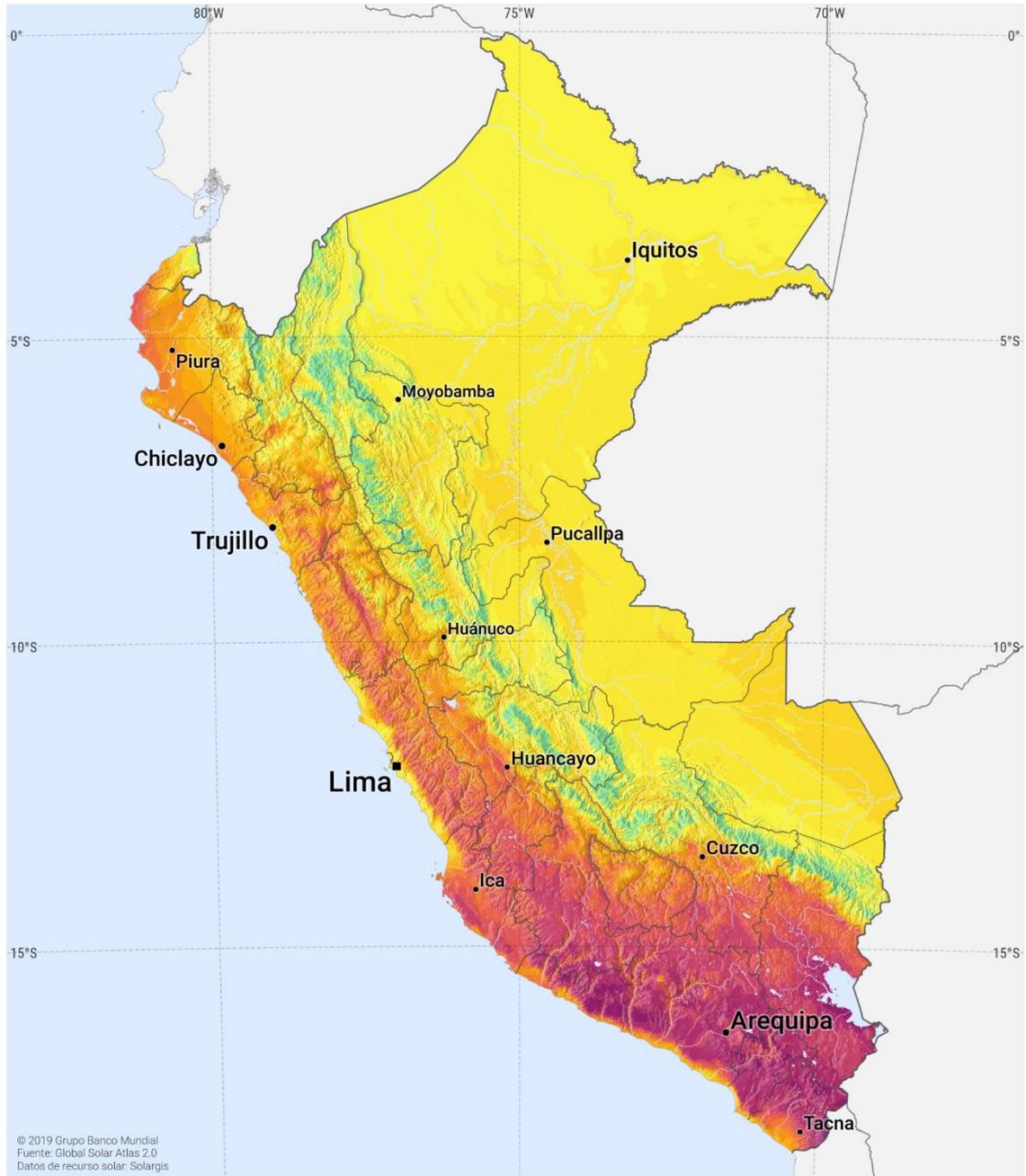
ANEXOS

Anexo 1.

Mapa de Potencial Eléctrico Fotovoltaico

MAPA DE RECURSO SOLAR

POTENCIAL ELÉCTRICO FOTOVOLTAICO PERÚ



Este mapa está publicado por el Grupo Banco Mundial, financiado por ESMAP, y preparado por Solargis. Para más información y términos de uso, por favor visite <http://globalsolaratlas.info>

