



## **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

### **IMPACTO DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN LA EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA ELECTRIFICACIÓN DEL AAHH. VIRGEN DE LA CANDELARIA, CALANGO**

**Línea de investigación:**

**Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Francia Camacho José Andrés

**Asesor:**

Jaramillo Tarazona, Francisco  
(ORCID: 0000-0002-9638-7814)

**Jurado:**

Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique  
Arévalo Vidal, Samir Augusto  
Tabory Malpartida, Gustavo Augusto

**Lima - Perú**

**2023**



# IMPACTO DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN LA EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA ELECTRIIFICACIÓN DEL AAHH. VIRGEN DE LA CANDELARIA, CALANGO

## INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://repositorio.uladech.edu.pe">repositorio.uladech.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://www.ana.gob.pe">www.ana.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://tarwi.lamolina.edu.pe">tarwi.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
7	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://ofi.mef.gob.pe">ofi.mef.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1%



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**IMPACTO DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN LA EVALUACIÓN  
ECONÓMICA PARA LA ELECTRIIFICACIÓN DEL AAHH. VIRGEN DE LA  
CANDELARIA, CALANGO**

**Línea de investigación**

**Construcción sostenible y sostenibilidad ambiental del territorio**

**Modalidad de Suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Francia Camacho José Andrés**

**Asesor:**

**Francisco Jaramillo Tarazona**

**ORCID: 0000-0002-9638-7814**

**Jurado:**

**Gerardo Enrique Cancho Zuñiga**

**Samir Augusto Arévalo Vidal**

**Gustavo Augusto Tabory Malpartida**

**Lima-Perú**

**2023**

### **Dedicatoria**

Agradezco a mi familia por el apoyo, siempre he dicho que ha sido un motor de un vehículo que nos lleva al éxito agradezco también a mi casa de estudio por brindarme los conocimientos para desarrollarme en el mundo laboral

## INDICE

Resumen.....	11
Abstract.....	12
I INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 Trayectoria del Autor: .....	13
1.2 Descripción de la Empresa/institución donde laboró.....	15
1.3 Organigrama de la empresa.....	16
1.4 Áreas y funciones desempeñadas.....	17
II DESCRIPCIÓN DE UNA TAREA ESPECÍFICA .....	18
2.1 Marco teórico .....	19
2.1.1 Cálculo de la demanda de energía. ....	19
2.1.2 Energía fotovoltaica. ....	19
2.1.3 Energía fotovoltaica en alrededor del mundo. ....	20
2.1.4 Energía fotovoltaica en el Perú. ....	20
2.1.5 Tipos de Sistemas Solares.....	21
2.1.6 Condiciones para el diseño del sistema fotovoltaico .....	23
2.1.7 Componentes de un Sistema fotovoltaico.....	27
2.1.8 Operación y mantenimiento de Sistemas Fotovoltaicos. ....	27
2.1.9 Términos de la evaluación económica.....	28
2.2 Método .....	29
2.2.1 Tipo de investigación.....	29
2.2.2 Ámbito espacial y temporal .....	29

2.2.3	Variables .....	30
2.2.4	Población y Muestra .....	30
2.2.5	Instrumentos.....	30
2.2.6	Procedimientos.....	31
2.3	RESULTADOS.....	75
2.4	DISCUSION.....	76
III	APORTES MÁS DESTACABLES DE LA EMPRESA .....	77
IV	CONCLUSIONES.....	79
V	RECOMENDACIONES .....	80
VI	REFERENCIAS .....	81
VII	ANEXOS.....	83

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 .....	31
<i>Vías de acceso</i> .....	31
Tabla 2 .....	32
<i>Alcance del proyecto</i> .....	32
Tabla 3 .....	36
<i>Población total proyectada al 30 de junio de cada año para el distrito de Calango</i> .....	36
Tabla 4 .....	37
<i>Población total proyectada al 30 de noviembre del 2037 para AA. HH</i> .....	37
Tabla 5 .....	38
<i>Cálculo de la demanda de un módulo de uso doméstico.</i> .....	38
Tabla 6 .....	38
<i>Cálculo de la demanda de un módulo de cargas especiales.</i> .....	38
Tabla 7 .....	39
<i>Cálculo de la demanda para alumbrado público.</i> .....	39
Tabla 8 .....	39
<i>Demanda total para el diseño del AA. HH Virgen de la Candelaria</i> .....	39
Tabla 9 .....	43
<i>Kit del sistema fotovoltaico aislado para carga domestica</i> .....	43
Tabla 10 .....	46
<i>Kit de un sistema fotovoltaico individual de cargas especiales.</i> .....	46
Tabla 11 .....	46
<i>Kit de un sistema fotovoltaico aislado de cargas especiales.</i> .....	46
Tabla 12 .....	49
<i>Cuadro de cargas de uso doméstico afectados por factor de simultaneidad</i> .....	49

Tabla 13 .....	49
<i>Cuadro de cargas de cargas especiales afectados por factor de simultaneidad.....</i>	<i>49</i>
Tabla 14 .....	50
<i>Cuadro de cargas de alumbrado público afectados por factor de simultaneidad. ....</i>	<i>50</i>
Tabla 15 .....	50
<i>Resumen de cuadro de cargas. ....</i>	<i>50</i>
Tabla 16 .....	52
<i>Kit de un sistema fotovoltaico Centralizado de cargas especiales.....</i>	<i>52</i>
Tabla 17 .....	52
<i>Proyección de la Oferta- Demanda con proyecto. ....</i>	<i>52</i>
Tabla 18 .....	53
<i>Proyección de la demanda-Oferta sin proyecto. ....</i>	<i>53</i>
Tabla 19 .....	54
<i>Duración de actividades para el SFI.....</i>	<i>54</i>
Tabla 20 .....	54
<i>Duración de actividades para el SFC.....</i>	<i>54</i>
Tabla 21 .....	55
<i>Flujo de costos de mercado a precio de mercado de alternativa 1. ....</i>	<i>55</i>
Tabla 22 .....	56
<i>Flujo de costos de mercado a precio de mercado de alternativa 2. ....</i>	<i>56</i>
Tabla 23 .....	57
<i>Costo anual de O&amp;M de SFI. ....</i>	<i>57</i>
Tabla 24 .....	58
<i>Costos de O&amp;M de SFC.....</i>	<i>58</i>
Tabla 25 .....	59



<i>Flujo de costos a precios de mercado de alternativa 1</i> .....	59
Tabla 26 .....	60
<i>Flujo de costos a precios de mercado de alternativa 2</i> .....	60
Tabla 27 .....	61
<i>Ingresos por venta de energía de alternativa 1 y alternativa 2</i> .....	61
Tabla 28 .....	62
<i>Flujo de beneficios de alternativa 2</i> .....	62
Tabla 29 .....	63
<i>Flujo de Costos Beneficio de alternativa 1</i> .....	63
Tabla 30 .....	64
<i>Flujo de Costos Beneficio de alternativa 2</i> .....	64
Tabla 31 .....	65
<i>Flujo de Costos Beneficio de ambas alternativas</i> .....	65
Tabla 32 .....	67
<i>Flujo de costos sociales totales Alternativa 1</i> .....	67
Tabla 33 .....	67
<i>Flujo de costos sociales totales Alternativa 2</i> .....	67
Tabla 34 .....	68
<i>Flujo de costos sociales totales Alternativa 1</i> .....	68
Tabla 35 .....	69
<i>Flujo de costos sociales totales Alternativa 2</i> .....	69
Tabla 36 .....	69
<i>Valor actual de costos sociales totales</i> .....	69
<i>Parámetros para estimación de beneficios</i> .....	70
Tabla 37 .....	70

<i>Beneficios económicos por uso de energía.</i> .....	70
Tabla 38 .....	71
<i>Flujo de Costos Beneficio sociales de alternativa 1.</i> .....	71
Tabla 39 .....	72
<i>Flujo de Costos Beneficio sociales de alternativa 2.</i> .....	72
Tabla 40 .....	73
<i>Flujo de Costos Beneficio sociales de alternativa 1.</i> .....	73
Tabla 41 .....	73
<i>Flujo de Costos Beneficio sociales de alternativa 1.</i> .....	73
<i>Representación gráfica de VANS y TIRS de alternativa1 y alternativa 2</i> .....	74
Tabla 42 .....	87

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 .....	16
<i>Organigrama de la empresa La Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Mala Omas – Clase “C” .....</i>	<i>16</i>
Figura 2 .....	21
<i>Componentes de un sistema fotovoltaico On Grid (conectado a red).....</i>	<i>21</i>
Figura 3 .....	22
<i>Componentes de un Sistema fotovoltaico Off Grid (sin conexión a red).....</i>	<i>22</i>
Figura 4 .....	23
<i>Componentes de un sistema fotovoltaico híbrido .....</i>	<i>23</i>
Figura 5 .....	24
<i>Radiación de 2.95KWh/m2 en punto de estudio con latitud -12.5214 longitud -76.5537.....</i>	<i>24</i>
Figura 6 .....	27
<i>Representación de la temperatura en el lugar de estudio. ....</i>	<i>27</i>
Figura 7 .....	32
<i>Plano de ubicación del proyecto.....</i>	<i>32</i>
Figura 8 .....	34
<i>En la siguiente imagen se muestra un diagrama de efectos. ....</i>	<i>34</i>
Figura 9 .....	40
<i>Ficha técnica de modulo fotovoltaicos .....</i>	<i>40</i>
Figura 10 .....	41
<i>La siguiente imagen indica el número de ciclos en función a DOD .....</i>	<i>41</i>
Figura 11 .....	42
<i>Ficha técnica de inversor SPF 2000TL de la marca Growatt.....</i>	<i>42</i>

Figura 12 .....	44
<i>La siguiente imagen indica el número de ciclos en función a DOD</i> .....	44
Figura 13 .....	45
<i>Ficha técnica de inversor SPF 5000TL de la marca Growatt.</i> .....	45
Figura 14 .....	47
<i>Especificaciones técnicas del panel fotovoltaico</i> .....	47
Figura 15 .....	48
<i>La siguiente imagen indica el número de ciclos en función a DOD</i> .....	48
Figura 16 .....	51
<i>Ficha técnica de inversor SPF 5000 MTL de la marca Growatt.</i> .....	51
Figura 17 .....	66
<i>Factor de corrección para la inversión</i> .....	66
Figura 18 .....	66
<i>Factor de corrección para la inversión</i> .....	66
Figura 19 .....	70
Figura 20 .....	74
Figura 21 .....	83
Figura 22 .....	83
Figura 23 .....	84
Figura 24 .....	84
Figura 25 .....	85
Figura 26 .....	85
Figura 27 .....	86
Figura 28 .....	86

## Resumen

**Objetivo:** Determinar en qué medida los sistemas fotovoltaicos influyen en la evaluación económica para cubrir la brecha energía eléctrica del lugar de estudio. **Método:** El trabajo de investigación es de tipo cuantitativa, se adopta un diseño de investigación experimental porque tenemos la presencia del diseño fotovoltaico de lo cual se determina resultados de costos que van a ser comparados para la toma de la mejor decisión. **Variable independiente:** Como primera variable independiente tenemos al Sistema Fotovoltaico Individual Off Grid y como segunda variable al Sistema Fotovoltaico Centralizado (SFC) Off Grid, ambos sistemas son totalmente autónomos, sin conexión a ninguna otra fuente de energía. **Variable Dependiente:** La evaluación económica es la variable dependiente la cual me ayudará a determinar la mejor alternativa comparando el VAN y TIR. **Justificación:** El presente trabajo de investigación busca cubrir la brecha de energía eléctrica en el AAHH. **Resultados:** La alternativa 1, será la elegida por tener VANS Positivo. La Alternativa 1 atenderá a 34 familias de uso doméstico con un kit fotovoltaico de 790W y 2 usuarios de cargas especiales con un kit fotovoltaico de 2370 W. **Conclusiones:** De la evaluación económica realizada, se concluye que la alternativa N° 1 es la más conveniente, solo en la parte social ya que de manera privada por los indicadores económicos no son viables. Ambas alternativas producen impactos ambientales positivos sobre el medio ambiente local.

**Palabras clave:** Sistema fotovoltaico individual, Sistema fotovoltaico Centralizado, Valor actual neto Social, Tasa interna de retorno social.

### Abstract

**Objective:** Determine to what extent photovoltaic systems influence the economic evaluation to cover the electrical energy gap of the study site. **Method:** The research work is quantitative, an experimental research design is adopted because we have the presence of the photovoltaic design from which cost results are determined that will be compared to make the best decision. **Independent variable:** As the first independent variable we have the Off Grid Individual Photovoltaic System and as the second variable we have the Off Grid Centralized Photovoltaic System (SFC), both systems are totally autonomous, without connection to any other energy source. **Dependent Variable:** The economic evaluation is the dependent variable which will help me determine the best alternative by comparing the NPV and IRR. **Justification:** This research work seeks to cover the electrical energy gap in human settlement. **Results:** Alternative 1 will be chosen for having Positive VANS. Alternative 1 will serve 34 households for domestic use with a 790W photovoltaic kit and 2 special load users with a 2370W photovoltaic kit. **Conclusions:** From the economic evaluation carried out, it is concluded that alternative No. 1 is the most convenient, only in the social part since privately due to economic indicators they are not viable. Both alternatives produce positive environmental impacts on the local environment.

**Keywords:** Individual photovoltaic system, Centralized photovoltaic system, Social net present value, Social internal rate of return.

## I INTRODUCCIÓN

### 1.1 Trayectoria del Autor:

Comencé mi formación universitaria desde el 2013 en la Universidad Nacional Federico Villarreal en Facultad de Ingeniería Civil, cumpliendo con el desarrollando de la malla curricular egresando así el 04 de junio del 2019 con el grado de bachiller.

Inicié en mi primer trabajo como asistente de ingeniero de campo desde diciembre del 2014 estando en el 4to ciclo de la carrera. En el tiempo laborado en la Empresa Las tres C, se construyó tramos de vía, 2400m<sup>2</sup> de estacionamiento vehicular, obras de saneamiento dentro del mercado Huamantanga, construcción de trampa de grasa, servicios higiénicos, cumplimiento de cronogramas de ejecución y calidad en obra, así como la supervisión de espesor de carpeta asfáltica, pendiente de escurrimiento, finalizando mis labores en el mes abril del 2015.

Posteriormente desde el mes de junio del 2016 ingresé como asistente de ingeniero de campo en la misma empresa Constructora e Inmobiliaria las tres C para hacer seguimiento a la construcción de un Colegio de 5 pisos distribuido en 5 salones por piso, con área destinada a zona de deportiva, con cancha y piscina. Encargado del cumplimiento de la programación de obra, revisión del correcto cumplimiento del proceso constructivo en base a los planos de obra de las distintas especialidades, así como también coordinar el planeamiento de adquisición de materiales hasta la etapa de acabados. Culminé mis labores a finales de octubre del 2016.

Meses después en el mes de diciembre del 2016 ingreso como asistente de ingeniero de campo a la empresa Grupo MG, participando en la construcción del Edificio Mar de Plata, un edificio Multifamiliar de 20 pisos con 2 sótanos de estacionamientos y 2 ascensores, 77 departamentos y 34 estacionamientos. Realizando el seguimiento a las partidas de estructura eléctricas y sanitarias, también coordinando la distribución de materiales con elevador, seguimiento al ensayo de probetas. Culminé mis labores en abril del 2017.

Posteriormente en el mes de octubre del 2018 trabajé en la empresa colombiana Viviendas del Perú en el edificio Bonavi por el periodo de un mes para la elaboración de planos. Asbuilt el edificio cuenta con 19 pisos, 2 ascensores, 3 sótanos, área de terreno 669 m<sup>2</sup>. Culminado mis labores en noviembre del 2018.

Meses después, en diciembre del 2018 ingrese nuevamente a la empresa colombiana Viviendas del Perú para participar de asistente de ingeniero de campo en el Edificio Multifamiliar Vanguard ubicado en el distrito de San Isidro. Edificio de 15,9, 6 pisos y 3 sótanos, 3 ascensores. Área de terreno 1,800 m<sup>2</sup>. Monto de inversión de S/ 24 MM. En esta empresa estuve a cargo de 12 subcontratistas, 10 obreros de casa y presentando mis actividades al Jefe de producción y Residente de Obra, también estaba encargado del desarrollo y programación de obras civiles, cumplimiento del cronograma obra, planeamiento de adquisición de materiales, planificación de actividades de izaje con la torre grúa. Culminado mis labores en mayo del 2019.

Luego desde el mes de julio del 2019 ingreso a trabajar a la empresa EFG Contratistas Generarles, una empresa dedicada al rubro de servicios eléctricos y de telecomunicaciones, especializada en ingeniería, obras civiles e implementación de redes de fibra óptica. Estuve en el puesto de asistente de operaciones encargado de la programación y supervisión de Obras Civiles de canalización, instalación de postes, asfaltado, así como verificar la calidad de las pruebas de compactación, concreto, asfalto y demás trabajos relacionados con ampliación de Fibra Óptica. Culminado mis labores fines de marzo del 2020.

Posteriormente en el mes de abril del 2020 ingreso a trabajar a Irazola Ingenieros S.A.C. desarrollando las actividades como coordinar y analizar el Panel de ejecución, elaborar Informe semanal, controlar la gestión de calidad y tiempo, realizar lecturas de campo trabajos propios y subcontratas, controlar de Maquinaria y Agregados elaborar informe de presentación y avance de proyecto.