Anexo 2. Mapa de Irradiación Global

MAPA DE RECURSO SOLAR

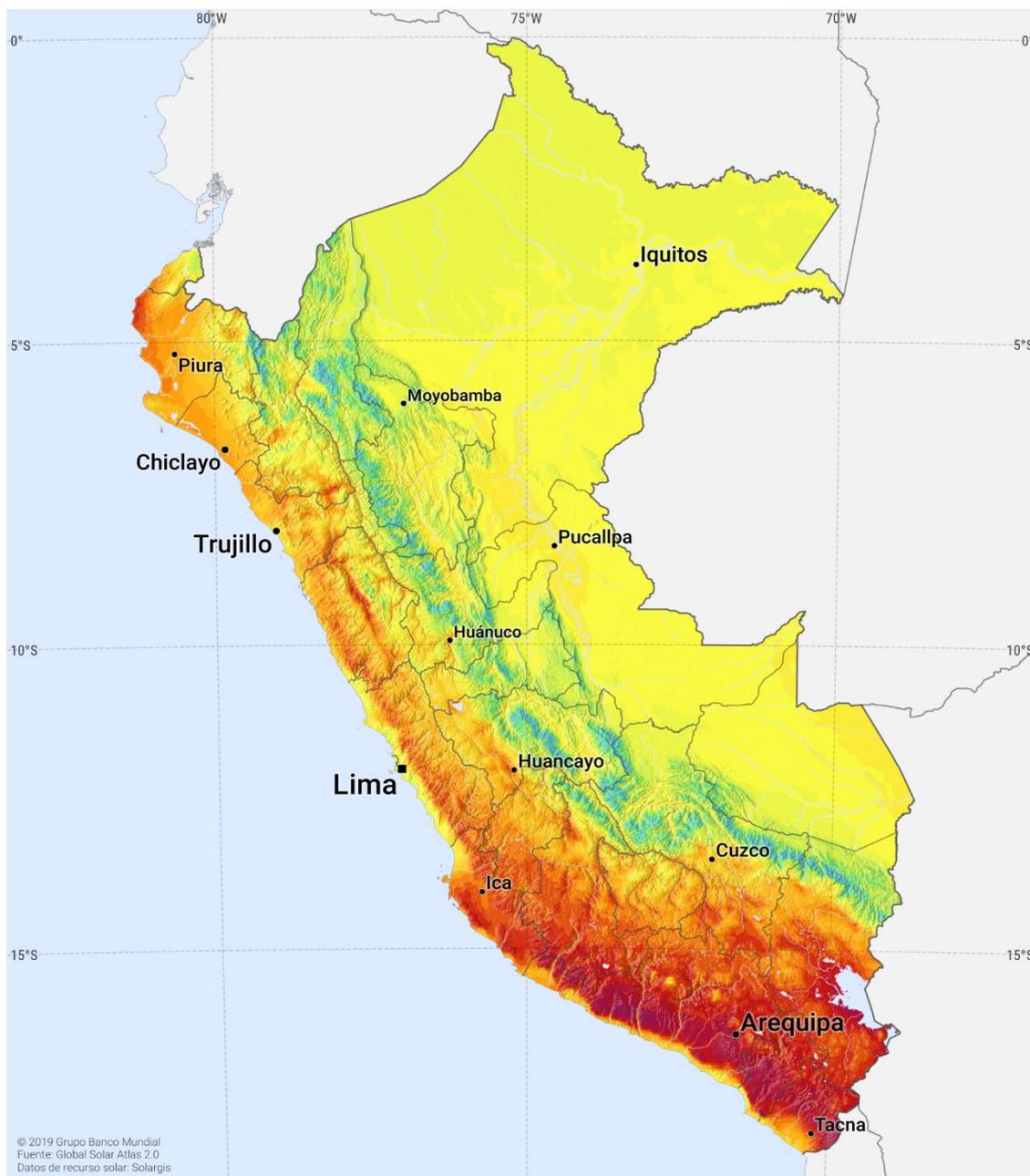
IRRADIACIÓN GLOBAL HORIZONTAL

PERÚ



ESMAP

SOLARGIS

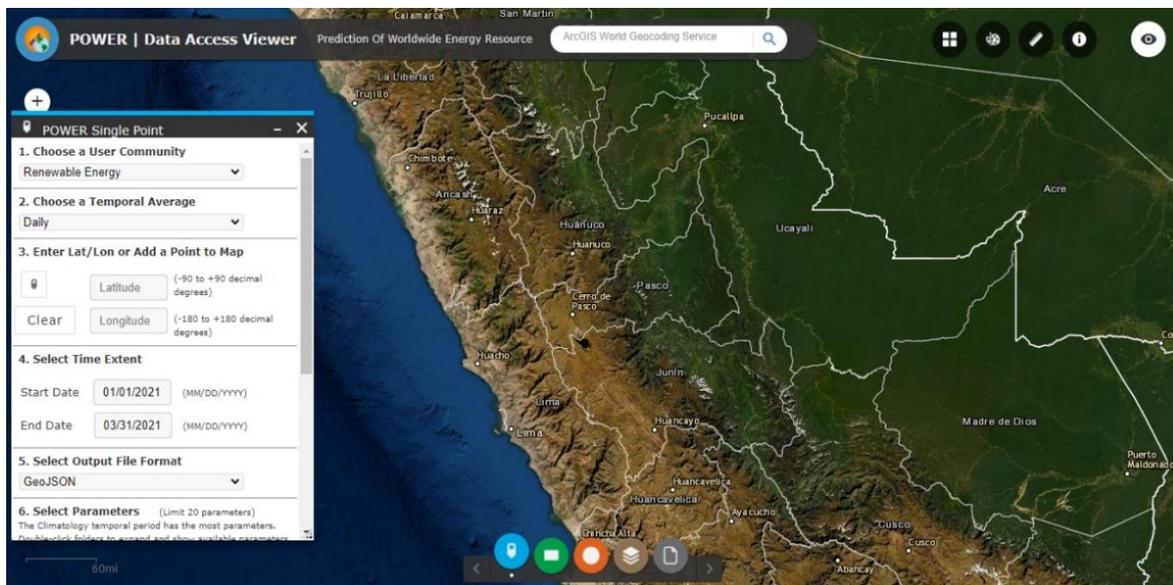


Este mapa está publicado por el Grupo Banco Mundial, financiado por ESMAP, y preparado por Solargis. Para más información y términos de uso, por favor visite <http://globalsolaratlas.info>.

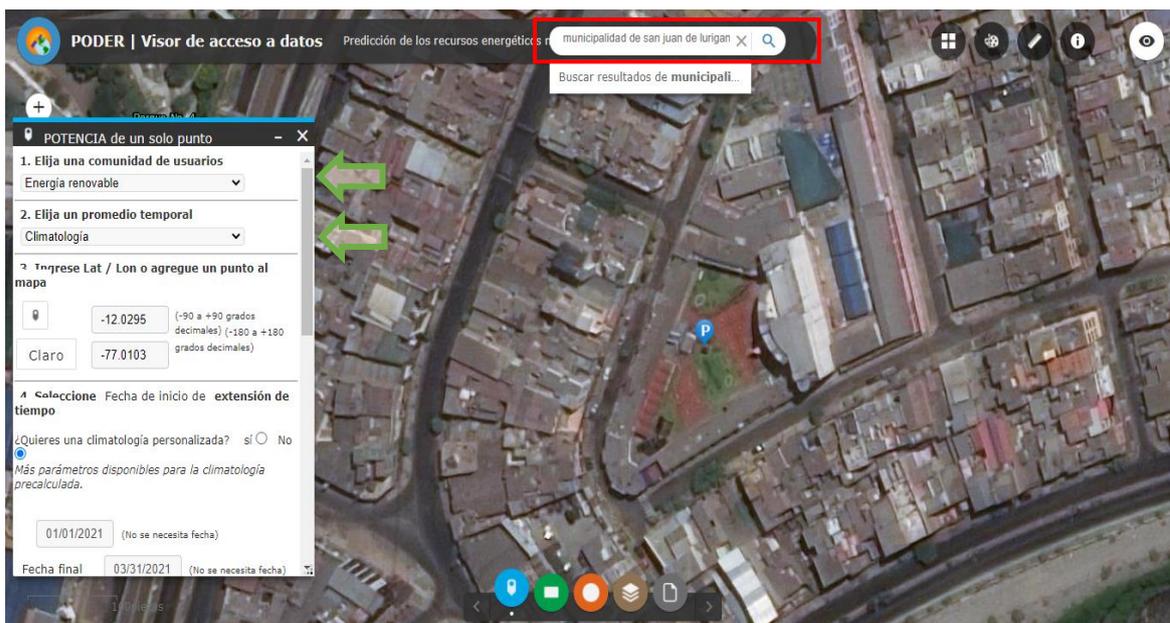
Anexo 3.

Pasos para descargar la radiación solar

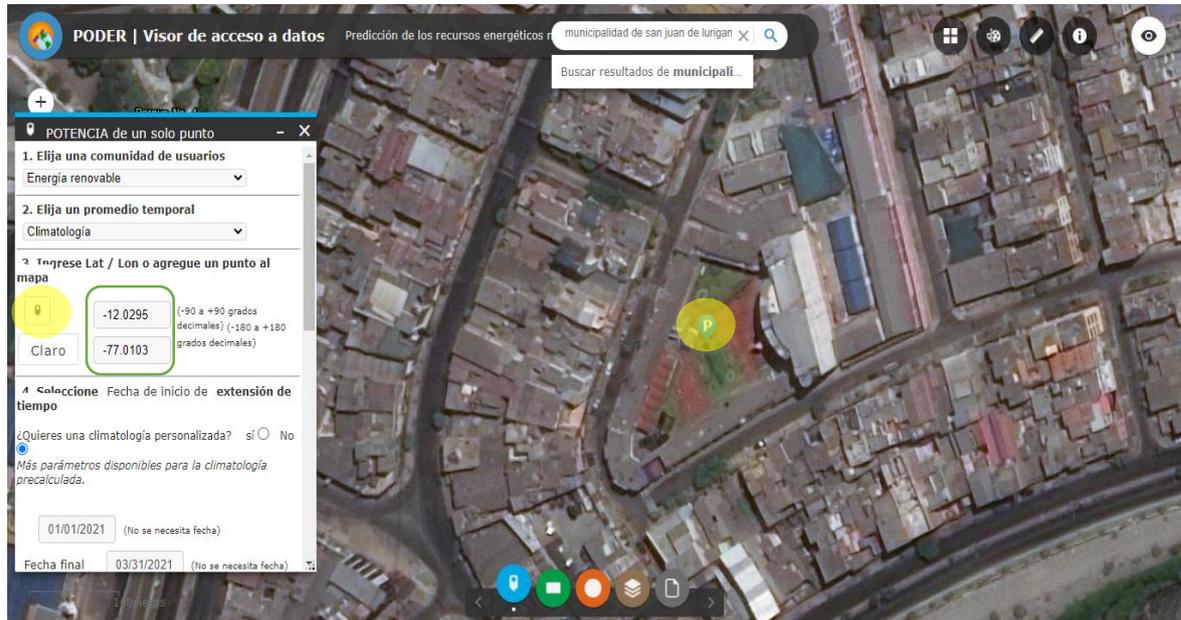
1. Ingresar a la página <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>



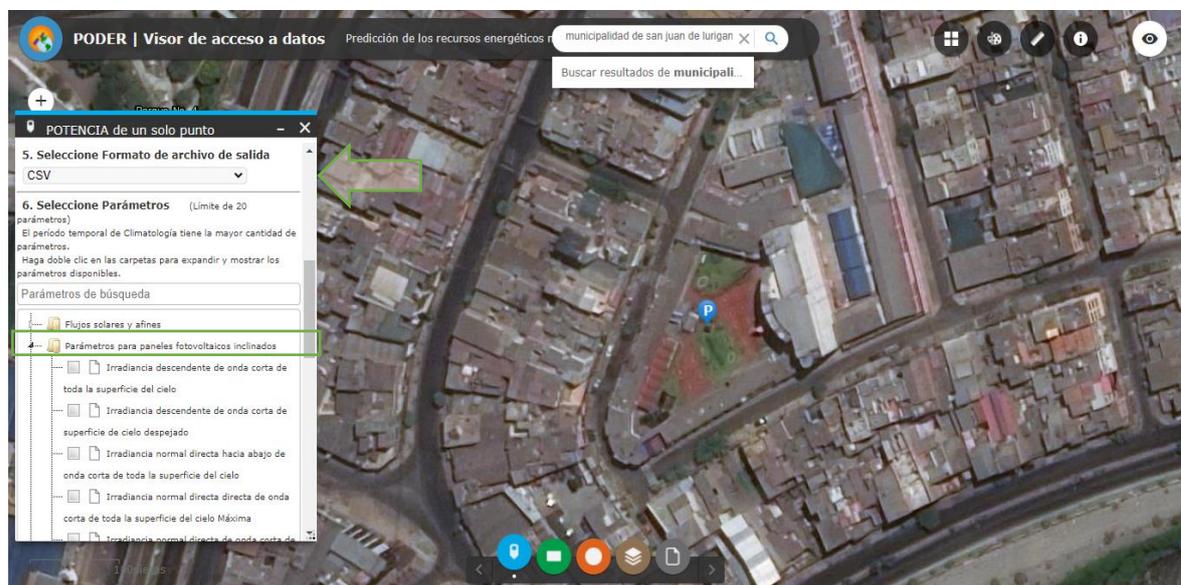
2. Utilizar el buscador para encontrar el lugar de interés en el mapa, en este caso la municipalidad de SJL. En el ítem 1 desplegar las opciones y hacemos clic en la opción **Energía Renovable**. En el ítem 2 desplegar y escoger la opción **Climatología**.



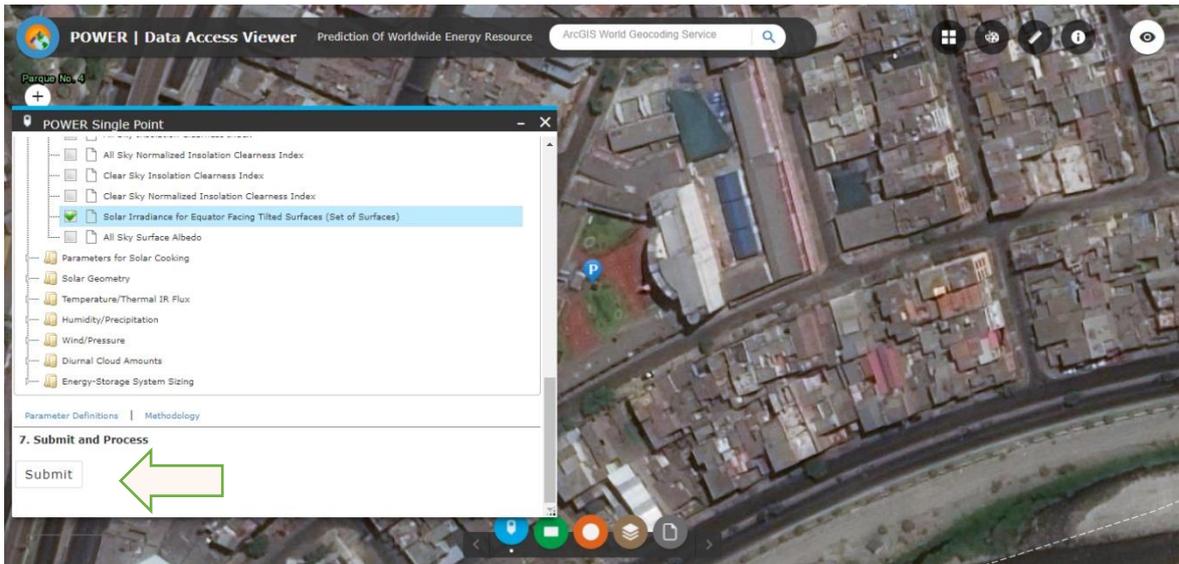
3. Marcar con un punto el lugar seleccionado en el mapa, inmediatamente aparecerán las coordenadas.