## **1.2 Descripción de la Empresa/institución donde laboró.**

La Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Mala Omas – Clase “C”, es una Persona Jurídica de Derecho Privado, que se constituyó como una Asociación Civil sin fines de lucro, representativa de todos los usuarios de agua de la jurisdicción del Sector Hidráulico Menor Mala Omas – Clase “C”, se rige por su estatuto, reglamentos, manuales y demás disposiciones legales vigentes.

Constituye el máximo nivel de organización de todo los Usuarios del Sector Hidráulico Menor Mala Omas – Clase “C”; ejerce el rol de Operador de la Infraestructura Hidráulica Menor, y está conformada por las Comisiones de Usuarios de los Subsectores Hidráulicos: Calango, San Andrés, Correviento Rinconada, Flores Azpitia, Escala Salitre, Bujama, Flores San Antonio y Minay. Tienen por finalidad la participación organizada de los usuarios en la gestión sostenible de los recursos hídricos en la Cuenca Hidrográfica Mala- Omas.

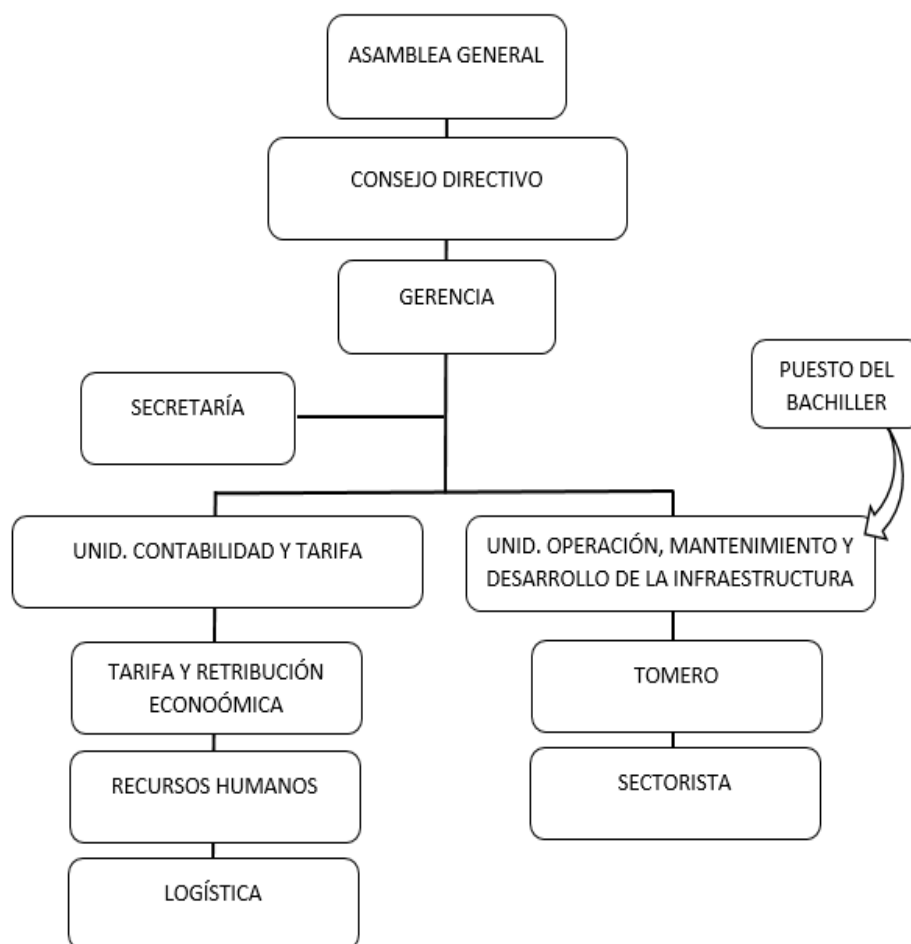
La Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Mala Omas – Clase “C”, se encuentra inscrita en el Registro de Personas Jurídicas libro de Asociaciones con la Partida Electrónica N° 06000133, tiene su domicilio legal en Pje. Hipólito Unanue Mz. E, Lt N°06, Urbanización Villa Condestable, Distrito de Mala, Provincia de Cañete, Región Lima.

### 1.3 Organigrama de la empresa.

La Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Mala Omas – Clase “C” organizado bajo el siguiente organigrama (Figura 1) para brindar un mejor servicio, lo cual el Bach. José Andrés Francia Camacho forma parte de la unidad de operación, mantenimiento y desarrollo de la infraestructura.

**Figura 1**

*Organigrama de la empresa La Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Mala Omas – Clase “C”*



Fuente: Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Mala Omas – Clase “C”

#### **1.4 Áreas y funciones desempeñadas**

En el área en el cual me desarrollo es la de unidad de operación y mantenimiento y desarrollo de la infraestructura, las funciones que desempeño es mantener en óptimas condiciones la infraestructura del canal de san Andrés para así garantizar que el caudal que oscila entre 650lps a 750lps llegue a su destino para el riego de campos en el distrito de San Andrés. Cuando existe un percance de mantenimiento por filtración se opta por realizar un tramo de canal de concreto armado, la cual para su reparación conlleva realizar el diseño, costos y presupuestos, así como coordinar la construcción, abastecimiento de materiales que por la geografía necesita coordinarse de acuerdo al kilometraje en donde se encuentre la obra.

## II DESCRIPCIÓN DE UNA TAREA ESPECÍFICA

Los proyectos de electrificación tienen una alta rentabilidad social en modernidad, educación, economía familiar, salud, seguridad. Entonces en qué medida es factible cubrir la brecha de energía eléctrica en el AAHH Virgen de la Candelaria comparando el Sistema Fotovoltaico Individual (SFI) con y el Sistema Fotovoltaico Centralizado (SFC) es así, que en la presente sustentación se muestra un análisis económico la cual permitirá la toma de la mejor decisión en el tiempo. Debido a la actividad del día a día de los seres humanos, el cambio climático viene sufriendo grandes cambios. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU) las emisiones mundiales de dióxido de carbono relacionadas con la energía aumentaron un 6 % en 2021, hasta alcanzar los 36 300 millones de toneladas, su nivel más alto de la historia, ya que la economía mundial se recuperó con fuerza de la crisis de COVID-19. Para darnos una idea, solo 10 países representan el 72% de la contaminación en el mundo, el que contamina más es China que equivale lo que contamina junto Estados Unidos, India, Rusia y Japón. En el 2020 las emisiones de CO<sub>2</sub> de Perú fueron de 46 597 M Tn en el 2022 se tuvo una emisión de 55144 M Tn con esto lamentablemente ocupamos el puesto 129 de los 184 países. La brecha en cuanto al suministro de energía en los pueblos alejados de nuestro País hace que exista un conjunto de problemas sociales. El presente informe de suficiencia profesional hace referencia al diseño de un SFC de un AAHH podría adoptar para evaluarlo económicamente con el fin de cubrir la brecha de energía eléctrica, para ellos se diseñará en función a la demanda energética, ubicación geográfica.

## **2.1 Marco teórico**

Para el desarrollo de la investigación se describirá los componentes necesarios para el diseño de energía fotovoltaica, tipos de sistemas, así como las condiciones geográficas para el diseño y posterior evaluación.

### ***2.1.1 Cálculo de la demanda de energía.***

El cálculo de la demanda nos determina la cantidad de energía que puede llegar a consumir una población, vivienda, etc. expresado en kW/h. Donde se cuantifica la potencia de cada equipo o artefacto considerando su uso no permanente, cada equipo se ve afectado por un factor de simultaneidad que hace más eficiente el sistema. Para este proyecto de investigación se identificó 34 unidades de vivienda, 2 unidades especiales y la red de alumbrado público conformadas por 12 luminarias.

### ***2.1.2 Energía fotovoltaica.***

El efecto fotovoltaico fue descubierto por el físico francés Alexandre Edmond Becquerel cuando realizaba estudios de la ley de Faraday del electrolisis, utilizando pilas electrolíticas con electrodos de platino, observó que la corriente eléctrica que producía la pila se disparaba en unos de los electrodos en presencia de la luz solar. Años después el norteamericano Charles Fritts creó la primera célula fotovoltaica apoyándose de láminas de selenio, oro y latón y con la incidencia de los rayos de sol provocaba que los electrones se movieran a través del selenio obteniendo corriente eléctrica circulando por los cables acondicionados. (ENDESA,2021). Actualmente gracias a distintas investigaciones se han ido mejorando la eficiencia de éste proceso, ahora se usa placas de silicio inyectadas con fósforo y placas de silicio inyectadas con boro que al juntarlas crea entre ellas una zona llamada zona de agotamiento. Esta forma de acondicionar las placas, sumado con la presencia de los fotones provenientes de los rayos del sol hacen que los componentes de las placas se exciten y crean

flujo de electrones que atraviesan un conductor de plata o cobre creando así la corriente eléctrica continua. Ésta corriente continua es transformada en corriente alterna haciendo uso de un inversor de corriente, pudiendo así sumar esta energía a la red eléctrica convencional o usarlo de manera aislada por cada familia.

### ***2.1.3 Energía fotovoltaica en alrededor del mundo.***

En el mundo actualmente 733 millones de personas no cuentan con energía eléctrica, alrededor de 2600 millones usan combustible contaminante para cocinar y calentar sus hogares.

De los gases de efecto invernadero las tres cuartas partes proviene de la producción de energía eléctrica. Se debería seguir invirtiendo e ir menguando gradualmente el uso de combustibles fósiles, esto lo podemos cubrir con mini redes solares modernas que puedes suministrar energía a aquellos pueblos alejados que no están conectados a la red pública. (Banco Mundial[BM],2022)

### ***2.1.4 Energía fotovoltaica en el Perú.***

En el Perú el porcentaje de personas sin acceso a la red eléctricas representa el 4.3% por lo que sería 1 387 610 de peruanos sin este servicio básico según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Ante este problema nacional, el gobierno peruano tiene un Plan de Expansión de Electrificación Rural (PNER) que como objetivo principal es llegar al 2025 con casi el 91.2% de peruanos con energía eléctrica, como hay zonas inaccesibles se espera cubrirlo con sistemas fotovoltaicos. (COMEX PERU ,2020).

### 2.1.5 Tipos de Sistemas Solares.

2.1.5.1 **Sistema Solar On Grid.** Éstas instalaciones fotovoltaicas están conectadas a la red eléctrica como se muestra en la Figura 2, pero se instalan para usar menos energía de la red y así menguar el pago por el uso de energía eléctrica. La ventaja de este sistema es que si requieres de mayor potencia por más horas no tendrías limite ya que la red cubriría esa demanda y la desventaja es que ya que si se va la corriente de la red, el sistema dejaría de funcionar ya que el sistema no tiene almacenamiento de energía. (DESIGENIA, 2022).

**Figura 2**

*Componentes de un sistema fotovoltaico On Grid (conectado a red)*



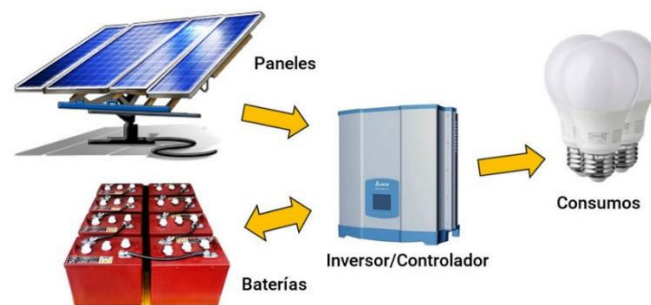
Fuente: SuriaEnergy

Adaptado de *Grafico Sistema fotovoltaico conectado a red*, por San Juan, 2018, SuriaEnergy

**2.1.5.2 Sistema Solar Off Grid.** Estas instalaciones fotovoltaicas llevan esta denominación, porque están totalmente aisladas de la red eléctrica como se muestra en la Figura 3, éste sistema tiene como componentes a los paneles solares, inversor, controlador y baterías para almacenamiento de energía para las horas nocturnas o cuando se presente condiciones climáticas que mengüen la producción de energía de los paneles. Analizando la ventaja, es que lo puedes instalar en cualquier parte previo estudio del sistema y como desventaja es que requiere de una inversión alta comparándola con el sistema on grid. (DESIGENIA, 2022).

### Figura 3

*Componentes de un Sistema fotovoltaico Off Grid (sin conexión a red)*



Fuente: SuriaEnergy

Adaptado de *Grafico sistema fotovoltaico sin conexión a red*, por San Juan, 2018, SuriaEnergy

**2.1.5.3 Sistema Fotovoltaico Híbrido.** Este sistema de fotovoltaicos se caracteriza por integrarse a otra fuente de energía externa como muestra en la Figura 4. Para ellos el sistema cuenta mayormente con un inversor híbrido donde se conecta la energía producida por los paneles, la energía almacenada y la energía de la otra fuente externa, la fuente externa pueden ser energía producida por misma red eléctrica, generador diésel o turbinas eólicas, por ejemplo. Usados generalmente para reducir costos de consumo, reducir costos de combustible y mantenimiento de equipos. (SUNSUPPLY, 2021).



## Figura 4

### Componentes de un sistema fotovoltaico híbrido



Fuente: SuriaEnergy

Adaptado de *Grafico sistema fotovoltaico híbrido*, por San Juan, 2018, SuriaEnergy

#### 2.1.6 Toneladas equivalentes de Petróleo.

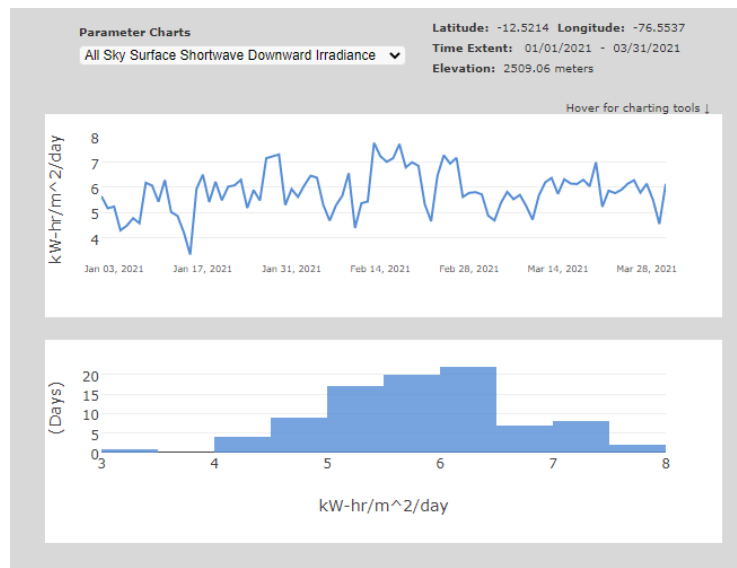
Tonelada equivalente de petróleo (TEP), refiere a la cantidad de energía contenida al quemar una tonelada de crudo de petróleo. La Agencia internacional de la energía recomienda un factor de conversión igual a 0.00086 Tep/Kwh.

#### 2.1.7 Condiciones para el diseño del sistema fotovoltaico.

2.1.7.1 **Irrradiación.** Energía recibida por unidad de superficie se expresa con unidades de Wh/m<sup>2</sup>. La nasa en su página vía web nos facilita esa información como se muestra en la figura 5, donde se aprecia una radiación de 2.95KWh/m<sup>2</sup>

**Figura 5**

*Radiación de 2.95KWh/m2 en punto de estudio con latitud -12.5214 longitud -76.5537*



Fuente: NASA

2.1.7.2 **Horas solar pico(HSP).** Número de horas que tiene un día con una irradiancia de 1000W/m<sup>2</sup> y se determina como se muestra en la ecuación N°1.

$$HSP = \frac{Irradiación\ Global\ (kWh/m^2)}{1000\ W/m^2} \dots \dots \dots (1)$$

2.1.7.3 **Cantidad de paneles fotovoltaicos.** Para determinar la cantidad de paneles usaremos la siguiente ecuación N°2.

$$\#Paneles\ FV = \frac{Demanda\ (kWh)}{n.\ p.\ f.\ HSP.\ Pot_{c/panel}} \dots \dots \dots (2)$$

- **Eficiencia del panel solar (n):** Es un factor de eficiencia del panel solar, lo encontramos en la ficha del fabricante.
- **Pérdida de potencia(p):** Es un factor para garantizar la potencia del sistema por la pérdida de la misma en los cables y componentes al momento de transmitir la energía.
- **Factor de seguridad (f):** Es un factor que garantiza la potencia ante situaciones como alta nubosidad, suciedad. y así garantizar el buen funcionamiento del sistema.