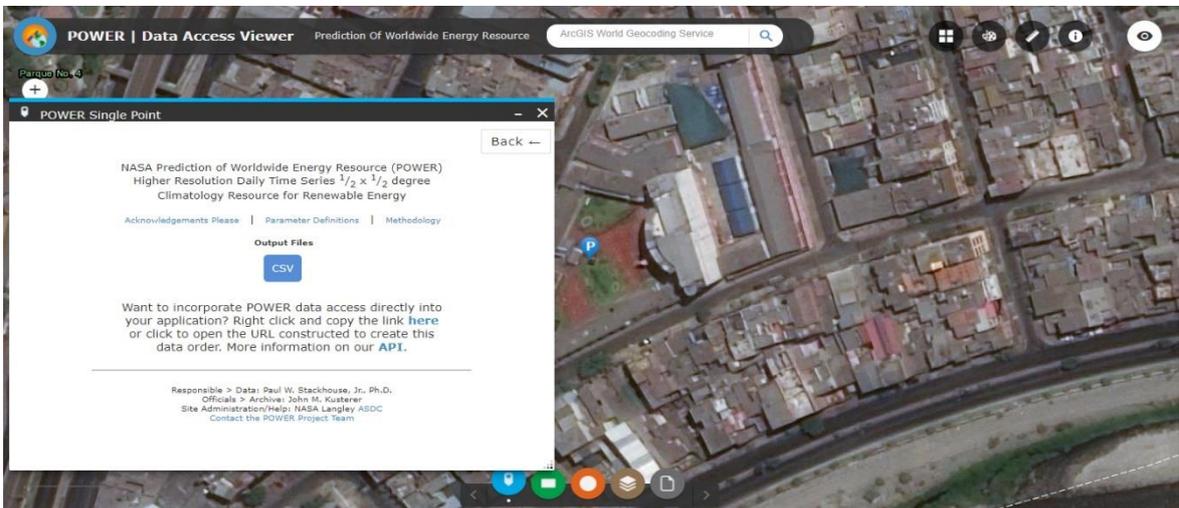
4. Escoger la opción de formato de descarga **CSV**. Seleccionar el parámetro **para paneles fotovoltaicos inclinados**.



5. Clic en **Irradiancia solar para superficies inclinadas orientadas hacia el ecuador**. Luego, clic en **procesar**.



6. Descargar el archivo en formato CSV



7. Ordenar la información descargada

Row	Column A	Column B	Column C	Column D	Column E	Column F	Column G	Column H	Column I	Column J	Column K	Column L	Column M	Column N	Column O	Column P
1	-BEGIN HEADER-															
2	NASA/POWER CERES/MERRA2 Native Resolution Climatology Climatologies															
3	30-year Meteorological and Solar Monthly & Annual Climatologies (January 1990 - December 2019)															
4	Location: Latitude -12.0295 Longitude -77.0103															
5	Elevation from MERRA-2: Average for 0.5 x 0.625 degree lat/lon region = 1194.76 meters															
6	Value for missing model data cannot be computed or out of model availability range: -999															
7	Parameter(s):															
8	SI_EF_TILTED_SURFACE_HORIZONTAL	SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Horizontal Surface (kW-hr/m^2/day)														
9	SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_MINUS15	SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Minus 15 Tilt (kW-hr/m^2/day)														
10	SI_EF_TILTED_SURFACE_LATITUDE	SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Tilt (kW-hr/m^2/day)														
11	SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_PLUS15	SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Plus 15 Tilt (kW-hr/m^2/day)														
12	SI_EF_TILTED_SURFACE_VERTICAL	SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Vertical Surface (kW-hr/m^2/day)														
13	SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL	SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance Optimal (kW-hr/m^2/day)														
14	SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL_ANG	SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance Optimal Angle (Degrees)														
15	SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL_ANG_ORI	SRB V4/CERES SYN1deg Solar Irradiance Tilted Surface Orientation (N/S Orientation)														
16	-END HEADER-															
17	PARAMETER:JAN,FEB,MAR,APR,MAY,JUN,JUL,AUG,SEP,OCT,NOV,DEC,ANN															
18	SI_EF_TILTED_SURFACE_HORIZONTAL	6.53,6.59,6.41,5.88,4.49,3.15,2.82,3.15,3.9,4.89,5.5,5.99,-999.0														
19	SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_MINUS15	6.47,6.56,6.44,5.97,4.58,3.21,2.86,3.18,3.92,4.89,5.47,5.94,-999.0														
20	SI_EF_TILTED_SURFACE_LATITUDE	6.21,6.41,6.44,6.16,4.81,3.33,2.93,3.22,3.93,4.83,5.31,5.7,-999.0														
21	SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_PLUS15	5.52,5.89,6.17,6.2,4.98,3.41,2.96,3.19,3.81,4.56,4.85,5.08,-999.0														
22	SI_EF_TILTED_SURFACE_VERTICAL	1.58,1.55,2.06,3.01,3.05,2.2,1.79,1.81,1.84,1.73,1.68,1.67,-999.0														
23	SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL	4.52,4.60,4.48,4.73,4.88,2.41,2.06,2.73,2.82,4.89,5.5,5.99,-999.0														

Anexo 4.

Cálculo de la radiación efectiva y el ángulo de inclinación

INSOLACION EN EL LUGAR DE INSTALACION			
Sitio de :	San Juan de Lurigancho	Latitud	-12 Sur
		Longitud	-77 Oeste

Insolacion horizontal promedio mensual (kWh/m2/dia)

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
6,53	6,59	6,41	5,88	4,49	3,15	2,82	3,15	3,9	4,89	5,5	5,99

Inclinacion del sol en promedio mensual (°)

-20,77	-12,4	-1,81	9,71	18,83	23,07	21,22	13,79	3,09	-8,45	-18,18	-22,9
--------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	------	-------	--------	-------

Angulo relativo con el cual los rayos del sol llegan en el panel (°)

129,34	120,96	110,38	98,86	89,74	85,50	87,35	94,78	105,48	117,02	126,75	131,47
--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------

Factor de inclinacion. (rendimiento del panel entre la energia que produce y la que produciera si fuese siempre 90° con los rayos del sol)

0,783	0,858	0,952	1,064	1,165	1,218	1,194	1,107	0,998	0,893	0,806	0,763
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Insolacion efectiva (kWh/m2/dia)

5,110220222	5,651383446	6,105156802	6,253447643	5,228830078	3,836857387	3,367282986	3,48631107	3,892800185	4,364721494	4,432804169	4,57096617	4,6917318
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	------------	-------------	-------------	-------------	------------	------------------

PROM

Para las instalaciones solares aisladas con utilizacion de la energia cada dia, se requiere dimensionar el sistema con el valor de insolacion del mes mas desfavorable. Asi produce justo lo necesario por este mes y produce con exedente los otros meses.

Valor minimal de insolacion	3,367282986	kWh/m2/dia	Produccion minimal	kWh/dia
Valor maximal de insolacion	6,253447643	kWh/m2/dia	Produccion maximal (tracker decli)	kWh/dia
Promedio anual de insolacion	4,691731804	kWh/m2/dia		

Con el fin de optimizar la cantidad de energia producida , se puede actuar sobre la inclinacion de instalacion de los paneles. El factor de inclinacion calculado con el sinus del angulo entre los rayos del sol y la perpendicular al panel aparece como el rendimiento entre la energia producida realmente y la que produciera si el panel fuese siempre con angulo recto con los rayos del sol.