2.1.7.4 **Cálculo de la capacidad de baterías.** Para hallar la cantidad de baterías nos apoyaremos de la siguiente fórmula como indica la ecuación N°3, con la potencia multiplicado por las horas de uso que la conocemos como energía.

$$\text{Potencia(W)} = \text{Voltaje(V)} \times \text{Intensidad(A)} \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{Energía(Wh)} = \text{Voltaje(V)} \times \text{Intensidad(Ah)} \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{Intensidad(Ah)} = \frac{\text{Energía(Wh)}}{\text{Voltaje(V)}} \dots \dots \dots (5)$$

Apoyándonos en la ecuación N°5 afectados por los factores que mencionamos a continuación, obtenemos la ecuación N°6

$$\text{Capacidad de baterías (Ah)} = \frac{\text{Energía(Wh)} \times a}{V_{\text{sistema}} \times \text{DOD} \times f} \dots \dots \dots (6)$$

- **Energía(Wh):** La potencia total se obtiene del producto del número de equipos por la potencia del equipo. Esta información se detalla en el cuadro de cargas.
- **Días de autonomía (a):** Es un factor que garantiza mayor capacidad de almacenamiento, aprovechando almacenar los días de poco consumo, o los días con mayor energía solar.
- **Voltaje del sistema( $V_{\text{sistema}}$ ) :** Expresado en voltios y va a depender de las características del inversor y del sistema.
- **Profundidad de descarga(DOD):** Es el porcentaje de energía consumida de la batería. Las baterías mientras más sufra ciclos de carga y descarga acorta su vida útil.
- **Factor de seguridad (f):** Es un factor que garantiza la potencia ante situaciones como alta nubosidad, suciedad. y así garantizar el buen funcionamiento del sistema.

**2.1.7.5 Cálculo de potencia del inversor de corriente.** Para determinar la característica del inversor, primero determinamos la potencia Total del cuadro de cargas en estudio afectados por los factores de eficiencia y seguridad nos dan la potencia del Inversor como se muestra en la ecuación N°4. Al tratarse de equipos electrónicos se recomienda el uso de inversor de Onda Pura.

$$\text{Potencia del inversor (W)} = \frac{\text{Potencia Total} \times f}{e} \dots \dots \dots (7)$$

- **Potencia Total:** Se obtiene de la potencia por la cantidad de equipos y artefactos
- **Factor de seguridad (f):** Es un factor que garantiza la protección del inversor.
- **Eficiencia del inversor (e):** Es un factor expresado en porcentaje que al incluirlo a la formula asegura una mayor potencia ya que los inversores aun no son 100% eficientes.

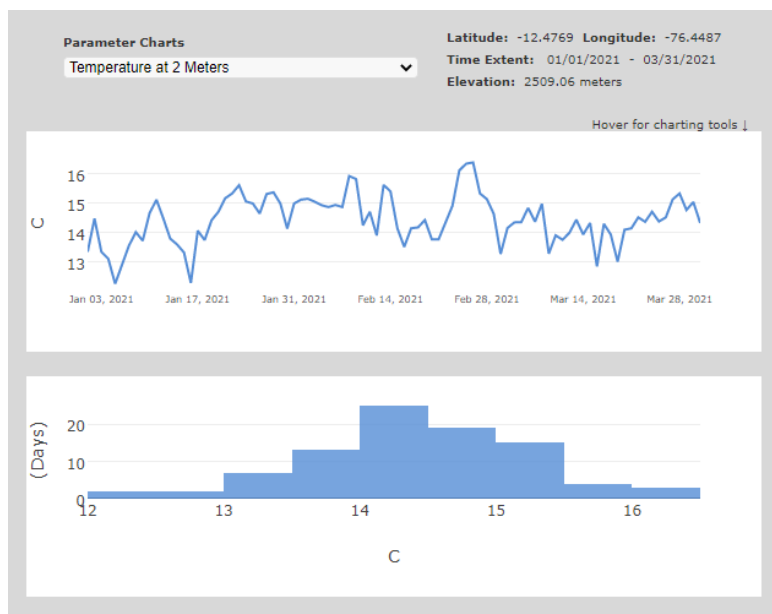
**2.1.7.6 Ángulo de inclinación de los módulos fotovoltaico.** Para mejorar la captación de radiación se debe instalar los paneles perpendiculares a la fuente de luz. Nuestra área de estudio está ubicada en las siguientes coordenadas latitud 12°31'23.7"S longitud 76°32'56.4"W. para determinar la inclinación denominada como ángulo  $\beta$ .

$$\beta = 3.6 + |\text{latitud}| \times 0.6 \dots \dots \dots (8)$$

**2.1.7.7 Temperatura.** En un ambiente de baja temperatura no hace que baje el rendimiento, sin embargo, las variaciones de alta temperatura hacen que baje el rendimiento. Se debe considerar una estructura de soporte que garantice el flujo de aire para mantener a los módulos fotovoltaicos entre 20° y 25° (Mateo, 2021). Para el área de estudio se estima una temperatura de 18° (Figura 6).

## Figura 6

*Representación de la temperatura en el lugar de estudio.*



Fuente: NASA

### 2.1.8 Componentes de un Sistema fotovoltaico.

**2.1.8.1 Módulos fotovoltaicos.** Es un conjunto de células fotovoltaicas que tienen la capacidad de transformar la energía solar y transformarla en energía eléctrica continua. Los elementos que lo conforman son las células fotovoltaicas donde su componente principal es el silicio, vidrio protector, marco de apoyo, caja eléctrica.

**2.1.8.2 Inversor solar.** Equipo electrónico que tiene como función convertir la corriente continua producida por los módulos fotovoltaicos a corriente alterna.

**2.1.8.3 Baterías de ciclo profundo.** Las baterías son dispositivos que están compuestos de celdas electroquímicas capaces de convertir energía química en energía eléctrica y se les denomina baterías de ciclo a las que tienen la capacidad de sufrir cargas y descargas.

### 2.1.9 Operación y mantenimiento de Sistemas Fotovoltaicos.

Tiene como objetivo conservar la capacidad de producción, minimizar fallas, disminuir costos como garantizar la integridad de las personas.

### 2.1.9.1 Tipos de mantenimiento.

A. **Mantenimiento proactivo.** Es cuando el mismo es planificado y programado, así hacer ésta partida más eficiente.

- a) Preventivos: Son periódicos como ajustes de bornes, limpieza.
- b) Predictivos: Orientados a predicción de ingeniería, se determina cuando va a fallar un cierto componente de un equipo como puede ser. muestras de aceite, prueba de resistencia de aisladores, cambios de filtro de aire.

B. **Mantenimiento reactivo:** Se dan de manera espontánea ya un componente presenta una falla ya que hay que reemplazar el equipo esto genera gastos inopinados, conocidos como mantenimiento correctivo.

### 2.1.10 Términos de la evaluación económica.

2.1.10.1 **Valor Actual Neto.** Valor actual de los beneficios netos que genera el proyecto.

Si  $VAN < 0$ : el proyecto no es rentable para los beneficiarios, por lo tanto, no se puede garantizar su sostenibilidad.

Si  $VAN > 0$ : el proyecto es rentable, por lo tanto, van a invertir en él

Se puede expresar con la siguiente ecuación.

$$VAN = \sum \frac{FC_n}{(1+TD)^n} \dots \dots \dots (9)$$

En donde:

FC<sub>n</sub>: Son los resultados de los flujos de caja para cada período

TD: Es la tasa de descuento

N: Es el número de períodos del PIP

2.1.10.2 **Tasa Interna de Retorno.** Tasa porcentual que indica la rentabilidad promedio anual que genera el capital invertido en el proyecto.

La TIR se halla igualando el VAN a cero. Es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero

Si  $TIR > TD$ : El proyecto es rentable

Si  $TIR < TD$ : El proyecto no es rentable

## 2.2 Método

### 2.2.1 Tipo de investigación.

El trabajo de investigación es de tipo cuantitativa , se adopta un diseño de investigación experimental porque tenemos la presencia del diseño fotovoltaico de lo cual se determina resultados de costos que van a ser comparados para la tomar la mejor decisión, se propuso evaluar una población de 36 viviendas, donde se analiza el mismo diseño para dos situaciones distintas red de sistema Off Grid que hace referencia al diseño de un SFC totalmente autónomo donde se incorpora un banco de baterías y el diseño de un SFC híbrido incorporando la energía térmica proveniente del uso de un generador para cubrir la demanda nocturna.

### 2.2.2 *Ámbito espacial y temporal*

2.2.2.1 **Ámbito espacial.** El presente trabajo de investigación se evaluó en el departamento de Lima, distrito de Calango, en el AA.HH. Virgen de la Candelaria ante la problemática de la brecha de energía eléctrica.

2.2.2.2 **Variable temporal.** El trabajo de investigación se desarrolló durante el mes de octubre y tendrá como duración el tiempo de dos meses terminando en noviembre del 2022.

### **2.2.3 Variables**

2.2.3.1 **Variable independiente.** Como primera variable independiente tenemos al Sistema Fotovoltaico Individual (SFI) Off Grid y como segunda variable independiente tenemos el diseño de un Sistema Fotovoltaico Centralizado (SFC).

2.2.3.2 **Variable Dependiente.** La evaluación económica, que mediante la comparación de los indicadores económicos VAN y TIR nos ayudará a determinar la mejor alternativa.

### **2.2.4 Población y Muestra**

2.2.4.1 **Población.** Para Arias (2012) define como "...población un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación..." (p.81). Por lo tanto, mi población de estudio son los pueblos que carecen de energía eléctrica.

2.2.4.2 **Muestra.** Según el autor Arias (2006) define muestra como "un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible" (p.83). Para éste estudio se toma un AAHH Virgen de la Candelaria que cuenta con 36 usuarios ubicados en el distrito de Calango, Provincia de Cañete, departamento de lima.,

### **2.2.5 Instrumentos.**

Para captar la información del AA.HH. tomaremos como instrumentos fuentes secundarias y estudios similares.



## 2.2.6 Procedimientos

### 2.2.6.1 Diagnóstico de la Situación actual

A. **Características de la población.** La zona del proyecto se encuentra ubicada en el Distrito de Calango, Provincia de Cañete, Departamento de Lima en Valle del río Mala. Las vías de acceso son vía terrestre como se muestra en la Tabla 1. Se adjunta imagen del plano de ubicación del proyecto. (Figura 7). La población beneficiada comprende 34 lotes de uso doméstico y 2 lotes de uso especial orientadas en un futuro para un local y un centro educativo inicial que le llamaremos a estos dos últimos como cargas especiales. (Tabla 2). El lugar de estudio tiende a proyectarse por las condiciones geográficas a casi aproximadamente a 180 usuarios más en el futuro.

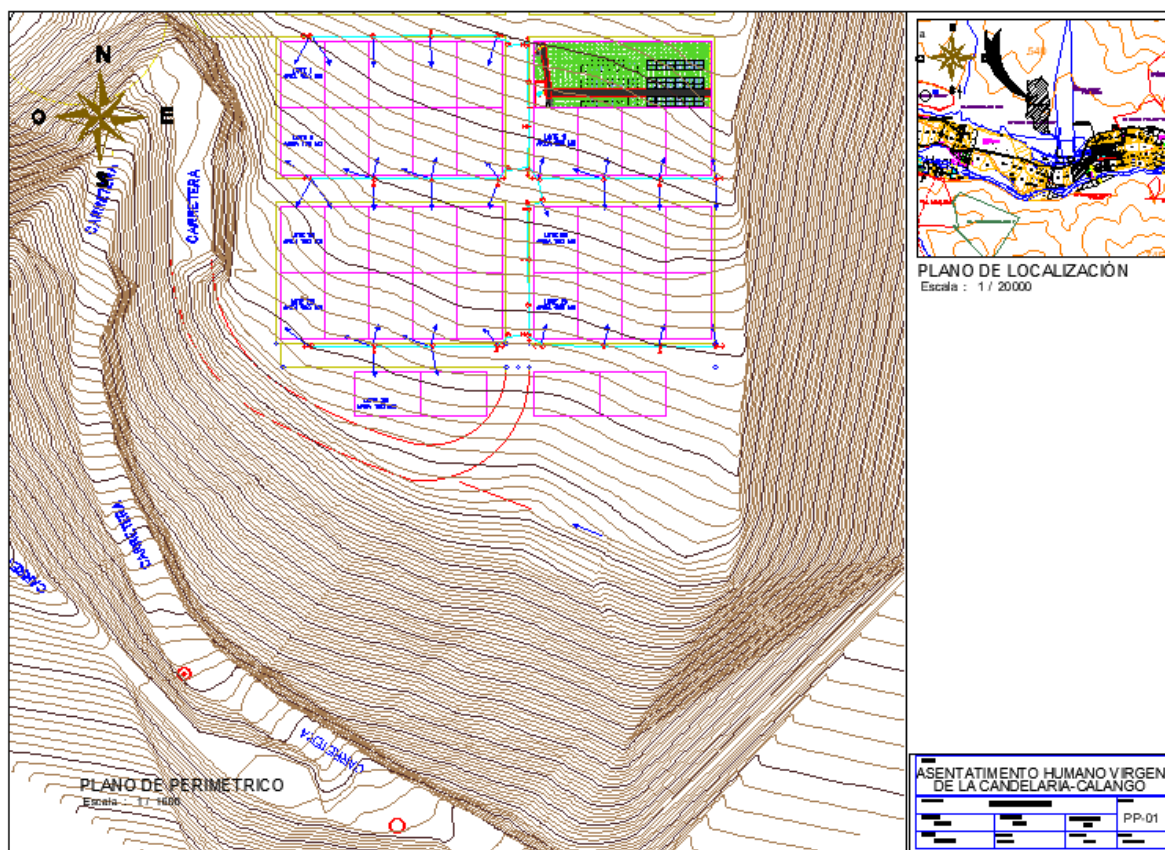
**Tabla 1**

*Vías de acceso*

N°	Distrito	Localidad	Tipo de Ruta	Nombre de la Ruta	Medio de transporte	Tiempo de Viaje	
						Tiempo de Viaje	Desde
1	Calango	AA.HH. virgen de la candelaria	Terrestre	Panamericana sur	Vehicular	55 minutos	Lima
			Terrestre	Carretera mala Viscas	Vehicular	22 minutos	Mala
			Terrestre	Acceso al AA.HH virgen de la candelaria	Vehicular	5 minutos	Carretera Mala Calango Km 19+360

**Figura 7**

*Plano de ubicación del proyecto.*



Fuente: Propia

**Tabla 2**

*Alcance del proyecto*

N°	Localidad	Provincia	Distrito	N° de Lotes	Cargas	N° de	Situación
				Domésticos	Especiales	Abonados	actual
AA.HH.							
1	Virgen de la Candelaria	Cañete	Calango	34	2	36	Sin energía eléctrica

Fuente: Propia

La población se caracteriza por participar en actividades agropecuarias, turismo y comercio.

B. **Educación.** El asentamiento humano se encuentra a 1km+330ml de un centro educativo con formación en primaria y secundaria por lo que la mayoría de los pobladores tienen secundaria completa.

C. **Salud.** El asentamiento humano se encuentra a 0 km+971ml de un Puesto de Salud, sin embargo, el local comunal destinará un área para un módulo de salud donde se almacenarán accesorios de rescate sillas de rueda, camillas de emergencia y brindará la atención básica de salud como atención de servicios de auxilio, colocación de ampollas, medida de la presión, atendidos por un agente comunitario de salud que de ser de más gravedad se le trasladaría al puesto de salud más cercano.

D. **Seguridad.** El asentamiento humano se encuentra a 1km+350ml de una comisaria sin embargo ha sufrido vandalismo , donde la ausencia de luz favorece esta actividad.

E. **Servicios Básicos.** La población de estudio no cuenta con los servicios básicos de agua y desagüe, sin embargo, los pobladores han construido un silo común para los SS. HH y el agua lo llevan al lugar con una movilidad en cilindros de plástico.

F. **Gravedad de la situación.** Actualmente el AA.HH. no cuenta con energía eléctrica y hace que los pobladores se vean forzados a comprar, pilas para radio, velas, Pero el uso de velas por las noches y en espacios reducidos es un agente contaminante. Ésta falta de energía hace que los estudiantes no rindan bien el colegio, tampoco pueden aprovechar las horas nocturnas para las lecturas etc.

2.2.6.2 **Definición del problema y sus causas.** El problema de la Población es la Nula presencia de energía eléctrica actualmente se alumbran con velas, linternas para cubrir ésta necesidad. Las causas principales son:

A. Poca capacidad adquisitiva para la instalación de un sistema convencional de generadores eléctricos.

B. Desconocimiento de los sistemas no convencionales para la generación de energía.

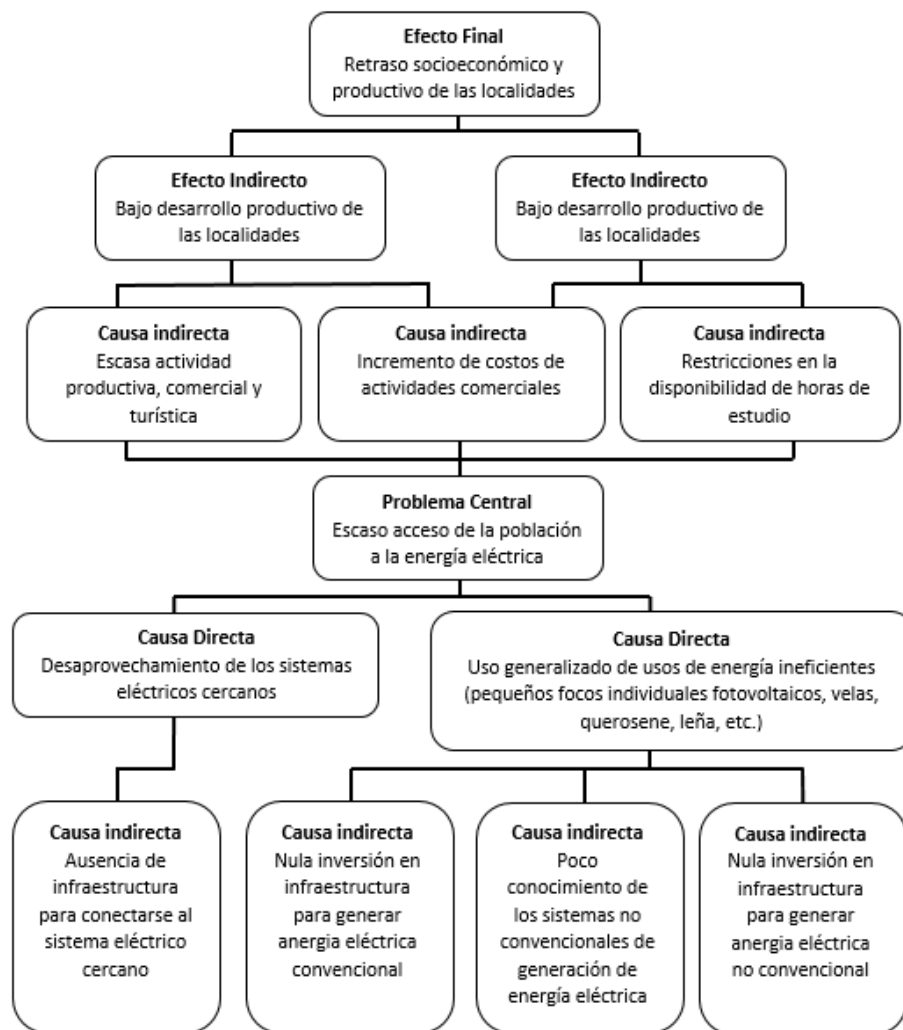
### 2.2.6.3 Análisis de efectos

A. **Baja productividad en actividades.** Ya que no cuentan con energía eléctrica, las actividades solo se enfocan a realizarse durante el día.

B. **Restricciones de educación o lectura.** Tanto estudiantes como adultos se ven obligados a realizar sus lecturas y tareas durante el día. Para el tema de educación virtual se limitan a no tener línea de internet por falta de energía en el modem, celular y laptop.

## Figura 8

En la siguiente imagen se muestra un diagrama de efectos.



Fuente: Propia

#### 2.2.6.4 Alternativas de solución.

##### **A. Alternativa 1.**

**Instalación de sistemas fotovoltaicos individuales:** Consiste en la instalación de un kit de paneles solares en cada vivienda suficientes para la generación de energía eléctrica, para satisfacer la demanda básica de alumbrado led, radio, tv, licuadora. Para el caso de cargas especiales se considera un kit que brinde mayor capacidad para abastecer alumbrado led, radio, tv, licuadora y computadora. Para el caso de alumbrado público se instalará pastorales.

##### **Kit solar fotovoltaico individual para cargas domésticas y cargas especiales**

- Panel Fotovoltaico(W)
- Inversor de corriente (W)
- Batería (Ah)
- Juego de Conductores
- luminarias de 15w
- kit de tomacorrientes
- Interruptores de un polo
- Kit de interruptores termomagnéticos

##### **Pastorales para alumbrado público.**

- Pastorales solares

## B. Alternativa 2

**Instalación de un sistema fotovoltaico Centralizado.** Consiste en la instalación de una central solar fotovoltaica, para ello se necesita de una cierta área para la instalación de los módulos fotovoltaicos, gabinete de control, para ellos también se necesita de la instalación de la red secundaria desde la planta hasta las viviendas.

Componentes del sistema solar fotovoltaico centralizado.

- Central solar fotovoltaica.
- Redes secundarias.
- Instalaciones domiciliarias

### 2.2.6.5 Análisis de demanda.

A. **Proyección de población y número de viviendas.** *El número de viviendas atendidas son 34 y 2 unidades especiales. Para obtener la proyección de la población se obtuvo datos del INEI donde nos indica una proyección del 2018 al 2020(Tabla 3), con esto se determina que la tasa de crecimiento es de 1.1%, de esta manera proyectamos la población a 20 años. (Tabla 4). En el AAHH. Virgen de la Candelaria se estima unos 4 habitantes por familia y según mi horizonte de planeación para el 2037 para el área de estudio se calcula 157 pobladores.*

### Tabla 3

*Población total proyectada al 30 de junio de cada año para el distrito de Calango*

Población total proyectada al 30 de junio de cada año para el distrito de Calango - tasa de crecimiento de 1.1%			
<b>Distrito</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Calango	2359	2385	2409

Fuente: INEI

**Tabla 4**

*Población total proyectada al 30 de noviembre del 2037 para AA. HH*

Pobladores del área de estudio del AA.HH 2022-2037- tasa de crecimiento de 1.01%		
<b>Población</b>	<b>2022</b>	<b>2037</b>
AA.HH VDC	136	157

Fuente: Propia

**B. Cálculo de la demanda de energía.** *Las cargas instaladas en el lugar de estudio para cubrir cada vivienda, carga especial y Alumbrado Público se estiman según la cantidad de equipos en relación a sus potencias y la cantidad de sus integrantes según el horizonte de planeación al 2037.*

1) Carga de uso domestico

En el AA.HH. se encuentran 34 viviendas habitadas por los pobladores, de las cuales se considera lo siguiente. (Tabla 2)

- televisor
- lámpara
- licuadora
- laptop

2) Carga especial:

En este asentamiento en vía de crecimiento se estima dos cargas especiales como un local comunal y un colegio, las cuales tienen las siguientes cargas a fin de atender necesidades básicas proyectadas para la atención de estudiantes y labores administrativas. (Tabla 3)

- televisor
- lámpara

- proyector
- laptop
- fotocopidora

### 3) Cargas de Alumbrado Publico

El alumbrado público de esta zona comprende

- luminarias Led

**Tabla 5**

*Cálculo de la demanda de un módulo de uso doméstico.*

<b>Cuadro de cargas :Cargas de uso doméstico</b>						
<b>Equipo</b>	<b>Pot (W)</b>	<b>cant</b>	<b>Vac</b>	<b>h/uso</b>	<b>Wh/d</b>	
Televisor	55	1	220	4	220	
Lámparas LED	15	6	220	4	360	
licuadora	600	1	220	0.15	90	
laptop	61	1	220	10	610	
<hr/>						
Potencia total W	806			(Wh/d)	1280	
					Total (Wh/d)	1292.8

Fuente: Propia

**Tabla 6**

*Cálculo de la demanda de un módulo de cargas especiales.*

<b>Cuadro de cargas : Cargas especiales</b>						
<b>Equipo</b>	<b>Pot (W)</b>	<b>cant</b>	<b>Vac</b>	<b>h/uso</b>	<b>Wh/d</b>	
Televisor	55	2	220	4	440	
Lámparas LED	15	12	220	3	540	
Proyector	35	2	220	2	140	
Laptop	60	4	220	12	2880	
Fotocopidora	30	1	220	2	60	
<hr/>						
Potencia total( W)	630			(Wh/d)	4060	
					Total (Wh/d)	4100.6

Fuente: Propia



**Tabla 7**

*Cálculo de la demanda para alumbrado público.*

<b>Cuadro de cargas: Cargas de alumbrado público</b>					
<b>Equipo</b>	<b>Pot (W)</b>	<b>cant</b>	<b>Vac</b>	<b>h/uso</b>	<b>Wh/d</b>
Lámpara	60	1	220	12	720
Potencia total W		60		(Wh/d)	720
				Total (Wh/d)	727.2

Fuente: Propia

**Tabla 8**

*Demanda total para el diseño del AA. HH Virgen de la Candelaria*

<b>Unidades de Vivienda</b>	<b>Cantidad de unidades</b>	<b>Wh(unidad de vivienda)</b>	<b>Wh Parcial</b>
<b>Vivienda</b>	34	1292.8	43955.2
<b>Cargas especiales</b>	2	4100.6	8201.2
<b>Alumbrado público</b>	12	727.2	8726.4
<b>Demanda Total (kWh)</b>			<b>60882.8</b>

Fuente: Propia

#### 2.2.6.6 Determinando los componentes de las alternativas

##### **A. Componentes de alternativa 1: Sistema fotovoltaico individual**

###### **A1) Vivienda**

###### a) Número de paneles fotovoltaicos

Remplazando la Irradiación de valor 2.95 Kwh /m<sup>2</sup> de la figura 5 en la ecuación N°1 nos da como HSP un resultado de 2.95 horas. De ésta manera podemos calcular el número de paneles necesarios usando la ecuación N°2.

$$\#Paneles\ FV = \frac{Demanda\ (kWh)}{n.p.f.HSP.Pot_{c/panel}} \dots \dots \dots (2)$$

- Eficiencia del panel solar (n): 0.9
- Pérdida de potencia(p): 0.87

- Factor de seguridad (f): 0.90

$$\#Paneles FV(Vivienda) = \frac{1,292}{0.9 \times 0.87 \times 0.9 \times 2.95 \times 0.395_{c/panel}}$$

$$\#Paneles FV(Vivienda) = 1.57 \equiv 2 \text{ und}$$

Se concluye que la cantidad de paneles es de 2 unidades y de 395W-48.8V-10.54A. con estos valores el sistema necesita una Potencia(W)<sub>input</sub> de 700W. En función a los equipos del mercado una Potencia del inversor(W)<sub>input</sub> a 2000W-24V

**Figura 9**

Ficha técnica de modulo fotovoltaicos

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS**

Module Type	JKM395M-72HL-V		JKM400M-72HL-V		JKM405M-72HL-V		JKM410M-72HL-V		JKM415M-72HL-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	SCT	NOCT	SCT	NOCT	SCT	NOCT
Maximum Power (Pmax)	395Wp	291Wp	400Wp	294Wp	405Wp	298Wp	410Wp	302Wp	415Wp	305Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	39.90V	37.4V	40.16V	37.6V	40.42V	37.8V	40.68V	38.0V	40.93V	38.18V
Maximum Power Current (Imp)	9.90A	7.77A	9.96A	7.82A	10.02A	7.88A	10.08A	7.94A	10.14A	8.00A
Open-circuit Voltage (Voc)	48.8V	46.0V	49.1V	46.2V	49.4V	46.5V	49.6V	46.7V	49.9V	47.0V
Short-circuit Current (Isc)	10.54A	8.51A	10.61A	8.57A	10.69A	8.63A	10.76A	8.69A	10.82A	8.74A
Module Efficiency STC (%)	19.63%		19.88%		20.13%		20.38%		20.63%	

\*STC: ☀ Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>    🌡 Cell Temperature 25°C    ☁ AM = 1.5  
 NOCT: ☀ Irradiance 800W/m<sup>2</sup>    🌡 Ambient Temperature 20°C    ☁ AM = 1.5    🌬 Wind Speed 1m/s  
 \*Power measurement tolerance: ±3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. JKM395-415M-72HL-V-A5-US

BUILDING YOUR TRUST IN SOLAR. [WWW.JINKOSOLAR.US](http://WWW.JINKOSOLAR.US)



Fuente: Ficha técnica del proveedor Jinko

- b) Cálculo de la capacidad de baterías. Para hallar la cantidad de baterías usaremos la ecuación N°6

$$\text{Capacidad de baterías (Ah)} = \frac{\text{Energía(Wh)} \times a}{V_{\text{sistema}} \times DOD \times f} \dots \dots \dots (6)$$

- Energía(Wh): 1292.8Wh

- *Días de autonomía (a):* Por si existe un corte o mantenimiento asumiremos medio día de autonomía expresado con el valor de 1.5.
- *Voltaje del sistema ( $V_{sistema}$ ):* 24V
- *Profundidad de descarga (DOD):* 70%
- *Factor de seguridad (f):* 0.97

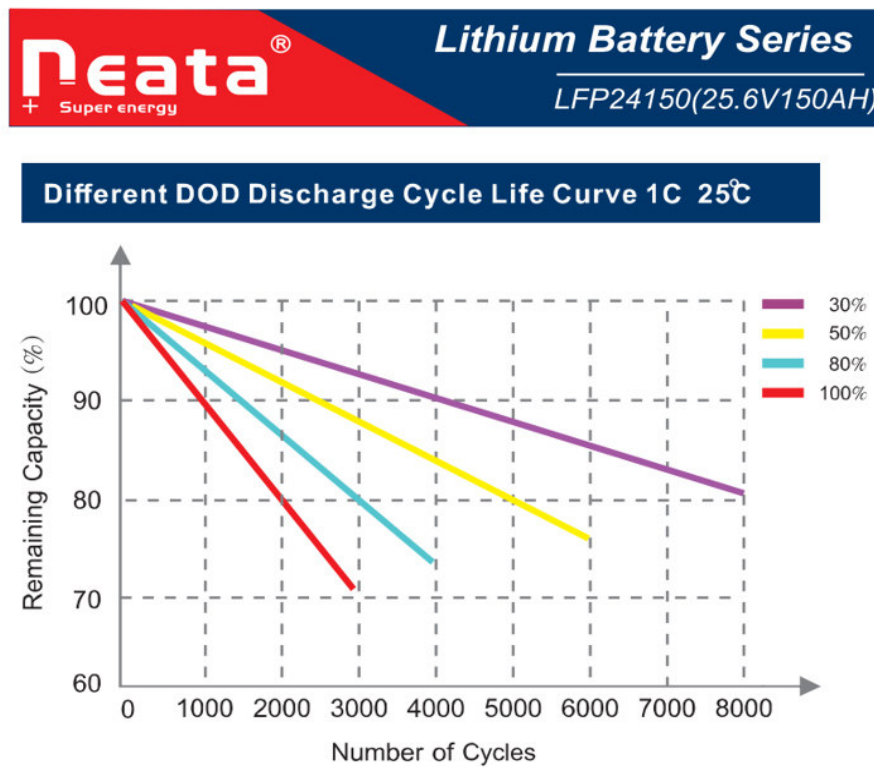
$$\text{Capacidad de baterías (Ah)} = \frac{1292.8Wh \times 1.5}{24 \text{ v} \times 0.7 \times 0.97}$$

$$\text{Capacidad de baterías (Ah)} = 138.83Ah$$

Considerando que el Sistema es de 24v, además baterías de litio (Figura 9) con una profundidad de descarga para ser considerada cambiarla en 10 años, entonces se considera 1 baterías de 150Ah-24V de litio.

### Figura 10

La siguiente imagen indica el número de ciclos en función a DOD



Fuente: Ficha técnica –Proveedor de la marca Neata Super Energy

c) Cálculo de potencia del inversor de corriente. Usaremos la ecuación N°4

$$\text{Potencia del inversor (W)} = \frac{\text{Potencia Total} \times f}{e} \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{Potencia del inversor(W)}_{\text{output}} = \frac{806\text{W} \times 1.25}{e}$$

- *Potencia Total(W)*: 806W
- *Factor de diseño (f)*: 1.25
- *Eficiencia del inversor (e)*: 93%

$$\text{Potencia del inversor(W)}_{\text{output}} = 1083.3\text{W}$$

Tenemos como opciones en el mercado de inversores de onda pura de 2000w,24v.

## Figura 11

Ficha técnica de inversor SPF 2000TL de la marca Growatt.