Orientacion	Norte
Inclinacion	15

Anexo 5.

Ficha técnica del panel solar Jinko Solar JKM400M-72H



Cheetah HC 72M

380-400 Watos

MÓDULO MONO PERC MEDIA CÉLULA

Tolerancia positiva 0/+3%

- Media Célula
- Mono PERC 72 Células

PERC

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS



Célula Solar 5 bus bar

La célula solar 5 bus bar adopta una nueva tecnología para mejorar la eficiencia de los módulos, ofrece un mejor aspecto estético, lo que es perfecto para su instalación en los tejados.



Alta eficiencia

Alta eficiencia de conversión del módulo (hasta 19.88%) gracias a una nueva tecnología de producción.



Garantía Anti-Degradación Potencial Inducida (PID)

El excelente rendimiento Anti-PID garantiza una degradación limitada de la potencia del módulo.



Rendimiento con baja irradiación lumínica

El avanzado cristal y el texturizado de la superficie de la célula fotovoltaica permiten un resultado excelente en condiciones de baja irradiación lumínica.



Resistencia en condiciones climatológicas adversas

Certificado para soportar rachas de viento (2400 Pascal) y cargas de nieve (5400 Pascal).



Resistencia en condiciones ambientales extremas

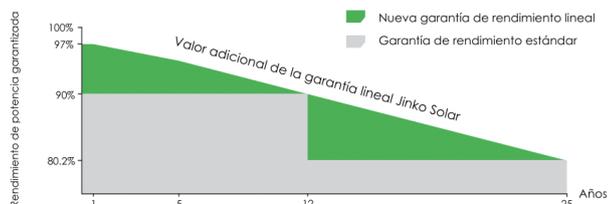
Alta resistencia a la brisa marina y al amoníaco, certificado por TUV NORD.

GARANTÍA DE RENDIMIENTO LINEAL

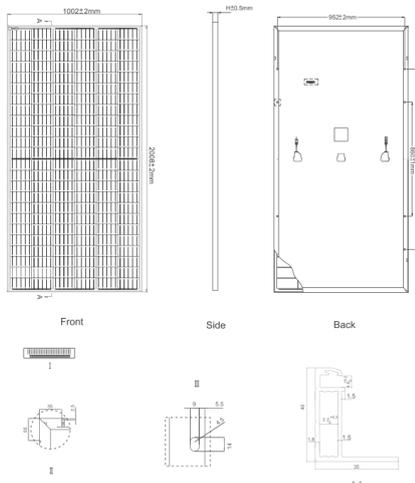
10 Años de garantía del producto * 25 Años de garantía potencial lineal



- Fábrica con certificado ISO9001:2008, ISO14001:2004, OHSAS18001
- Productos con certificación IEC61215 IEC61730, UL1703



Dibujos técnicos

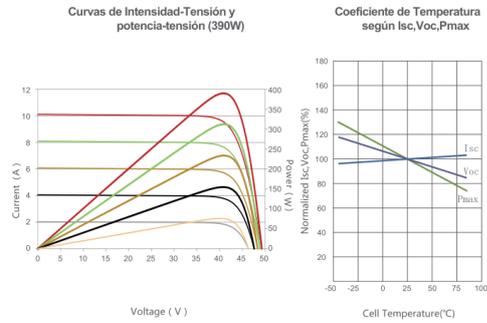


Embalaje

(Dos cajas = Un palet)

26pcs/caja , 52pcs/caja, 572pcs/40'HQ Contenedores

Rendimiento eléctrico y dependencia de la temperatura



Características mecánicas

Tipo de Célula	Mono PERC 158.75×158.75mm
Nºde Media-Células	144 (6×24)
Dimensiones	2008×1002×40mm (79.06×39.45×1.57 pulgadas)
Peso	22.5 kg (49.6 libras)
Vidrio Frontal	3.2mm, Alta Transmisión Bajo contenido en hierro, Vidrio templado
Estructura	Aleación de aluminio anodizado
Caja de conexión	Clase IP67
Cables de salida	TÜV 1x4.0mm ² , Anodo 290mm, Cathode 145mm o Longitud Personalizada

ESPECIFICACIONES

Tipo de módulo	JKM380M-72H		JKM385M-72H		JKM390M-72H		JKM395M-72H		JKM400M-72H	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Potencia nominal (Pmax)	380Wp	286Wp	385Wp	290Wp	390Wp	294Wp	395Wp	298Wp	400Wp	302Wp
Tensión en punto Pmáx VMPP (V)	40.5V	38.6V	40.8V	38.8V	41.1V	39.1V	41.4V	39.3V	41.7V	39.6V
Corriente en el Pmáx IMPP (A)	9.39A	7.42A	9.44A	7.48A	9.49A	7.54A	9.55A	7.60A	9.60A	7.66A
Tensión en circuito abierto VOC (V)	48.9V	47.5V	49.1V	47.7V	49.3V	48.0V	49.5V	48.2V	49.8V	48.5V
Corriente de cortocircuito ISC (A)	9.75A	7.88A	9.92A	7.95A	10.12A	8.02A	10.23A	8.09A	10.36A	8.16A
Eficiencia de módulo (%)	18.89%		19.14%		19.38%		19.63%		19.88%	
Temperatura de funcionamiento (°C)	-40°C~+85°C									
Tensión máxima del sistema	1000VDC (IEC)									
Valores máximos recomendables de los fusibles	20A									
Tolerancia de Potencia Nominal	0~+3%									
Coeficiente de Temperatura de Pmax	-0.37%/°C									
Coeficiente de Temperatura de Voc	-0.29%/°C									
Coeficiente de Temperatura de Isc	0.048%/°C									
Temperatura Operacional Nominal de célula (NOCT)	45±2°C									

STC: ☀ Radiación 1000W/m² 📱 Célula módulo 25°C ☁ AM=1.5

NOCT: ☀ Radiación 800W/m² 📱 Ambiente Módulo 20°C ☁ AM=1.5 🌀 Velocidad del viento 1m/s

* Tolerancia de mediación de potencia : ± 3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. EN-JKM-PERC-400M-72H_v1.0_rev2018

Anexo 6.

Ficha Técnica del Inversor RED Fronius Symo

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging



SHIFTING THE LIMITS

FRONIUS SYMO

/ Máxima flexibilidad para las aplicaciones del futuro



/ Tecnología
SnapInverter



/ Comunicación
de datos integrada



/ Diseño
SuperFlex



/ Seguimiento
inteligente GMPP



/ Smart Grid
Ready



/ Inyección cero



/ Con un rango de potencia nominal entre 3,0 y 20,0 kW, el Fronius Symo es el inversor trifásico sin transformador para todo tipo de instalaciones. Gracias a su flexible diseño, el Fronius Symo es perfecto para instalaciones en superficies irregulares o para tejados con varias orientaciones. La conexión a Internet a través de WLAN o Ethernet y la facilidad de integración de componentes de otros fabricantes hacen del Fronius Symo uno de los inversores con mayor flexibilidad en comunicaciones en el mercado. El inversor Fronius Symo puede completarse de manera opcional con un Fronius Smart Meter, que es un equipo que envía la información más completa al sistema de monitorización, consiguiendo además, que el inversor no incluya energía a la red eléctrica.

DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

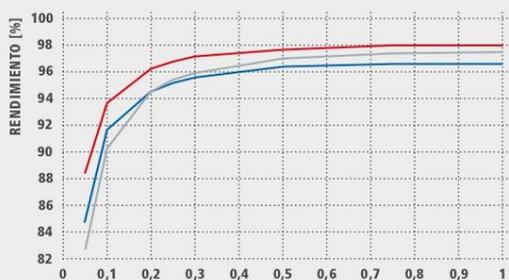
DATOS DE ENTRADA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Máxima corriente de entrada ($I_{dc\ max.1} / I_{dc\ max.2}^{2)}$)				16 A / 16 A		
Máx. corriente de cortocircuito por serie FV (MPP, /MPP, ²⁾)				24 A / 24 A		
Mínima tensión de entrada ($U_{dc\ min.}$)				150 V		
Tensión CC mínima de puesta en servicio ($U_{dc\ arranque}$)				200 V		
Tensión de entrada nominal (U_{dc})				595 V		
Máxima tensión de entrada ($U_{dc\ max.}$)				1.000 V		
Rango de tensión MPP ($U_{mpp\ min.} - U_{mpp\ max.}$)	200 - 800 V	250 - 800 V	300 - 800 V		150 - 800 V	
Número de seguidores MPP		1			2	
Número de entradas CC		3			2+2	
Máxima salida del generador FV ($P_{dc\ max.}$)	6,0kW _{pico}	7,4kW _{pico}	9,0kW _{pico}	6,0kW _{pico}	7,4kW _{pico}	9,0kW _{pico}
DATOS DE SALIDA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Potencia nominal CA (P_{ac})	3.000 W	3.700 W	4.500 W	3.000 W	3.700 W	4.500 W
Máxima potencia de salida	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA
Máxima corriente de salida ($I_{ac\ max.}$)	4,3 A	5,3 A	6,5 A	4,3 A	5,3 A	6,5 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)		3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)				
Frecuencia (rango de frecuencia)		50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)				
Coefficiente de distorsión no lineal		< 3 %				
Factor de potencia ($\cos\ \varphi_{ac}$)		0,70 - 1 ind. / cap.			0,85 - 1 ind. / cap.	
DATOS GENERALES	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)			645 x 431 x 204 mm			
Peso		16,0 kg			19,9 kg	
Tipo de protección			IP 65			
Clase de protección			1			
Categoría de sobretensión (CC / CA) ⁴⁾			2 / 3			
Consumo nocturno			< 1 W			
Concepto de inversor			Sin Transformador			
Refrigeración			Refrigeración de aire regulada			
Instalación			Instalación interior y exterior			
Margen de temperatura ambiente			-25 - +60 °C			
Humedad de aire admisible			0 - 100 %			
Máxima altitud		2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)				
Tecnología de conexión CC	3 x CC+ y 3 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm ²			4 x CC+ y 4 x CC bornes roscados 2,5 - 16mm ² ⁴⁾		
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm ²			5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16mm ² ⁴⁾		
Certificados y cumplimiento de normas	OVE / ONORM E 8001+712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777 ³⁾ , CEI 0-21 ³⁾ , NRS 097					

³⁾ Esto se aplica a Fronius Symo 3.0-3-M, 3.7-3-M y 4.5-3-M.

⁴⁾ De acuerdo con IEC 62109-1.

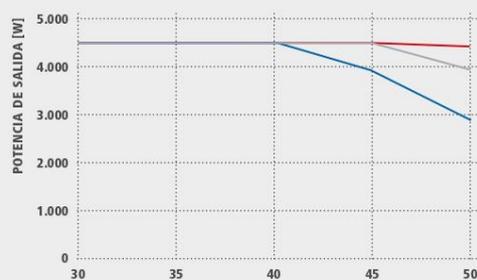
⁴⁾ 16 mm² sin necesidad de terminales de conexión. Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 4.5-3-S



POTENCIA DE SALIDA NORMALIZADA P_{dc}/P_{ACR} ■ 300 V_{dc} ■ 595 V_{dc} ■ 800 V_{dc}

REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 4.5-3-S



TEMPERATURA AMBIENTE [°C] ■ 300 V_{dc} ■ 630 V_{dc} ■ 800 V_{dc}

DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

RENDIMIENTO	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Máximo rendimiento	98,0 %					
Rendimiento europeo (η_{EU})	96,2 %	96,7 %	97,0 %	96,5 %	96,9 %	97,2 %
η con 5 % P _{ac,r} ¹⁾	80,3 / 83,6 / 79,1 %	83,4 / 86,4 / 80,6 %	84,8 / 88,5 / 82,8 %	79,8 / 85,1 / 80,8 %	81,6 / 87,8 / 82,8 %	83,4 / 90,3 / 85,0 %
η con 10 % P _{ac,r} ¹⁾	87,8 / 91,0 / 86,2 %	90,1 / 92,5 / 88,7 %	91,7 / 93,7 / 90,3 %	86,5 / 91,6 / 87,7 %	87,9 / 93,6 / 90,5 %	89,2 / 94,1 / 91,2 %
η con 20 % P _{ac,r} ¹⁾	92,6 / 95,0 / 92,6 %	93,7 / 95,7 / 93,6 %	94,6 / 96,3 / 94,5 %	90,8 / 95,3 / 93,0 %	91,9 / 96,0 / 94,1 %	92,8 / 96,5 / 95,1 %
η con 25 % P _{ac,r} ¹⁾	93,4 / 95,6 / 93,8 %	94,5 / 96,4 / 94,7 %	95,2 / 96,8 / 95,4 %	91,9 / 96,0 / 94,2 %	92,9 / 96,6 / 95,2 %	93,5 / 97,0 / 95,8 %
η con 30 % P _{ac,r} ¹⁾	94,0 / 96,3 / 94,5 %	95,0 / 96,7 / 95,4 %	95,6 / 97,2 / 95,9 %	92,8 / 96,5 / 95,1 %	93,5 / 97,0 / 95,8 %	94,2 / 97,3 / 96,3 %
η con 50 % P _{ac,r} ¹⁾	95,2 / 97,3 / 96,3 %	96,9 / 97,6 / 96,7 %	96,4 / 97,7 / 97,0 %	94,3 / 97,5 / 96,5 %	94,6 / 97,7 / 96,8 %	94,9 / 97,8 / 97,2 %
η con 75 % P _{ac,r} ¹⁾	95,6 / 97,7 / 97,0 %	96,2 / 97,8 / 97,3 %	96,6 / 98,0 / 97,4 %	94,9 / 97,8 / 97,2 %	95,0 / 97,9 / 97,4 %	95,1 / 98,0 / 97,5 %
η con 100 % P _{ac,r} ¹⁾	95,6 / 97,9 / 97,3 %	96,2 / 98,0 / 97,5 %	96,6 / 98,0 / 97,5 %	95,0 / 98,0 / 97,4 %	95,1 / 98,0 / 97,5 %	95,0 / 98,0 / 97,6 %
Rendimiento de adaptación MPP	> 99,9 %					

¹⁾ Y con $U_{mpp\ min} / U_{dc} / U_{mpp\ max}$.