GROWATT NEW ENERGY TECHNOLOGY Co.,LTD A: No.28 Guangming Road, Longfeng Community, Shiyao, Baoan District, Shenzhen, P.R.China.  
T: + 86 755 2747 1900 F: + 86 755 2749 1460 E: info@ginverter.com

Datasheet	SPF 2000TL HVM-24	SPF 3000TL HVM-24	SPF 2000TL HVM-48	SPF 3000TL HVM-48	SPF 5000TL HVM/HVM-P
Battery Voltage	24VDC		48VDC		
Battery Type	Lithium/Lead-acid				
<b>INVERTER OUTPUT</b>					
Rated Power	2000VA/ 2000W	3000VA/ 3000W	2000VA/ 2000W	3000VA/ 3000W	5000VA/ 5000W
Parallel Capability	No				No/ Yes, 6 units maximum
AC Voltage Regulation (Battery Mode)	230VAC ± 5% @ 50/60Hz				
Surge Power	4000VA	6000VA	4000VA	6000VA	10000VA
Efficiency (Peak)	93%				
Waveform	Pure sine wave				
Transfer Time	10ms typical, 20ms Max				
<b>SOLAR CHARGER</b>					
Maximum PV Array Power	1500W		1800W		4500W
MPPT Range @ Operating Voltage	30VDC ~ 80VDC		60VDC ~ 115VDC		
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	102VDC		145VDC		
Number of Independent MPP Trackers/ Strings Per MPP Tracker			1/1		
Maximum Solar Charge Current	50A		30A		80A
Maximum Efficiency	98%				

Fuente: Ficha técnica –Proveedor de la marca Growatt

**Tabla 9***Kit del sistema fotovoltaico aislado para carga domestica*

<b>KIT DE PANEL FOTOVOLTAICO AISLADO</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>
Paneles Solares 395W-48.8V	2
Baterías litio 150Ah-24V	1
Inversor onda pura senoidal 2000W-24V	1

Fuente: Propia

**A2)** Cargas especiales.

a) Número de paneles fotovoltaicos

Remplazando la Irradiación de valor 2.95 Kwh/m<sup>2</sup> de la figura 5 en la ecuación N°1 nos da como HSP un resultado de 2.95 horas. De ésta manera podemos calcular el número de paneles necesarios usando la ecuación N°2.

$$\#Paneles\ FV = \frac{Demanda\ (kWh)}{n.p.f.HSP.Pot_{c/panel}} \dots \dots \dots (2)$$

- Eficiencia del panel solar (n): 0.90
- Pérdida de potencia(p): 0.87
- Factor de seguridad (f): 0.90

$$\#Paneles\ FV(Vivienda) = \frac{4.1006}{0.9 \times 0.87 \times 0.90 \times 2.95 \times 0.395_{c/panel}}$$

$$\#Paneles\ FV(Vivienda) = 4.99 \equiv 6\ \text{und}$$

Se concluye que la cantidad de paneles es de 6 unidades y de 395W-48.8V-10.54A. con estos valores el inversor a seleccionar debe soportar una Potencia(W)<sub>input</sub> de 2100W. En función a los equipos del mercado una Potencia del inversor(W)<sub>input</sub> a 3000W-24V

b) Cálculo de la capacidad de baterías. Para hallar la cantidad de baterías usaremos la ecuación N°6

$$\text{Capacidad de baterías (Ah)} = \frac{\text{Energía(Wh)} \times a}{\text{Voltaje} \times \text{DOD} \times f} \dots \dots \dots (6)$$

- *Energía(Wh): 4100.6Wh*
- *Días de autonomía (a): 1.5.*
- *Voltaje del sistema(V<sub>sistema</sub>) : 48V*
- *Profundidad de descarga(DOD): 60%*
- *Factor de seguridad (f): 0.97*

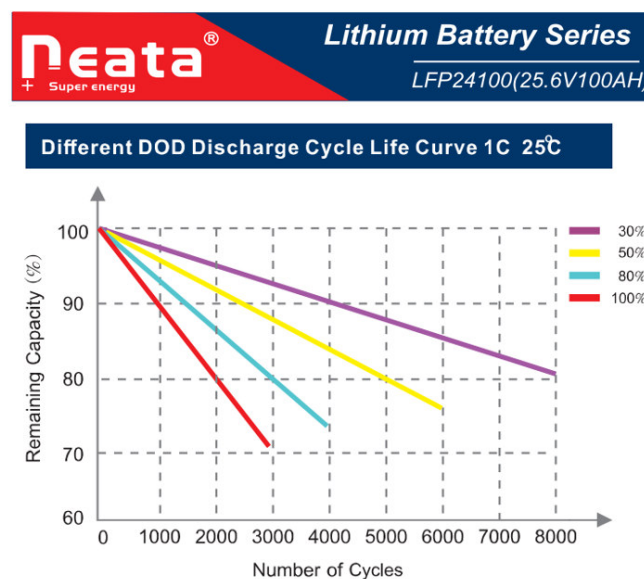
$$\text{Capacidad de baterías (Ah)} = \frac{4100.6Wh \times 1.5}{48 \text{ v} \times 0.7 \times 0.97}$$

$$\text{Capacidad de baterías (Ah)} = 118.99Ah$$

Considerando que el Sistema es de 48v, además que se instalarán baterías de litio (Figura 11) con una profundidad de descarga para ser considerada cambiarla en 10 años, entonces se considera 2 baterías de 100Ah-24V de litio.

### Figura 12

La siguiente imagen indica el número de ciclos en función a DOD.



Fuente: Ficha técnica –Proveedor de la marca Neata Super Energy

c) Cálculo de potencia del inversor de corriente. Usaremos la ecuación N°4

$$\text{Potencia del inversor (W)} = \frac{\text{Potencia Total} \times f}{e} \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{Potencia del inversor(W)}_{output} = \frac{2220W \times 1.25}{e}$$

- *Potencia Tota(W)l*: 2220W
- *Factor de diseño (f)*: 1.25
- *Eficiencia del inversor (e)*: 93%

$$\text{Potencia del inversor(W)}_{output} = 2983.87W$$

Tenemos como opciones en el mercado de inversores de onda pura de 5000w,48v

**Figura 13**

*Ficha técnica de inversor SPF 5000TL de la marca Growatt.*

GROWATT NEW ENERGY TECHNOLOGY Co.,LTD A: No.28 Guangming Road, Longfeng Community, Shiyao, Baoan District, Shenzhen, P.R.China.  
 T: + 86 755 2747 1900 F: + 86 755 2749 1460 E: info@ginverter.com

Datasheet	SPF 2000TL HVM-24	SPF 3000TL HVM-24	SPF 2000TL HVM-48	SPF 3000TL HVM-48	SPF 5000TL HVM/HVM-P
Battery Voltage	24VDC		48VDC		
Battery Type	Lithium/Lead-acid				
<b>INVERTER OUTPUT</b>					
Rated Power	2000VA/ 2000W	3000VA/ 3000W	2000VA/ 2000W	3000VA/ 3000W	5000VA/ 5000W
Parallel Capability	No				No/ Yes, 6 units maximum
AC Voltage Regulation (Battery Mode)	230VAC ± 5% @ 50/60Hz				
Surge Power	4000VA	6000VA	4000VA	6000VA	10000VA
Efficiency (Peak)	93%				
Waveform	Pure sine wave				
Transfer Time	10ms typical, 20ms Max				
<b>SOLAR CHARGER</b>					
Maximum PV Array Power	1500W		1800W		4500W
MPPT Range @ Operating Voltage	30VDC – 80VDC		60VDC – 115VDC		
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	102VDC		145VDC		
Number of Independent MPPT Trackers/ Strings Per MPPT Tracker			1/1		
Maximum Solar Charge Current	50A		30A		80A
Maximum Efficiency	98%				

Fuente: Ficha técnica –Proveedor de la marca Growatt

**Tabla 10**

*Kit de un sistema fotovoltaico individual de cargas especiales.*

<b>KIT DE PANEL FOTOVOLTAICO INDIVIDUAL DE CARGA ESPECIALES</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>
Paneles Solares 395W-48.8V-10.54A	6
Baterías Litio 100Ah-24V	2
Inversor onda pura senoidal 5000W-48V	1

Fuente: Fuente propia

### A3) Alumbrado público

Para el alumbrado público se estima reflectores del tipo individual de 400w

## B. Determinando los componentes de la alternativa 2.

**B1) Cálculo de componentes SFC.** Para el cálculo de los siguientes componentes adjuntamos la tabla N°11

**Tabla 11**

*Kit de un sistema fotovoltaico aislado de cargas especiales.*

<b>Resumen de cuadro de cargas viviendas aisladas</b>			
<b>Unidades de Vivienda</b>	<b>Cantidad de unidades</b>	<b>Wh(unidad de vivienda)</b>	<b>Wh Parcial</b>
Vivienda	34	1292.8	43955.2
Cargas especiales	2	4100.6	8201.2
Alumbrado público	12	727.2	8726.4
<b>Demanda Total</b>			<b>60882.8</b>

Fuente: Fuente Propia

a) Número de paneles fotovoltaicos.

Remplazando la Irradiación de valor 2.95 Kwh/m<sup>2</sup> de la figura 5 en la ecuación N°1 nos da como HSP un resultado de 2.95 horas. De ésta manera podemos calcular el número de paneles necesarios usando la ecuación N°2.

$$\#Paneles\ FV(Vivienda) = \frac{60882.8}{0.9 \times 0.87 \times 0.90 \times 2.95 \times 0.410_{c/panel}}$$



$$\#Paneles FV(Vivienda) = 71.73 \cong 72 \text{ und}$$

Se concluye que la cantidad de paneles es de 72 unidades y de 410W-49.6V-10.76A. con estos valores el inversor a seleccionar debe soportar una Potencia(W)<sub>input</sub> de 29.52KW. En función a los equipos del mercado se requiere 6 Inversor con una Potencia del inversor(W)<sub>input</sub> a 5000W-48V

## Figura 14

### Especificaciones técnicas del panel fotovoltaico

#### ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Module Type	JKM395M-72HL-V		JKM400M-72HL-V		JKM405M-72HL-V		JKM410M-72HL-V		JKM415M-72HL-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	SCT	NOCT	SCT	NOCT	SCT	NOCT
Maximum Power (Pmax)	395Wp	291Wp	400Wp	294Wp	405Wp	298Wp	410Wp	302Wp	415Wp	305Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	39.90V	37.4V	40.16V	37.6V	40.42V	37.8V	40.68V	38.0V	40.93V	38.18V
Maximum Power Current (Imp)	9.90A	7.77A	9.96A	7.82A	10.02A	7.88A	10.08A	7.94A	10.14A	8.00A
Open-circuit Voltage (Voc)	48.8V	46.0V	49.1V	46.2V	49.4V	46.5V	49.6V	46.7V	49.9V	47.0V
Short-circuit Current (Isc)	10.54A	8.51A	10.61A	8.57A	10.69A	8.63A	10.76A	8.69A	10.82A	8.74A
Module Efficiency STC (%)	19.63%		19.88%		20.13%		20.38%		20.63%	

\*STC: ☀ Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>

NOCT: ☀ Irradiance 800W/m<sup>2</sup>

🌡 Cell Temperature 25°C

🌡 Ambient Temperature 20°C

☁ AM = 1.5

☁ AM = 1.5

🌬 Wind Speed 1m/s

\*Power measurement tolerance: ±3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. JKM395-415M-72HL-V-A5-US

BUILDING YOUR TRUST IN SOLAR. [WWW.JINKOSOLAR.US](http://WWW.JINKOSOLAR.US)

**Jinko**<sup>Solar</sup>

Fuente: Ficha técnica del proveedor Jinko

- b) Cálculo de la capacidad de baterías. Para hallar la cantidad de baterías usaremos la ecuación N°6

$$\text{Capacidad de baterías (Ah)} = \frac{\text{Energía(Wh)} \times a}{\text{Voltaje} \times \text{DOD} \times f} \dots \dots \dots (6)$$

- *Energía(Wh): 60882.8Wh*
- *Días de autonomía (a): 1.5.*
- *Voltaje del sistema(V<sub>sistema</sub>) : 48V*
- *Profundidad de descarga(DOD): 80%*

- *Factor de seguridad (f): 0.97*

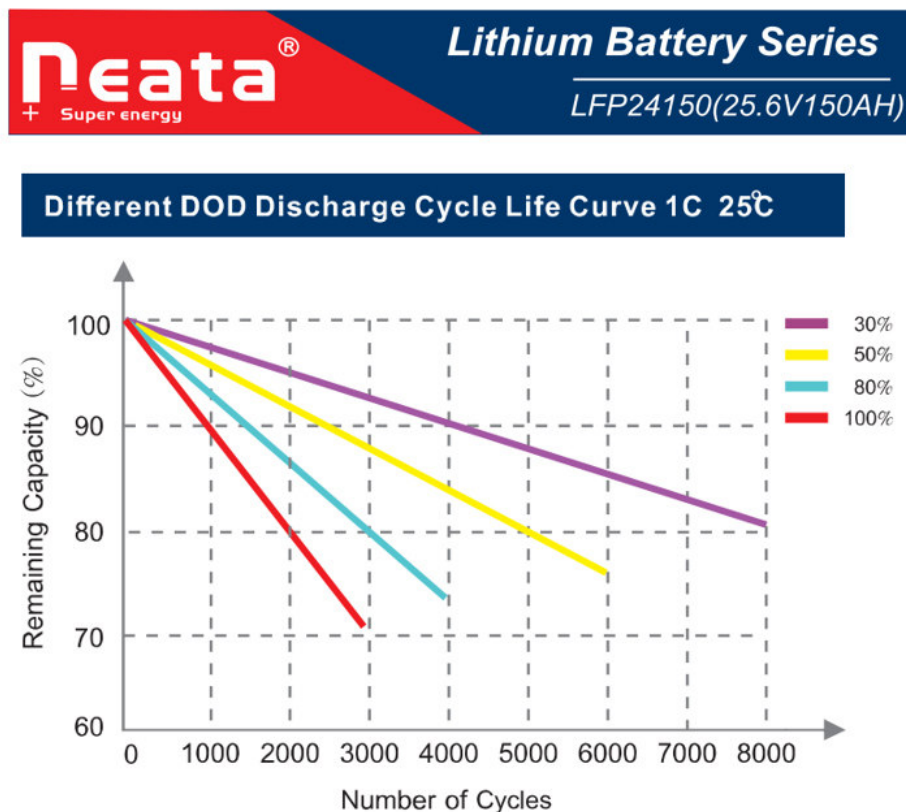
$$\text{Capacidad de baterías (Ah)} = \frac{60882.8Wh \times 1.5}{48 \text{ v} \times 0.8 \times 0.97}$$

$$\text{Capacidad de baterías (Ah)} = 2451.79Ah$$

Haciendo uso de baterías de 150Ah de la ecuación nos resultaría 17 baterías, pero debido a que el sistema está considerado trabajar a 48V necesitamos hacer uso de grupos pares de baterías. Considerando que el Sistema es de 48v, además que se instalarán baterías de litio (Figura 13) con una profundidad de descarga para ser considerada cambiarla en 10 años, entonces se considera 24 baterías de 150Ah-24V de litio.

### Figura 15

La siguiente imagen indica el número de ciclos en función a DOD



Fuente: Ficha técnica –Proveedor de la marca Neata Super Energy

c) Cálculo de potencia del inversor de corriente. *Para el cálculo de la potencia del inversor afectaremos al cuadro de carga un factor de simultaneidad para determinar la potencia total y la ecuación N°4.*

**Tabla 12**

*Cuadro de cargas de uso doméstico afectados por factor de simultaneidad*

<b>Cuadro de cargas :Cargas de uso doméstico</b>							
<b>Equipo</b>	<b>Pot (W)</b>	<b>cant</b>	<b>fs</b>	<b>Simul (W)</b>	<b>Vac</b>	<b>h/uso</b>	<b>Wh/d</b>
Televisor	55	1	0.75	41.25	220	4	220
Lámpara	15	6	1	90	220	3	360
licuadora	600	1	0.75	450	220	0.15	90
laptop	61	1	0.9	54.9	220	10	610

Potencia total W	806	Potencia total W	636.15	(Wh/d)	1280
				Total (Wh/d)	1292.8

Fuente: Fuente Propia

**Tabla 13**

*Cuadro de cargas de cargas especiales afectados por factor de simultaneidad*

<b>Cuadro de cargas :Cargas especiales</b>							
<b>Equipo</b>	<b>Pot (W)</b>	<b>cant</b>	<b>fs</b>	<b>Simul (W)</b>	<b>Vac</b>	<b>h/uso</b>	<b>Wh/d</b>
Televisor	55	2	0.75	82.5	220	4	440
Lámparas LED	15	12	1	180	220	3	540
Proyector	35	2	0.6	42	220	2	140
Laptop	60	4	0.9	216	220	12	2880
Fotocopiadora	30	1	1	30	220	2	60

Potencia total (W)	630	Potencia total (W)	550.5	(Wh/d)	4060
				Total (Wh/d)	4100.6

Fuente: Fuente Propia

**Tabla 14**

*Cuadro de cargas de alumbrado público afectados por factor de simultaneidad.*

<b>Cuadro de cargas : Cargas de alumbrado público</b>							
<b>Equipo</b>	<b>Pot (W)</b>	<b>cant</b>	<b>fs</b>	<b>Simul (W)</b>	<b>Vac</b>	<b>h/uso</b>	<b>Wh/d</b>
Lámpara	60	1	1	60	220	12	720
Potencia total (W)	60		Potencia total (W)	48		(Wh/d)	720
						Total (Wh/d)	727.2

Fuente: Fuente Propia

**Tabla 15**

*Resumen de cuadro de cargas.*

<b>Resumen de Potencia de cada unidad</b>			
<b>Unidades de Vivienda</b>	<b>Cantidad de unidades</b>	<b>W(unidad de vivienda)</b>	<b>W Parcial</b>
<b>Vivienda</b>	34	636.15	21629.1
<b>Cargas especiales</b>	2	550.5	1101
<b>Alumbrado público</b>	12	60	720
		<b>Potencia Total W</b>	<b>23450.1</b>

Fuente: Fuente Propia

$$\text{Potencia del inversor (W)} = \frac{\text{Potencia Total} \times f}{e} \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{Potencia del inversor(W)}_{output} = \frac{23450.1W \times 1.25}{e}$$

- *Potencia Tota(W)l: 23450.1W*
- *Factor de diseño (f): 1.25*
- *Eficiencia del inversor (e): 97%*

$$\text{Potencia del inversor(W)}_{output} = 30219.2W$$

*Tenemos como opciones en el mercado de inversores de onda pura de 5000w,48v.*

## Figura 16

*Ficha técnica de inversor SPF 5000 MTL de la marca Growatt.*

Shenzhen Growatt New Energy Technology CO.,LTD  
1st East & 3rd Floor, Jiayu Industrial Zone, Xibianling, Shangwu Village,  
Shiyan, Baoan District, Shenzhen, P.R.China

T +86 755 2747 1942

F +86 755 2747 2131

E info@ginverter.com

W www.growatt.com

GR - UM - 002 - 00

Table2. GROWATT3600-5000 MTL series

Model	Growatt 3600MTL	Growatt 4200MTL	Growatt 4600MTL	Growatt 5000MTL
Specifications				
Input data(DC)				
Max. DC power	3800W	4400W	4800W	5200W
Max. DC voltage	600V	600V	600V	600V
Start voltage	150V	150V	150V	150V
PV voltage range	100V-600V	100V-600V	100V-600V	100V-600V
MPP work voltage range/ nominal voltage	120V-600V/360V	120V-600V/360V	120V-600V/360V	120V-600V/360V
Full load dc voltage range	190V-580V	175V-580V	175V-580V	175V-580V
Max. input current of tracker A/ tracker B	10A/10A	15A/15A	15A/15A	15A/15A
Max. input current per string of tracker A/tracker B	10A/10A	15A/15A	15A/15A	15A/15A
Number of independent MPP trackers / strings per MPP tracker	2/2	2/2	2/2	2/2

Fuente: Ficha técnica –Proveedor de la marca Growatt

**Tabla 16**

*Kit de un sistema fotovoltaico Centralizado de cargas especiales.*

<b>KIT DE PANEL FOTOVOLTAICO CENTRALIZADO DE CARGA ESPECIALES</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>
Paneles Solares 410W-40.5V-8.83A	72
Baterías 150Ah-24V	24
Inversor onda pura senoidal 5000W-48V	6

Fuente: Fuente Propia

2.2.6.7 **Análisis de oferta.** Para el siguiente análisis la oferta con proyecto es la potencia en energía que se otorgará a la población. Según su demanda la oferta en energía haciendo uso de generadores y haciendo uso de energía no convencional es de 29.52 KW.

2.2.6.8 **Balance de oferta – demanda.** Se muestra las siguientes tablas para un estudio con proyecto con una oferta de 29.50 KW (Tabla 17) y sin proyecto (Tabla18), pero como el lugar de estudio no cuenta con energía la oferta sin proyecto es 0 KW.

**Tabla 17**

*Proyección de la Oferta- Demanda con proyecto.*

<b>Prtoyección de la Oferta - Demanda con proyecto</b>			
<b>Año</b>	<b>Demanda (kW)</b>	<b>Oferta (kW)</b>	<b>Balance (kW)</b>
0			
1	26.00	29.52	3.52
2	26.25	29.52	3.27
3	26.50	29.52	3.02
4	26.75	29.52	2.77
5	27.01	29.52	2.51
6	27.26	29.52	2.26
7	27.51	29.52	2.01
8	27.76	29.52	1.76
9	28.01	29.52	1.51
10	28.26	29.52	1.26
11	28.51	29.52	1.01
12	28.77	29.52	0.75
13	29.02	29.52	0.50
14	29.27	29.52	0.25
15	29.52	29.52	0.00

Fuente: Propia

**Tabla 18***Proyección de la demanda-Oferta sin proyecto.*

<b>Prtoyeción de la Oferta - Demanda sin proyecto</b>			
<b>Año</b>	<b>Demanda (kW)</b>	<b>Oferta (kW)</b>	<b>Balance (kW)</b>
0			
1	26.00	0	-26.00
2	26.25	0	-26.25
3	26.50	0	-26.50
4	26.75	0	-26.75
5	27.01	0	-27.01
6	27.26	0	-27.26
7	27.51	0	-27.51
8	27.76	0	-27.76
9	28.01	0	-28.01
10	28.26	0	-28.26
11	28.51	0	-28.51
12	28.77	0	-28.77
13	29.02	0	-29.02
14	29.27	0	-29.27
15	29.52	0	-29.52

Fuente: Propia

2.2.6.9 **Etapas de actividades de alternativas.** A continuación, se muestran las actividades de la alternativa 1 y la alternativa 2

**Tabla 19**

*Duración de actividades para el SFI*

<b>Proyecto Alternativo 1: Instalación de SFI como fuente de energía</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Duración</b>
<b>FASE I: INVERSIÓN</b>	<b>94 días</b>
<b>Etapas I: Redes de alumbrado público</b>	<b>16 días</b>
Suministros de Equipos y Materiales	10 días
Trabajos Preliminares	4 días
Montaje Pastorales	2 días
<b>Etapas II: Generación : SFI</b>	<b>78 días</b>
Suministro de Equipos y Materiales	30 días
Trabajos Preliminares	12 días
Montaje Pastorales	36 días
<b>FASE II: POST INVERSIÓN</b>	<b>15 años</b>
Operación y Mantenimiento de las redes primarias y secundarias	15 años

Fuente: propia

**Tabla 20**

*Duración de actividades para el SFC*

<b>Proyecto Alternativo 2: Instalación del SFC como fuente de energía</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Duración</b>
<b>FASE I: INVERSIÓN</b>	<b>96 días</b>
<b>Etapas I: Redes Secundarias</b>	<b>36 días</b>
Suministros de Equipos y Materiales	30 días
Trabajos Preliminares	06 días
Montaje Electromecánico de Líneas Secundarias	02 días
<b>Etapas II: Generación : SFC</b>	<b>60 días</b>
Suministro de Equipos y Materiales	18 días
Trabajos Preliminares	12 días
Montaje Electromecánico	40 días
<b>FASE II: POST INVERSIÓN</b>	<b>15 años</b>
Operación y Mantenimiento de las redes primarias y secundarias	15 años

Fuente: propia



### 2.2.6.10 Costos a precios de mercado.

A. **Flujos de costos a precio de mercado.** Se muestran los flujos de costos de ambas alternativas.

**Tabla 21**

*Flujo de costos de mercado a precio de mercado de alternativa 1.*

<b>FLUJOS DE COSTOS A PRECIOS DE MERCADO</b>	<b>Año 0</b>	<b>8 Años</b>	<b>Año 15</b>
<b>Instalación de Sistema fotovoltaico Individual</b>			
Suministro de Equipos y Materiales Fijos	74,045.67		
Suministro de Equipos y Materiales variables			
Inv. en baterías 150 Ah	125444.36		
Inv. en baterías 100Ah	9836.64		
Inv. en inversores onda pura s.l 2000W-24V	51000.00		
Inv. en inversor Onda pura s. 5000W-48V	6600.00		
Inv. en equipos de iluminación-Pastoral	5760.00	5760.00	
Montaje de equipos fijos	24118.52		
Montaje de equipos variables	420.00	420.00	
Transporte fijo	12262.16		
Transporte fijo Variable	96.00	96.00	
Gastos Generales (12% C.D.)	37150.00		
Utilidades (8% C.D.)	24766.67		
IGV (18%)	66870.00	1129.68	
<b>Subtotal Costos de Inversión</b>	<b>438370.02</b>	<b>7405.68</b>	

Fuente: propia

Tabla 22

*Flujo de costos de mercado a precio de mercado de alternativa 2.*

<b>FLUJOS DE COSTOS A PRECIOS DE MERCADO</b>	<b>Año 0</b>
<b>Etapa I :</b>	
<b>Instalación de Sistema fotovoltaico Aislado</b>	
Suministro de Equipos y Materiales Fijos	517,647.65
Suministro de Equipos y Materiales variables	
Inv. en baterías	0.00
Inv. en inversor Onda pura s. 5000W-48V	0.00
Inv. en unidad de distribución	0.00
Montaje de equipos fijos	29744.84
Montaje de equipos variables	0.00
Transporte fijo	22046.75
Transporte fijo Variable	0.00
Gastos Generales (12% C.D.)	68332.71
Utilidades (8% C.D.)	45555.14
IGV (18%)	122998.88
<b>Etapa II:</b>	
<b>Instalación de Redes Secundarias</b>	
Suministro de Equipos y Materiales	
Origen Nacional	41361.63
Montaje Electromecánico	
M.O. Calificada	34761.97
M.O. No Calificada	18717.99
Transporte	9726.24
Gastos Generales (12% C.D.)	12548.14
Utilidades (8% C.D.)	8365.43
IGV (18%)	22586.65
<b>Subtotal Costos de Inversión</b>	<b>954394.00</b>

Fuente: propia

B. **Flujo de costos de operación y mantenimiento a precio de mercado.** Los costos de Operación y Mantenimiento de la Alternativa 1, corresponden a las inspecciones por parte de un técnico electricista a los paneles y demás componentes del Sistema Solar Doméstico, Cargas especiales y alumbrado público como se muestra la tabla 23

**Tabla 23**

*Costo anual de O&M de SFI.*

<b>Costos de Operación &amp; Mantenimiento SFI</b>	<b>CU</b>	<b>Cant. Anual</b>	<b>Costo O&amp;M Anual</b>
<b>Descripción</b>			
Honorarios de un técnico electricista ( C/anual)(aislamiento : megometro para medir la resistencia de aislamiento del cable)	3600	1	3600
Honorarios de un ayudante ( C/mensual)	480	12	
Viáticos (C/personal)( C/mensual)	1200	1	1200
Insumos ( C/mensual)	50	12	
equipos ( C/mensual)	40	12	
<b>COSTOS TOTAL O&amp;M</b>			<b>S/4,800.00</b>

Fuente: propia

Los costos de Operación y Mantenimiento de la Alternativa 2, corresponden a las inspecciones por parte de un técnico especializado, técnico electricista a los paneles y demás componentes del Sistema Solar Centralizado como se muestra en la tabla 24.

**Tabla 24***Costos de O&M de SFC.*

<b>Costos de Operación &amp; Mantenimiento SFC</b>	<b>CU</b>	<b>Cant. Anual</b>	<b>Costo O&amp;M Anual</b>
<b>Descripción</b>			
Honorarios de un técnico electricista (C/anual)(aislamiento : megometro para medir la resistencia de aislamiento del cable)	1080	1	1080
Honorarios de un ayudante ( C/mensual)	160	12	
Viáticos (C/personal)( C/mensual)	180	1	180
Insumos ( C/mensual)	50	12	
equipos ( C/mensual) megometro	50	12	
<b>COSTOS TOTAL O&amp;M</b>			<b>S/1,260.00</b>

Fuente: propia

### C. Flujo de costos a precio de mercado

**Tabla 25**

*Flujo de costos a precios de mercado de alternativa 1*

<b>Alternativa 1</b>				
<b>Año</b>	<b>Situación (A)</b>		<b>Situación (B)</b>	<b>Costos</b>
	<b>Inversión (S/.)</b>	<b>O&amp;M Con Pyto (S/.)</b>	<b>O&amp;M Sin Pyto. (S/.)</b>	<b>incrementales (A)- (B) (S/.)</b>
<b>0</b>	438,370			438,370
<b>1</b>		4,800	-	4,800
<b>2</b>		4,800	-	4,800
<b>3</b>		4,800	-	4,800
<b>4</b>		4,800	-	4,800
<b>5</b>		4,800	-	4,800
<b>6</b>		4,800	-	4,800
<b>7</b>		4,800	-	4,800
<b>8</b>	7405.68	4,800	-	12,206
<b>9</b>		4,800	-	4,800
<b>10</b>		4,800	-	4,800
<b>11</b>		4,800	-	4,800
<b>12</b>		4,800	-	4,800
<b>13</b>		4,800	-	4,800
<b>14</b>		4,800	-	4,800
<b>15</b>		4,800	-	4,800
<b>Indicador de valor actual neto de costos T.D. =</b>				<b>10%</b>
VAN de costos (S/.)				478,334.01
VAN de costos/ conexión (S/. / conexión)				<b>13,287.06</b>

Fuente: propia

Tabla 26

*Flujo de costos a precios de mercado de alternativa 2*

<b>Alternativa 2</b>				
<b>Año</b>	<b>Situación (A)</b>		<b>Situación (B)</b>	<b>Costos incrementales (A)- (B) (S./)</b>
	<b>Inversión (S./)</b>	<b>O&amp;M Con Pyto (S./)</b>	<b>O&amp;M Sin Pyto. (S./)</b>	
<b>0</b>	954,394			954,394
<b>1</b>		1,260	-	1,260
<b>2</b>		1,260	-	1,260
<b>3</b>		1,260	-	1,260
<b>4</b>		1,260	-	1,260
<b>5</b>		1,260	-	1,260
<b>6</b>		1,260	-	1,260
<b>7</b>		1,260	-	1,260
<b>8</b>		1,260	-	1,260
<b>9</b>		1,260	-	1,260
<b>10</b>		1,260	-	1,260
<b>11</b>		1,260	-	1,260
<b>12</b>		1,260	-	1,260
<b>13</b>		1,260	-	1,260
<b>14</b>		1,260	-	1,260
<b>15</b>		1,260	-	1,260
<b>Indicador de valor actual neto de costos T.D. =</b>				<b>10%</b>
VAN de costos (S./)				963,977.66
VAN de costos/ conexión (S./ / conexión)				<b>26,777</b>

Fuente: propia

2.2.6.11 *Evaluación económica a precios de mercado.*

A. Flujo de ingresos producidos por el proyecto a precios de mercado. Como se muestra en la tabla 27 los ingresos por la venta de energía con un precio de venta por kilowatt hora de S/0.80

**Tabla 27**

*Ingresos por venta de energía de alternativa 1 y alternativa 2*

<b>Año</b>	<b>SFI / SFC</b>		<b>Precio</b>	<b>Venta de</b>
	<b>Energía kwh/dia</b>	<b>Energía kwh/anual</b>	<b>de Energía S/. /Kwh</b>	<b>Energía (S/.)</b>
<b>0</b>	-	-	-	-
<b>1</b>	52.89	19305.46	0.80	15,444.37
<b>2</b>	53.43	19500.47	0.80	15,600.37
<b>3</b>	53.97	19697.44	0.80	15,757.95
<b>4</b>	54.51	19896.41	0.80	15,917.12
<b>5</b>	55.06	20097.38	0.80	16,077.90
<b>6</b>	55.62	20300.38	0.80	16,240.31
<b>7</b>	56.18	20505.44	0.80	16,404.35
<b>8</b>	56.75	20712.56	0.80	16,570.05
<b>9</b>	57.32	20921.78	0.80	16,737.42
<b>10</b>	57.90	21133.11	0.80	16,906.49
<b>11</b>	58.48	21346.58	0.80	17,077.26
<b>12</b>	59.07	21562.20	0.80	17,249.76
<b>13</b>	59.67	21780.00	0.80	17,424.00
<b>14</b>	60.27	22000.00	0.80	17,600.00
<b>15</b>	60.88	22222.22	0.80	17,777.78

Fuente: propia

**Tabla 28***Flujo de beneficios de alternativa 2.*

<b>S F I / SFC</b>	<b>Venta de</b>	<b>Beneficios</b>	<b>Beneficios</b>
<b>Año</b>	<b>Energía</b>	<b>sin proyecto</b>	<b>Incrementales</b>
	<b>(S/.)</b>	<b>(S/.)</b>	<b>(S/.)</b>
<b>0</b>	-	-	
<b>1</b>	15,444.37	0	15,444.37
<b>2</b>	15,600.37	0	15,600.37
<b>3</b>	15,757.95	0	15,757.95
<b>4</b>	15,917.12	0	15,917.12
<b>5</b>	16,077.90	0	16,077.90
<b>6</b>	16,240.31	0	16,240.31
<b>7</b>	16,404.35	0	16,404.35
<b>8</b>	16,570.05	0	16,570.05
<b>9</b>	16,737.42	0	16,737.42
<b>10</b>	16,906.49	0	16,906.49
<b>11</b>	17,077.26	0	17,077.26
<b>12</b>	17,249.76	0	17,249.76
<b>13</b>	17,424.00	0	17,424.00
<b>14</b>	17,600.00	0	17,600.00
<b>15</b>	17,777.78	0	17,777.78

Fuente: propia



## B. Flujo de Costo - Beneficio producidos por el proyecto a precios de mercado

Tabla 29

*Flujo de Costos Beneficio de alternativa 1*

<b>Flujo Costo Beneficio SFI</b>			
<b>SFI</b>	<b>Beneficios</b>	<b>Costos</b>	<b>Beneficios</b>
<b>Año</b>	<b>Incrementales</b>	<b>Incrementales</b>	<b>Netos</b>
	<b>(S/.)</b>	<b>(S/.)</b>	<b>(S/.)</b>
<b>0</b>	0	438,370.02	-438,370.02
<b>1</b>	15,444.37	4,800.00	10,644.37
<b>2</b>	15,600.37	4,800.00	10,800.37
<b>3</b>	15,757.95	4,800.00	10,957.95
<b>4</b>	15,917.12	4,800.00	11,117.12
<b>5</b>	16,077.90	4,800.00	11,277.90
<b>6</b>	16,240.31	4,800.00	11,440.31
<b>7</b>	16,404.35	4,800.00	11,604.35
<b>8</b>	16,570.05	12,205.68	4,364.37
<b>9</b>	16,737.42	4,800.00	11,937.42
<b>10</b>	16,906.49	4,800.00	12,106.49
<b>11</b>	17,077.26	4,800.00	12,277.26
<b>12</b>	17,249.76	4,800.00	12,449.76
<b>13</b>	17,424.00	4,800.00	12,624.00
<b>14</b>	17,600.00	4,800.00	12,800.00
<b>15</b>	17,777.78	4,800.00	12,977.78
<b>Indicador de valor actual neto SFI =</b>			10%
VANP (S/.)			-354,355.72
<b>Tasa interna de retorno SFI =</b>			-9.78%

Fuente: propia

**Tabla 30***Flujo de Costos Beneficio de alternativa 2*

<b>Flujo Costo Beneficio SFC</b>			
<b>S F C</b>	<b>Beneficios</b>	<b>Costos</b>	<b>Beneficios</b>
	<b>Incrementales</b>	<b>Incrementales</b>	<b>Netos</b>
<b>Año</b>	<b>(S/.)</b>	<b>(S/.)</b>	<b>(S/.)</b>
<b>0</b>	0	954,394.00	-954,394.00
<b>1</b>	15,444.37	1,260.00	14,184.37
<b>2</b>	15,600.37	1,260.00	14,340.37
<b>3</b>	15,757.95	1,260.00	14,497.95
<b>4</b>	15,917.12	1,260.00	14,657.12
<b>5</b>	16,077.90	1,260.00	14,817.90
<b>6</b>	16,240.31	1,260.00	14,980.31
<b>7</b>	16,404.35	1,260.00	15,144.35
<b>8</b>	16,570.05	1,260.00	15,310.05
<b>9</b>	16,737.42	1,260.00	15,477.42
<b>10</b>	16,906.49	1,260.00	15,646.49
<b>11</b>	17,077.26	1,260.00	15,817.26
<b>12</b>	17,249.76	1,260.00	15,989.76
<b>13</b>	17,424.00	1,260.00	16,164.00
<b>14</b>	17,600.00	1,260.00	16,340.00
<b>15</b>	17,777.78	1,260.00	16,517.78
<b>Indicador de valor actual neto SFC =</b>			10%
VANP (S/.)			-839,999.38
<b>Tasa interna de retorno SFC =</b>			-13.88%

Fuente: propia

C. Valor Actual Neto a precios de mercado. Se muestra cuadro resumen de los flujos de costos beneficios de ambas alternativas.