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Medición del aislamiento CC	Sí					
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia					
Seccionador CC	Sí					
Protección contra polaridad inversa	Sí					
INTERFACES	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)					
6 inputs digitales y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda					
USB (Conector A) ²⁾	Datalogging, actualización de inversores vía USB					
2 conectores RJ 45 (RS422) ²⁾	Fronius Solar Net					
Salida de aviso ²⁾	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)					
Datalogger y Servidor web	Incluido					
Input externo ²⁾	Interface SO-Meter / Input para la protección contra sobretensión					
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador					

²⁾ También disponible en la versión light.

DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

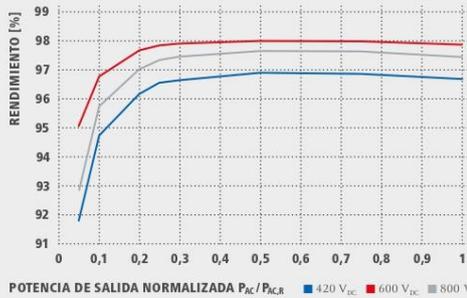
DATOS DE ENTRADA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Máxima corriente de entrada ($I_{dc\ máx. 1} / I_{dc\ máx. 2}$)	27 A / 16,5 A ¹⁾		33 A / 27 A		
Máxima corriente de entrada total utilizada ($I_{dc\ máx. 1} + I_{dc\ máx. 2}$)	43,5 A		51,0 A		
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (MPP ₁ / MPP ₂)	40,5 A / 24,8 A		49,5 A / 40,5 A		
Mínima tensión de entrada ($U_{dc\ mín.}$)			200 V		
Tensión CC mínima de puesta en servicio ($U_{dc\ arranque}$)			200 V		
Tensión de entrada nominal ($U_{dc\ n.}$)			600 V		
Máxima tensión de entrada ($U_{dc\ máx.}$)			1.000 V		
Rango de tensión MPP ($U_{mpp\ mín.} - U_{mpp\ máx.}$)	270 - 800 V	320 - 800 V		370 - 800 V	420 - 800 V
Número de seguidores MPP			2		
Número de entradas CC			3+3		
Máxima salida del generador FV ($P_{dc\ máx.}$)	15,0 kW _{peak}	18,8 kW _{peak}	22,5 kW _{peak}	26,3 kW _{peak}	30,0 kW _{peak}
DATOS DE SALIDA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Potencia nominal CA ($P_{ac,n}$)	10.000 W	12.500 W	15.000 W	17.500 W	20.000 W
Máxima potencia de salida	10.000 VA	12.500 VA	15.000 VA	17.500 VA	20.000 VA
Máxima corriente de salida ($I_{ac\ máx.}$)	14,4 A	18,0 A	21,7 A	25,3 A	28,9 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)				
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)				
Coefficiente de distorsión no lineal	1,8 %	2,0 %	1,5 %	1,5 %	1,3 %
Factor de potencia ($\cos \varphi_{ac,n}$)	0 - 1 ind. / cap.				
DATOS GENERALES	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)			725 x 510 x 225 mm		
Peso	34,8 kg		43,4 kg		
Tipo de protección			IP 66		
Clase de protección			1		
Categoría de sobretensión (CC / CA) ²⁾			1 + 2 / 3		
Consumo nocturno			< 1 W		
Concepto de inversor	Sin Transformador				
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada				
Instalación	Instalación interior y exterior				
Margen de temperatura ambiente	-40 - +60 °C				
Humedad de aire admisible	0 - 100 %				
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)				
Tecnología de conexión CC	6 x CC+ y 6 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm ²				
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm ²				
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ONORM E 8001+712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, S1 4777, CEI 0-16, CEI 0-21, NRS 097				

¹⁾ 14,0 A para tensiones < 420 V

²⁾ De acuerdo con IEC 62109-1. Disponible rail DIN opcional para tipo 1 + 2 y tipo 2 de protección de sobretensión.

Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 20.0-3-M



REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 20.0-3-M



DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

RENDIMIENTO	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Máximo rendimiento	98,0 %		98,1 %		
Rendimiento europeo (η_{EU})	97,4%	97,6 %	97,8 %	97,8 %	97,9 %
η con 5 % $P_{ac,r}^{21}$	87,9 / 92,5 / 89,2 %	88,7 / 93,1 / 90,1 %	91,2 / 94,8 / 92,3 %	91,6 / 95,0 / 92,7 %	91,9 / 95,2 / 93,0 %
η con 10 % $P_{ac,r}^{21}$	91,2 / 94,9 / 92,8 %	92,9 / 96,1 / 94,6 %	93,4 / 96,0 / 94,4 %	94,0 / 96,4 / 95,0 %	94,8 / 96,9 / 95,8 %
η con 20 % $P_{ac,r}^{21}$	94,6 / 97,1 / 96,1 %	95,4 / 97,3 / 96,6 %	95,9 / 97,4 / 96,7 %	96,1 / 97,6 / 96,9 %	96,3 / 97,8 / 97,1 %
η con 25 % $P_{ac,r}^{21}$	95,4 / 97,3 / 96,6 %	95,6 / 97,6 / 97,0 %	96,2 / 97,6 / 97,0 %	96,4 / 97,8 / 97,2 %	96,7 / 97,9 / 97,4 %
η con 30 % $P_{ac,r}^{21}$	95,6 / 97,5 / 96,9 %	95,9 / 97,7 / 97,2 %	96,5 / 97,8 / 97,3 %	96,6 / 97,9 / 97,4 %	96,8 / 98,0 / 97,6 %
η con 50 % $P_{ac,r}^{21}$	96,3 / 97,9 / 97,4 %	96,4 / 98,0 / 97,5 %	96,9 / 98,1 / 97,7 %	97,0 / 98,1 / 97,7 %	97,0 / 98,1 / 97,8 %
η con 75 % $P_{ac,r}^{21}$	96,5 / 98,0 / 97,6 %	96,5 / 98,0 / 97,6 %	97,0 / 98,1 / 97,8 %	97,0 / 98,1 / 97,8 %	97,0 / 98,1 / 97,7 %
η con 100 % $P_{ac,r}^{21}$	96,5 / 98,0 / 97,6 %	96,5 / 97,8 / 97,6 %	97,0 / 98,1 / 97,7 %	96,9 / 98,1 / 97,6 %	96,8 / 98,0 / 97,6 %
Rendimiento de adaptación MPP	> 99,9 %				
EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Medición del aislamiento CC			Sí		
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia				
Seccionador CC	Sí				
Protección contra polaridad inversa	Sí				
INTERFACES	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)				
6 inputs digitales y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda				
USB (Conector A) ²¹	Datalogging, actualización de inversores vía USB				
2 conectores RJ 45 (RS422) ²¹	Fronius Solar Net				
Salida de aviso ²¹	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)				
Datalogger y Servidor web	Incluido				
Input externo ²¹	Interface SO-Meter / Input para la protección contra sobretensión				
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador				

²¹Y con $U_{mpp\ min.} / U_{dc,r} / U_{mpp\ máx.}$ ²²También disponible en la versión light.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

SOMOS TRES DIVISIONES CON UNA MISMA PASIÓN: SUPERAR LÍMITES.