**Tabla 31**

*Flujo de Costos Beneficio de ambas alternativas.*

<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>VAN (10%)</b>
Alternativa 1	-354,355.72
Alternativa 2	-839,999.38

Fuente: propia

## 2.2.6.12 Evaluación Social

### A. Factores de corrección

#### A1) Factor de corrección de bienes nacionales.

#### Figura 17

*Factor de corrección para la inversión*

##### a. Costos de Inversión

Implica transformar los costos de inversión de precios de mercado a precios sociales.

$$\text{Costo Social} = \text{Costo a precio de mercado} \times \text{Factor de Corrección}$$

Se toma como base el documento de Factor de Corrección para la Conversión del Presupuesto Total a Precios de Mercado de Proyectos de Inversión Pública de Electrificación Rural a un Presupuesto a Precios Sociales (Actualizado), el cual se basa en el Anexo SNIP 10.

El **Factor de Corrección es 0.8309**. Dicho valor se aplica considerando lo siguiente puntos:

- Se aplica al total del presupuesto de inversión a precios de mercado sin necesidad de ningún ajuste previo.
- Se aplica a los presupuestos de inversión, no a los de operación y mantenimiento.
- Se aplica a presupuestos de hasta S/. 6 millones.

Los valores por encima de dicho valor deberán utilizar el Anexo SNIP 10.

Fuente: Invierte.pe

#### Figura 18

*Factor de corrección para la inversión*

##### b. Costos de Operación y Mantenimiento

Se considera como Servicio No transable de origen nacional; por tanto, el **factor de corrección es 0.8474**.

Fuente: Invierte.pe

#### A2) Flujo de Costos Sociales Netos

**Tabla 32***Flujo de costos sociales totales Alternativa 1.*

<b>COSTOS DE INVERSION</b>	<b>F.C</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 15</b>
<b>Instalación de SFI</b>				
<b>Inversion</b>	0.8309	257232.81	5214.73	
Suministro de Equipos y Materiales				
Montaje de equipos				
Transporte				
<b>Gastos Generales (12% C.D.)</b>	1	30867.94		
<b>Utilidades (8% C.D.)</b>	0.77	15845.54		
<b>IGV (18%)</b>				
Subtotal Costos de Inversión		303946.28	5214.73	
<b>COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SFI</b>				
	<b>F.C.</b>	<b>Años 1-15</b>		
1. Costos de operación y mantenimiento	0.8475	S/72,000.00		

Fuente: Propia

**Tabla 33***Flujo de costos sociales totales Alternativa 2*

<b>COSTOS DE INVERSION</b>	<b>F.C</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 15</b>
<b>Instalación de SFC</b>			
<b>Inversion</b>	0.8309	560032.47	
Suministro de Equipos y Materiales			
Montaje de equipos			
Transporte			
<b>Gastos Generales (12% C.D.)</b>	1	80880.85	
<b>Utilidades (8% C.D.)</b>	0.77	41518.84	
<b>IGV (18%)</b>			
Subtotal Costos de Inversión		682432.15	
<b>COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SFC</b>			
	<b>F.C.</b>	<b>Años 1-15</b>	
1. Costos de operación y mantenimiento	0.8475	S/18,900.00	

Fuente: Propia

**Tabla 34***Flujo de costos sociales totales Alternativa 1*

<b>Alternativa 1</b>				
	<b>Situación (A)</b>		<b>Situación (B)</b>	<b>Costos</b>
<b>Año</b>	<b>Inversión (S/.)</b>	<b>O&amp;M Con Pyto (S/.)</b>	<b>O&amp;M Sin Pyto. (S/.)</b>	<b>incrementales (A)-(B) (S/.)</b>
<b>0</b>	303,946.28			303,946
<b>1</b>		4,068.00	-	4,068.00
<b>2</b>		4,068.00	-	4,068.00
<b>3</b>		4,068.00	-	4,068.00
<b>4</b>		4,068.00	-	4,068.00
<b>5</b>		4,068.00	-	4,068.00
<b>6</b>		4,068.00	-	4,068.00
<b>7</b>		4,068.00	-	4,068.00
<b>8</b>	5214.73	4,068.00	-	9,282.73
<b>9</b>		4,068.00	-	4,068.00
<b>10</b>		4,068.00	-	4,068.00
<b>11</b>		4,068.00	-	4,068.00
<b>12</b>		4,068.00	-	4,068.00
<b>13</b>		4,068.00	-	4,068.00
<b>14</b>		4,068.00	-	4,068.00
<b>15</b>		4,068.00	-	4,068.00
<b>Indicador de valor actual neto de costos T.D. =</b>				<b>8%</b>
VAN de costos (S/.)				341,583.60
VAN de costos/ conexión (S/. / conexión)				<b>9,488.00</b>

**Tabla 35***Flujo de costos sociales totales Alternativa 2*

<b>Alternativa 2</b>				
<b>Año</b>	<b>Situación (A)</b>		<b>Situación (B)</b>	<b>Costos incrementales (A)- (B) (S/.)</b>
	<b>Inversión (S/.)</b>	<b>O&amp;M Con Pyto (S/.)</b>	<b>O&amp;M Sin Pyto. (S/.)</b>	
<b>0</b>	682,432			682,432.15
<b>1</b>		1,067.85	-	1,067.85
<b>2</b>		1,067.85	-	1,067.85
<b>3</b>		1,067.85	-	1,067.85
<b>4</b>		1,067.85	-	1,067.85
<b>5</b>		1,067.85	-	1,067.85
<b>6</b>		1,067.85	-	1,067.85
<b>7</b>		1,067.85	-	1,067.85
<b>8</b>		1,067.85	-	1,067.85
<b>9</b>		1,067.85	-	1,067.85
<b>10</b>		1,067.85	-	1,067.85
<b>11</b>		1,067.85	-	1,067.85
<b>12</b>		1,067.85	-	1,067.85
<b>13</b>		1,067.85	-	1,067.85
<b>14</b>		1,067.85	-	1,067.85
<b>15</b>		1,067.85	-	1,067.85
<b>Indicador de valor actual neto de costos T.D. =</b>				<b>8%</b>
VAN de costos (S/.)				691,572.39
VAN de costos/ conexión (S/. / conexión)				<b>19,210.00</b>

Fuente: Propia

De la tabla 34 y tabla 35 se calcula el Valor Actual de Costos Sociales Netos (Tabla 36), para cada alternativa (Tasa de descuento considerada 8%):

**Tabla 36***Valor actual de costos sociales totales.*

<b>Valor actual de costos sociales totales T.D.=</b>		<b>8%</b>
VACST Alternativa 1 (S/.)		341,583.60
VACST Alternativa 2 (S/.)		691,572.00

Fuente: Propia

**B. Estimación de beneficios Sociales.** Para la estimación de los beneficios nos apoyamos de parámetros como muestra la tabla 33.

**Figura 19**

*Parámetros para estimación de beneficios.*

Región Geográfica	Beneficios Económicos (S/. Anuales)		
	Iluminación	Radio y Televisión	Refrigeración
Costa	556.32	401.22	1037.24
Sierra	710.88	271.43	0.00
Selva	458.84	260.12	623.10

Fuente: Invierte.pe

**Tabla 37**

*Beneficios económicos por uso de energía.*

Alternativa 1 / alternativa 2			
Año	Beneficio Social Anual Con Proyecto (S/.)	Beneficios Sin Proyecto (S/.)	Beneficios Incrementales (S/.)
0	-	-	-
1	34,471.44	-	34,471
2	35,991.63	-	35,992
3	37,578.86	-	37,579
4	39,236.09	-	39,236
5	40,966.40	-	40,966
6	42,773.02	-	42,773
7	44,659.31	-	44,659
8	46,628.78	-	46,629
9	48,685.11	-	48,685
10	50,832.13	-	50,832
11	53,073.82	-	53,074
12	55,414.38	-	55,414
13	57,858.15	-	57,858
14	60,409.70	-	60,410
15	63,073.77	-	63,074

Fuente: Propia



**Tabla 38***Flujo de Costos Beneficio sociales de alternativa 1.*

<b>Flujo Costo Beneficio SFI</b>			
<b>S F I</b>	<b>Beneficios</b>	<b>Costos</b>	<b>Beneficios</b>
<b>Año</b>	<b>Incrementales</b>	<b>Incrementales</b>	<b>Netos</b>
	<b>(S/.)</b>	<b>(S/.)</b>	<b>(S/.)</b>
<b>0</b>	0	303,946.28	-303,946.28
<b>1</b>	34,471.44	4,068.00	30,403.44
<b>2</b>	35,991.63	4,068.00	31,923.63
<b>3</b>	37,578.86	4,068.00	33,510.86
<b>4</b>	39,236.09	4,068.00	35,168.09
<b>5</b>	40,966.40	4,068.00	36,898.40
<b>6</b>	42,773.02	4,068.00	38,705.02
<b>7</b>	44,659.31	4,068.00	40,591.31
<b>8</b>	46,628.78	9,282.73	37,346.06
<b>9</b>	48,685.11	4,068.00	44,617.11
<b>10</b>	50,832.13	4,068.00	46,764.13
<b>11</b>	53,073.82	4,068.00	49,005.82
<b>12</b>	55,414.38	4,068.00	51,346.38
<b>13</b>	57,858.15	4,068.00	53,790.15
<b>14</b>	60,409.70	4,068.00	56,341.70
<b>15</b>	63,073.77	4,068.00	59,005.77
<b>Indicador de valor actual neto SFI =</b>			<b>8%</b>
<b>VANP (S/.)</b>			<b>40,341.10</b>
<b>Tasa interna de retorno SFI(%) =</b>			<b>9.86%</b>

Fuente: Propia

**Tabla 39***Flujo de Costos Beneficio sociales de alternativa 2.*

<b>Flujo Costo Beneficio SFC</b>			
<b>S F C</b>	<b>Beneficios</b>	<b>Costos</b>	<b>Beneficios</b>
<b>Año</b>	<b>Incrementales</b>	<b>Incrementales</b>	<b>Netos</b>
	<b>(S/.)</b>	<b>(S/.)</b>	<b>(S/.)</b>
<b>0</b>	0	682,432.15	-682,432.15
<b>1</b>	34,471.44	1,067.85	33,403.59
<b>2</b>	35,991.63	1,067.85	34,923.78
<b>3</b>	37,578.86	1,067.85	36,511.01
<b>4</b>	39,236.09	1,067.85	38,168.24
<b>5</b>	40,966.40	1,067.85	39,898.55
<b>6</b>	42,773.02	1,067.85	41,705.17
<b>7</b>	44,659.31	1,067.85	43,591.46
<b>8</b>	46,628.78	1,067.85	45,560.93
<b>9</b>	48,685.11	1,067.85	47,617.26
<b>10</b>	50,832.13	1,067.85	49,764.28
<b>11</b>	53,073.82	1,067.85	52,005.97
<b>12</b>	55,414.38	1,067.85	54,346.53
<b>13</b>	57,858.15	1,067.85	56,790.30
<b>14</b>	60,409.70	1,067.85	59,341.85
<b>15</b>	63,073.77	1,067.85	62,005.92
<b>Indicador de valor actual neto SFC =</b>			<b>8%</b>
<b>VANP (S/.)</b>			<b>-309,647.69</b>
<b>Tasa interna de retorno SFI(%) =</b>			<b>0.22%</b>

Fuente: Propia

C. El valor actual neto social (VANS)

El valor actual neto social de cada proyecto alternativo (VANS), es la diferencia entre el valor actual de los beneficios sociales netos (VABSN), y el valor actual de los costos sociales netos (VACSN).

$$\text{VANS} = \text{VABSN} - \text{VACSN}$$

Dado que este indicador mide rentabilidad social de cada proyecto, se elegirá aquel que tenga mayor VANS.

**Tabla 40**

*Flujo de Costos Beneficio sociales de alternativa 1.*

<b>Indicador de valor actual</b>		<b>8%</b>
Alternativa 1	VANP (S/.)	40,341.10
Alternativa 1	VANP (S/.)	-309,647.69

Fuente: Propia

**Tabla 41**

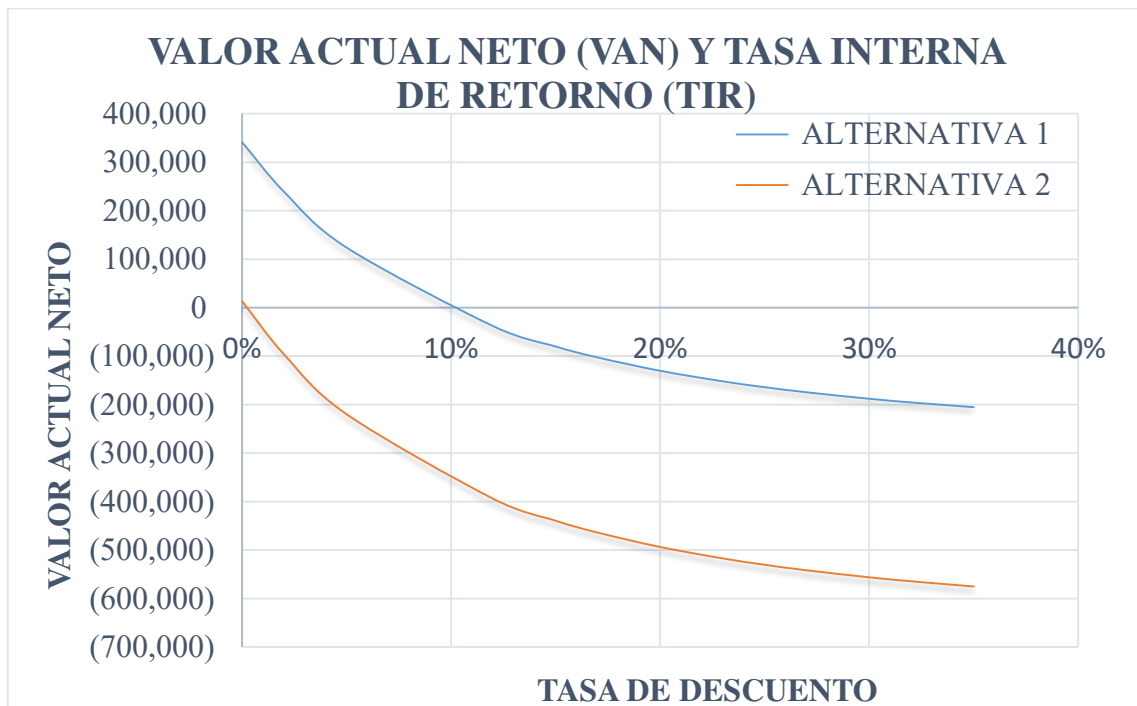
*Flujo de Costos Beneficio sociales de alternativa 1.*

<b>TASA DE DESCUENTO</b>	<b>VALOR ACTUAL NETO</b>	
	<b>ALTERNATIVA 1</b>	<b>ALTERNATIVA 2</b>
0%	(341,471.6 )	(13,202.7 )
5%	(123,843.0 )	(219,972.8 )
10%	(2,683.7)	(355,917.5)
15%	(80,352.3)	(439,590.5)
20%	(130,483.8)	(493,729.7)
25%	(164,355.7)	(530,388.3)
30%	(188,201.7)	(556,243.1)
35%	(205,612.1)	(575,148.6)
40%	(218,736.6)	(589,417.0)
45%	(228,909.0)	(600,486.3)
50%	(236,985.2)	(609,281.0)
60%	(248,934.4)	(622,303.0)
70%	(257,309.6)	(631,436.3)

Fuente: Propia

**Figura 20**

Representación gráfica de VANS y TIRS de alternativa 1 y alternativa 2



Fuente: Propia

### 2.3 RESULTADOS

La alternativa 1 en la Evaluación social, será la elegida por tener VANS Positivo de valor 40,341.10 y una TIR de 9.86% mayor que la tasa de descuento social. La Alternativa 1 atenderá a 36 usuarios; 34 cargas de uso doméstico conformada por un kit solar fotovoltaico de 2 paneles de 395W-48.8V-10.54A, una batería litio 150Ah-24V y un inversor onda pura senoidal 2000W-24V por cada usuario; 2 cargas especiales que son local comunal y local de educación conformada por un kit solar fotovoltaico de seis paneles de 395W-48.8V-10.54A, dos baterías litio 150Ah-24V y un inversor onda pura senoidal 5000W-48V y pastorales de 60w para el alumbrado público.

Esto repercute positivamente en la educación haciendo que los estudiantes, universitarios y lugareños destinen 4 horas de uso de lectura, 10 horas de uso de computadora haciendo que tengan más acceso a la información y a la formación a distancia. En la salud ya que se destinará un ambiente con las condiciones de iluminación para el auxilio o atención básica como colocación de ampollas, medida de la presión.

Cabe lamentar que a la fecha el AA.HH. Virgen de la Candelaria sufrió 3 actos vandálicos en las noches, por ello para el caso de la seguridad ciudadana se plantea reducir el vandalismo a cero gracias a que el proyecto cuenta con el alumbrado de las calles. Para el caso de la salud dejar de consumir combustible y velas también se dejaría de ocasionar enfermedades como cáncer al pulmón y asma. También podemos contribuir con el medio ambiente ya que la energía no es producida por la quema de recursos fósiles si no por energía fotovoltaica haciendo una equivalencia en el año 15 del proyecto se consumió una energía solar fotovoltaica de 22,191.13 Kwh/año equivalente a 1.91TEP.

## 2.4 DISCUSIÓN

Si bien la alternativa 1 evaluada socialmente resulta rentable en diferencia con la alternativa 2 social, con el constante avance tecnológico en el mejoramiento de la eficiencia se espera que en pocos años se espera que el costo del equipamiento fotovoltaico disminuya, así se disminuye la inversión inicial de los proyectos y pueda volver rentable a la Alternativa 2 fotovoltaicos. Por ejemplo, antes un el módulo fotovoltaico mayormente conocido como paneles fotovoltaicos con dimensiones de tres metros por tres metros rinde lo mismo que en la actualidad rinde un módulo de dimensiones un metro por uno y medio metros; para el caso de las baterías de gel o ácido rinden unos mil quinientos ciclos mientras que las de litio rinden hasta ocho mil ciclos reflejado en más tiempo de vida , la disminución de costos de transporte al hacer más ligero y más compacto el traslado de materiales.

Esta alternativa 2, evaluado en con otro horizonte de evaluación puede tener mejores resultados. La tecnología e innovación de materiales también contribuye en la optimización de tiempos de ejecución ya que los materiales como postes de fibra de vidrio, módulos fotovoltaicos más pequeños y más eficientes

No se incluyó la automatización en la etapa de operación y mantenimiento de ambas alternativas por el tema de costos, sin embargo, usar el sistema SCADA es recomendable para tener información en tiempo real del estado del sistema para una buena gestión de la energía. Para el caso de proyectos privados que inyecten energía a la red todavía es un tema por discutir ya que aún no se definen los términos de que un privado venda su energía excedente al sistema, uno de los puntos clave es que los medidores de energía de las viviendas deben cambiarse de unidireccionales a bidireccionales.

### III APORTES MÁS DESTACABLES DE LA EMPRESA

En la empresa de telecomunicaciones EFG Contratistas generales, ya que la empresa necesita homologación para poder brindar servicios de calidad a las empresas de telecomunicaciones del mercado se mejoraron los procesos de instalación trabajo de obras civiles. En la empresa Irazola trabajé en la construcción de una casa de campo dándole mejor rendimiento en tiempos de ejecución en la etapa de excavación con presencia de napa freática. En La Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Menor Mala Omas – Clase “C” se elaboró un reconocimiento de puntos críticos de ruptura a lo largo de todo el canal procediendo a elaborar el plan de rehabilitación del canal.

Las empresas ejecutoras para proyectos fotovoltaicos estatales y privados actualmente se encargan de la implementación , suministro de componentes, sin embargo existe una carencia en la etapa de estudios en la evaluación económica, como en las visitas para ver la peculiaridad de cada proyecto, el presente proyecto de investigación contribuye en la realización de un análisis de alternativas donde me permite hacer una evaluación económico , para la elección de la alternativa más viable, esto permite a la empresa brindar un mejor servicio, aumentar la rentabilidad de sus proyectos ,optimizando recursos y como consecuencia mejoras de desarrollo social.

Ante la Brecha energía eléctrica en el Perú por situaciones de lejanía de las familias a las redes eléctricas secundarias convencionales he realizado una serie de alternativas fotovoltaicas domésticas y de alumbrado público con una tecnológica moderna mediante el uso de energía renovable fotovoltaica que con el respaldo estatal para inversiones de tipo social se puede dar mayor calidad de vida a más peruanos con acceso restringido a este servicio básico que es la energía eléctrica, la llegada de la energía solar fotovoltaica a las familias otorga beneficios de seguridad, salud y bienestar ambiental .

El desarrollo de proyectos multidisciplinarios de ingeniería para la construcción de plantas fotovoltaicas para la generación de energía eléctrica donde involucra la evolución tecnológica y el desarrollo de nuevos métodos de producción va permitir que los futuros proyectos contemplen un equipamiento más eficiente, económicos, permitiendo mejor la producción en el tiempo de ejecución.



#### IV CONCLUSIONES

La Alternativa 1 atenderá a 36 usuarios; 34 cargas de uso doméstico conformada por un kit solar fotovoltaico de 2 paneles de 395W-48.8V-10.54A, una batería litio 150Ah-24V y un inversor onda pura senoidal 2000W-24V por cada usuario; 2 cargas especiales que son local comunal y local de educación conformada por un kit solar fotovoltaico de seis paneles de 395W-48.8V-10.54A, dos baterías litio 150Ah-24V y un inversor onda pura senoidal 5000W-48V y pastorales de 60w para el alumbrado público.

De la evaluación económica realizada, se concluye que la alternativa N° 1 es la más conveniente, solo en la parte social ya que de manera privada por los indicadores económicos no son viables.

La tecnología en temas de energía fotovoltaica va evolucionando constantemente si de su eficiencia se trata esto hace que los costos vallan siendo más accesible no solo a las entidades públicas privadas si no a las mismas familias que deseen implementar las energías en sus viviendas.

La presente sustentación tiene influencia social la que reduce el índice de pobreza en el país impactando de manera contundente en la educación salud y seguridad.

Al producir anualmente una energía solar fotovoltaica de 22,191.13 Kwh/año equivalente a 1.91TEP, se traduce que se deja de quemar 1.91 toneladas de crudo de petróleo al usar la energía fotovoltaica.

## V RECOMENDACIONES

El gobierno Central, regionales y locales deben seguir promoviendo cubrir las zonas no coberturadas ya que los proyectos fotovoltaicos requieren de una alta inversión inicial y bajo costo de operación y mantenimiento.

Se recomienda el estudio de la implementación para construcción de más proyectos fotovoltaicos similares alrededor del AA.HH. ya que el pueblo tiene área de expansión horizontal disponible sin acceso a la red convencional.

Se recomienda para otros proyectos de esta envergadura la evaluación de sensibilidad, sostenibilidad, así como el impacto ambiental para así prevenir cualquier efecto al medio ambiente, en las fases de diseño, construcción, operación y mantenimiento del proyecto bajo el concepto de desarrollo sostenible.

Para efectos de automatización se recomienda implementar en próximos el Sistema Scada que es la supervisión, control y adquisición de datos de manera remota así se puede ver en tiempo real la eficiencia o deficiencia del sistema y en qué punto se necesita prestar atención inmediata. Éste sistema está abarcando mayores áreas como la de saneamiento, transporte, distribución de energía.

## VI REFERENCIAS

BANCO MUNDIAL (26 de septiembre del 2022). Energía.

<https://www.bancomundial.org/es/topic/energy/overview>

COMEX PERU (14 de febrero del 2020) Electrificación rural: no perdamos las energías.

<https://www.comexperu.org.pe/articulo/electrificacion-rural-no-perdamos-las-energias#:~:text=Seg%C3%BAn%20el%20%C3%BAltimo%20reporte%20del,no%20cuenta%20con%20este%20servicio.>

DESIGENIA (23 de marzo del 2022) Sistemas de energía renovable

<https://desigenia.com/sistemas-offgrid-ongrid/>

ENDESA (6 de octubre,2021) Historia de la energía solar, desde el reloj de sol a la placa de Fritts

<https://www.endesa.com/es/la-cara-e/energias-renovables/historia-de-la-energia-solar#:~:text=El%20f%C3%ADsico%20franc%C3%A9s%20Alexandre%20Edmond,la%20llamada%20de%20la%20ciencia.>

Equipo Grupo Novelec. (9 de febrero 2021). Módulos fotovoltaicos, como interpretar sus características.

<https://blog.gruponovelec.com/energias-renovables/como-interpretar-bien-las-caracteristicas-tecnicas-de-los-modulos-fotovoltaicos/>

Expansión. (2021). Emisiones de CO2.

<https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2022). Proyecciones de Población Total según Departamento, Provincia y Distrito, 2018-2022

<https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/3464927-peru-proyecciones-de-poblacion-total-segun-departamento-provincia-y-distrito-2018-2022>

Mateo, J. (30 noviembre 2021). El efecto de la temperatura en los paneles fotovoltaicos Powen.

<https://powen.es/temperatura/#:~:text=La%20temperatura%20afecta%20de%20forma,la%20eficiencia%20de%20las%20placas.>

Ministerio de Economía y Finanzas. Recuperado de

[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/capacidades/capac/Evaluacion.pptx](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacidades/capac/Evaluacion.pptx)

Ministerio de Economía y Finanzas (2011). Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Electrificación Rural, a Nivel de Perfil.

[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/instrumentos\\_metod/energia/Disenio\\_ELECTRIFICACION\\_RURAL\\_corregido.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/energia/Disenio_ELECTRIFICACION_RURAL_corregido.pdf)

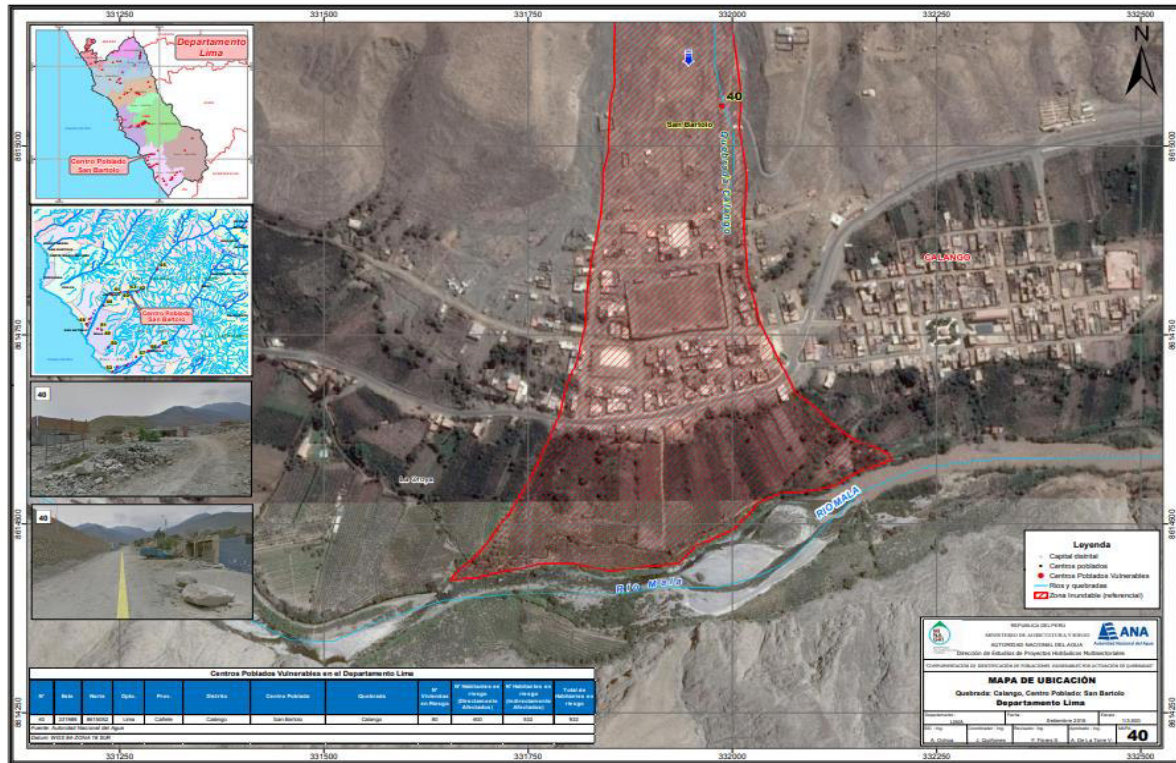
United Nations Climate Change (2002). Las emisiones mundiales de CO2 repuntaron en 2021 hasta su nivel más alto de la historia.

<https://unfccc.int/es/news/las-emisiones-mundiales-de-co2-repuntaron-en-2021-hasta-su-nivel-mas-alto-de-la-historia>

VII ANEXOS

Figura 21

La zona de acceso al AAHH es declarada zona de alto riesgo.



Fuente: SIGRID

Figura 22

Vía de acceso al AAHH Virgen de la Candelaria Km 19+360



Fuente: Propia

**Figura 23**

*Vía de ingreso al AAHH Virgen de la Candelaria.*



Fuente: Propia

**Figura 24**

*Recolección de datos visita a las familias*



Fuente: Propia

**Figura 25**

*Recolección de datos a la familia Galindo*



Fuente: Propia

**Figura 26**

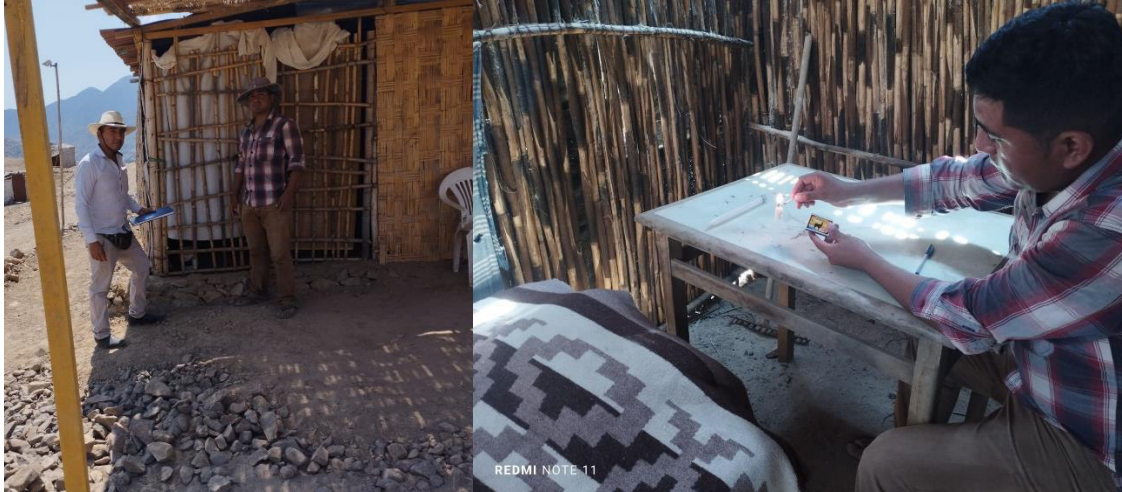
*Recolección de datos a la familia Arroyo*



Fuente: Propia

**Figura 27**

*Recolección de datos a la familia Francia.*



Fuente: Propia

**Figura 28**

*Recolección de datos –situación actual de SSHH*



Fuente: Propia



**Tabla 42**

*Matriz de Consistencia*

<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>				
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variables</b>	<b>Metodología</b>
¿En qué medida los sistemas <b>fotovoltaicos</b> <u>influyen</u> en la <b>evaluación económica</b> para la electrificación del AHH? Virgen de la Candelaria, Calango?	Determinar en qué medida los sistemas <b>fotovoltaicos</b> <u>influyen</u> en la <b>evaluación económica</b> para la electrificación del AHH. Virgen de la Candelaria, Calango?	Los sistemas <b>fotovoltaicos</b> <u>influyen</u> significativamente en la <b>evaluación económica</b> para la electrificación del AHH. Virgen de la Candelaria, Calango?	<b>Variable Independiente:</b>  Sistemas fotovoltaicos	<b>Enfoque:</b> Cuantitativo <b>Diseño:</b> Experimental <b>Tipo:</b> Aplicada <b>Técnica:</b> Opinión de expertos <b>Instrumento:</b> Fuentes secundarias Estudios similares <b>Población:</b> 36 unidades de carga <b>Muestra:</b> 34 cargas domésticas y 2 cargas especiales
<b>Problema específico</b>	<b>Objetivo Específico</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	<b>Dimensiones:</b>	
¿En qué medida el SFI influye en la evaluación económica para la electrificación del AHH Virgen de la Candelaria Calango?	Determinar en qué medida el SFI <u>influye</u> en la <b>evaluación económica</b> para la electrificación del AHH. Virgen de la Candelaria, Calango?	El SFI <u>influye</u> significativamente en la <b>evaluación económica</b> para la electrificación del AHH. Virgen de la Candelaria, Calango?	1.Sistema fotovoltaico individual 2. Sistema fotovoltaico centralizado	
¿En qué medida el SFC influye en la evaluación económica para la electrificación del AHH? Virgen de la Candelaria Calango?	Determinar en qué medida el SFC <u>influyen</u> en la <b>evaluación económica</b> para la energización del AHH. Virgen de la Candelaria , Calango?	EL SFC <u>influye</u> significativa_mente en la <b>evaluación económica</b> para la electrificación del AHH. Virgen de la Candelaria, Calango?	<b>Variable dependiente:</b> Evaluación Económica  <b>Dimensiones:</b> VAN Y TIR	

Fuente: Propia