/ No importa si se trata de tecnología de soldadura, energía fotovoltaica o tecnología de carga de baterías, nuestra exigencia está claramente definida: ser líder en innovación. Con nuestros más de 3.000 empleados en todo el mundo superamos los límites y nuestras más de 1.000 patentes concedidas son la mejor prueba. Otros se desarrollan paso a paso. Nosotros siempre damos saltos de gigante. Siempre ha sido así. El uso responsable de nuestros recursos constituye la base de nuestra actitud empresarial.

Para obtener información más detallada sobre todos los productos de Fronius y nuestros distribuidores y representantes en todo el mundo visite www.fronius.com

v04 Nov 2014 ES

Fronius España S.L.U.
Parque Empresarial LA CARPETANIA
Miguel Faraday 2
28906 Getafe (Madrid)
España
Teléfono +34 91 649 60 40
Fax +34 91 649 60 44
pv-sales-spain@fronius.com
www.fronius.es

Fronius International GmbH
Froniusplatz 1
4600 Wels
Austria
Teléfono +43 7242 241-0
Fax +43 7242 241-953940
pv-sales@fronius.com
www.fronius.com

Texto e imágenes según el estado técnico en el momento de la impresión. Sujeto a modificaciones. No podemos garantizar la exactitud de todos los datos a pesar de su cuidadosa edición, declinamos por ello cualquier responsabilidad. Copyright © 2011 Fronius SM. Todos los derechos reservados. N.0.06.0092.EES v01 Oct. 2014

Anexo 7. Simulador del cálculo del VAN

CALCUVIO

Calcular el Valor Actual Neto de una inversión

El Valor Actual Neto es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.

La inversión se considera aceptable cuando su VAN es mayor que cero. Si el VAN es menor que cero la inversión es rechazada. Además, se da preferencia a aquellas inversiones cuyo VAN sea más elevado.

Con esta aplicación podemos calcular el Valor Actual Neto de una inversión conociendo la rentabilidad requerida para la misma, su duración, el desembolso inicial de capital y los flujos de caja esperados.

Ejemplo: Una inversión supone un desembolso inicial de 8.000 euros, unos cobros anuales de 4.000 y unos pagos de 2.000, durante 5 años. Además, le exigimos a la inversión una rentabilidad mínima del 6,4% T.A.E.

Resultado: El proyecto es aceptable al tener un VAN mayor que 0.

Rentabilidad requerida *	10,00%
Desembolso inicial	83.053,86
V.A.N. 19.716,18 aceptable	
LIMPIAR FORMULARIO	

* Tipo de interés efectivo anual (T.A.E.). Ver [convertidores de tipos de interés](#).

Introducir los cobros y pagos (si los hay) que genera la inversión			
Año	Cobros	Pagos	Flujos de caja (cobros-pagos)
0			-83.053,86
1	6.505,5	0,0	6.505,50
2	7.273,1	0,0	7.273,10
3	8.040,8	0,0	8.040,80
4	8.008,4	0,0	8.008,40
5	9.576,0	0,0	9.576,00
6	10.343,6	0,0	10.343,60
7	11.111,2	0,0	11.111,20
8	11.878,8	0,0	11.878,80
9	12.646,5	0,0	12.646,50
10	13.414,1	19.958,7	-6.544,60
11	14.181,7	0,0	14.181,70
12	14.949,3	0,0	14.949,30
13	15.716,9	0,0	15.716,90
14	16.484,6	0,0	16.484,60
15	17.252,2	0,0	17.252,20
16	18.019,8	0,0	18.019,80
17	18.787,4	0,0	18.787,40
18	19.555,0	0,0	19.555,00
19	20.322,7	0,0	20.322,70
20	21.060,3	0,0	21.060,30
21	21.857,9	0,0	21.857,90
22	22.625,5	0,0	22.625,50
23	23.393,1	0,0	23.393,10
24	24.160,8	0,0	24.160,80
25	24.928,4	0,0	24.928,40

Anexo 8.

Simulador del cálculo del TIR

CALCUVIO

Calcular la Tasa Interna de Rentabilidad

La Tasa Interna de Rentabilidad de una inversión es el tipo de interés con el cual el Valor Actual Neto de esa inversión es igual a cero (ver calculadora VAN).

Se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con un tipo mínimo. Si el tipo TIR supera al tipo mínimo, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza. Además, se da preferencia a aquellas inversiones cuyo TIR sea más elevado.

Con esta aplicación podemos calcular la TIR de una inversión, es decir la rentabilidad efectiva anual que obtendríamos. Para calcular la TIR de una operación de inversión tenemos que introducir la duración, el desembolso inicial y los cobros y pagos de la operación.

Ejemplo: Una inversión supone un desembolso inicial de 8.000 euros, unos cobros anuales de 4.000 y unos pagos de 2.000, durante 5 años. Calcular la TIR de la inversión.

Resultado: 7,93 %. Aceptaremos el proyecto de inversión siempre que la rentabilidad mínima requerida (T.A.E) sea inferior a ese 7,93% .

Desembolso inicial	83.053,86
T.I.R.	12,30%
LIMPIAR FORMULARIO	

Introducir los cobros y pagos (si los hay) que genera la inversión			
Año	Cobros	Pagos	Flujos de caja (cobros-pagos)
0			-83.053,86
1	6.505,5	0,0	6.505,50
2	7.273,1	0,0	7.273,10
3	8.040,8	0,0	8.040,80
4	8.808,4	0,0	8.808,40
5	9.576,0	0,0	9.576,00
6	10.343,6	0,0	10.343,60
7	11.111,2	0,0	11.111,20
8	11.878,8	0,0	11.878,80
9	12.646,5	0,0	12.646,50
10	13.414,1	19.958,7	-6.544,60
11	14.181,7	0,0	14.181,70
12	14.949,3	0,0	14.949,30
13	15.716,9	0,0	15.716,90
14	16.484,6	0,0	16.484,60
15	17.252,2	0,0	17.252,20
16	18.019,8	0,0	18.019,80
17	18.787,4	0,0	18.787,40
18	19.555,0	0,0	19.555,00
19	20.322,7	0,0	20.322,70
20	21.090,3	0,0	21.090,30
21	21.857,9	0,0	21.857,90
22	22.625,5	0,0	22.625,50
23	23.393,1	0,0	23.393,10
24	24.160,8	0,0	24.160,80
25	24.928,7	0,0	24.928,70

